

Annukka Puro-Tahvanainen, Liisa Viitala,
David Lundvall, Gunnar Brännström & Lisa Lundstedt

Tornionjoki

– vesistön tila ja kuormitus

Torne älv

– tillstånd och belastning



Tornionjoki – vesistön tila ja kuormitus

Torne älv – tillstånd och belastning

Tornionjoen vesistöalueen pinta-ala on 40 157 km² ja se ulottuu Norjan tunturialueilta Pohjois-Ruotsin ja Luoteis-Lapin kautta alavalle Perämeren rannikolle saakka. Tornionjoki on yksi harvoista säännöstelemättömistä suurista joista, jossa Itämeren lohi ja meritaimen vielä lisääntyvät luontaisesti. Tornionjoki on poikkeuksellinen myös siinä mielessä, että siinä on sivuhaara, bifurkaatio, jonka kautta yli puolet joen yläosan vedestä virtaa Kalixjokeen.

Tornionjoen ja Muonionjoen pääuoman veden laatua on seurattu jatkuvasti 1960-luvun alkupuolelta lähtien ja vesistön kalakannoista on kerätty ja raportoitu säännöllisesti tietoa 1970-luvun alkupuolelta lähtien. Tämä raportti on ensimmäinen koko vesistöalueen tilaa koskeva selvitys. Raportissa tarkastellaan Tornionjoen vesistöalueen luonnonolosuhteita sekä vesistön tilaa, käyttöä ja kuormitusta. Lisäksi raportissa esitetään suuntaviivat vesistöseurantojen ja velvoitetarkkailujen kehittämiseksi.

Torne älvs avrinningsområde omfattar 40 157 km² och sträcker sig från det norska fjällområdet genom norra Sverige och finska Lapplands nordvästra del ner till den låglänta kusten vid Bottenviken. Torne älv är en av de få oreglerade stora älvar där det ännu finns naturligt reproducerande stammar av östersjölox och havsöring. Torne älv är också i den bemärkelsen exceptionell att den har en sidogren, en bifurkation, genom vilken över hälften av vattnet från älvens övre lopp rinner över till Kalixälv.

Vattenkvaliteten i huvudfåran i Torne älv och Muonio älv har övervakats regelbundet sedan början av 1960-talet och uppgifter om fiskbestånden i vattendragen har insamlats och rapporterats regelbundet sedan början av 1970-talet. Den här rapporten är den första omfattande utredningen av miljöförhållandena inom hela avrinningsområdet. I rapporten granskas förutom naturförhållandena i Torne älvs avrinningsområde även tillståndet i vattendraget samt hur älven belastas och utnyttjas. Därutöver presenteras riktlinjerna för hur övervakning och recipientkontroll av vattendraget bör utvecklas.

ISSN 1238-8610 (Alueelliset ympäristöjulkaisut)

ISBN 952-11-0377-9

ISSN 0283-9636 (Länsstyrelsen i Norrbottens län Rapportserie)

ISBN 952-11-0377-9

Myynti/Beställningar: Lapin ympäristökeskus, puh. (016) 329 4111, telefax (016) 310 340

Länsstyrelsen i Norrbottens län, tel. 0920-96000, telefax 0920-228411

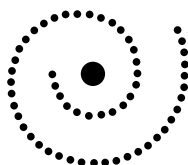
Edita Oyj, Asiakaspalvelu, puh. 020 450 05, telefax 020 450 2380



Annukka Puro-Tahvanainen, Liisa Viitala,
David Lundvall, Gunnar Brännström & Lisa Lundstedt

Tornionjoki
– vesistön tila ja kuormitus
Torne älv
– tillstånd och belastning

Rovaniemi 2001



Kartat:
© Maanmittauslaitos lupa nro 7/MYY/01, Suomen puolen hallintorajat ja vesistöt.
© Suomen ympäristökeskus, vesistöaluerajat.

Kartor:
© Lantmäteriverket tillstånd nr 7/MYY/01, förvaltningsgränserna samt sjöarna och vattendragen på den finska sidan.
© Finlands miljöcentral, avrinningsområdenas gränser.

ISSN 1238-8610 (Alueelliset ympäristöjulkaisut)
ISBN 952-11-0377-9

ISSN 0283-9636 (Länsstyrelsen i Norrbottens län Rapportserie)
ISBN 952-11-0377-9

Kannen valokuva: Ykä Karjalainen: Talvinen mertapato, Kukkolankoski, Tornio
Pärbild: Ykä Karjalainen: Pata för lakfiske i Kukkolaforseen
Taitto / Layout: Kyllikki Koskela & Mari Pyhäjärvi
Painatus / Tryckeri: Rovaniemen Painatuskeskus Oy
Rovaniemi 2001

Sisälllys

Innehåll

Esipuhe	7
Förord	7
I Johdanto	9
I Inledning	9
2 Vesistöalueen yleiskuvaus	11
2 Allmän beskrivning av avrinningsområdet	11
2.1 Ilmasto	13
2.1 Klimat	13
2.2 Hydrologia	16
2.2 Hydrologi	16
2.3 Korkeussuhteet ja geologia	22
2.3 Topografi och geologi	22
2.3.1 Korkeussuhteet	22
2.3.1 Topografi	22
2.3.2 Kallioperä	23
2.3.2 Berggrund	23
2.3.3 Maaperä	24
2.3.3 Jordarter	24
2.4 Kasvillisuus ja maisema	27
2.4 Vegetationen och landskapet	27
2.5 Uhanalaiset lajit	29
2.5 Hotade arter	29
2.5.1 Vaelluskalat	35
2.5.1 Vandringsfisk	35
2.6 Suojelualueet	40
2.6 Skyddade områden	40
2.7 Kulttuuriympäristö	43
2.7 Kulturmiljöer	43
3 Väestö ja elinkeinot	47
3 Befolkning och näringsliv	47
3.1 Tornionjokilaakson asutushistoriaa	47
3.1 Tornedalens bosättningshistoria	47
3.2 Väestö 1950-luvulta nykypäivään saakka	50
3.2 Befolkningen från 1950-talet fram till nutid	50
3.3 Elinkeinot	52
3.3 Näringslivet	52
4 Vesistön käyttö	55
4 Utnyttjandet av vattendraget	55
4.1 Voimatalous ja muu vesistörakentaminen	55
4.1 Vattenkraftverk och övrig utbyggnad av vattendraget	55
4.2 Uitto	58
4.2 Flottning	58

4.3 Asutuksen ja teollisuuden vedenhankinta	60
4.3 Vattenförsörjning till hushåll och industri	60
4.4 Kalastus	62
4.4 Fisket	62
4.4.1 Kalastusoikeudet	65
4.4.1 Fiskerätten	65
4.4.2 Lohi-, meritaimen- ja siikasaaliit	66
4.4.2 Fångst av lax, havsöring och sik	66
4.4.3 Istutukset	70
4.4.3 Utplanteringar	70
4.5 Matkailu ja virkistyskäyttö	73
4.5 Turism och friluftsliv	73
4.5.1 Kalastusmatkailu ja muu virkistyskäyttö	75
4.5.1 Fisketurism och andra friluftsaktiviteter	75
4.5.2 Matkailukeskukset ja muu palveluvarustus	76
4.5.2 Turist- och serviceanläggningar	76
5 Vesistöalueen kuormitus	79
5 Belastning till avrinningsområdet	79
5.1 Pistekuormitus	80
5.1 Punktbelastning	80
5.1.1 Jätevedenkäsittelylaitokset	82
5.1.1 Avloppsreningsanläggningar	82
5.1.2 Teollisuus ja kaivostoiminta	86
5.1.2 Industri och gruvverksamhet	86
5.1.3 Kalankasvatus	89
5.1.3 Fiskodling	89
5.1.4 Turvetuotanto	91
5.1.4 Torvproduktion	91
5.2 Hajakuormitus	93
5.2 Diffus belastning	93
5.2.1 Haja-asutus	93
5.2.1 Glesbygd	93
5.2.2 Metsätalous	96
5.2.2 Skogsbruk	96
5.2.3 Maatalous	104
5.2.3 Jordbruk	104
5.3 Laskeuma	108
5.3 Deposition	108
5.3.1 Vesistöihin tuleva ravinteiden märkälaskeuma	109
5.3.1 Våtdeposition av näringsämnen på sjöar och vattendrag	109
5.3.2 Happamoittava laskeuma	110
5.3.2 Deposition av försurande ämnen	110
5.4 Yhteenveto Tornionjoen vesistön kuormituksesta	114
5.4 Sammandrag av belastningen på Torne älvs vattensystem	114
5.4.1 Taustakuormitus	114
5.4.1 Bakgrundsbelastning	114
5.4.2 Kuormituksen jakaantuminen eri päästölähteisiin	114
5.4.2 Belastning fördelat på olika utsläppskällor	114
5.4.3 Kuormituksen vuodenaikaisvaihtelu	117
5.4.3 Årstidsvariationer i belastning	117

6 Ympäristön seuranta	125
6 Miljöövervakning	125
6.1 Veden laadun ja ympäristömyrkkujen seuranta	126
6.1 Övervakning av vattenkvalitet och miljögifter	126
6.2 Velvoitetarkkailu	131
6.2 Egenkontroll	131
6.3 Kalakantojen seuranta	133
6.3 Övervakning av fiskbestånden	133
 7 Vesistön tila	 136
7 Tillståndet i vattendraget	136
7.1 Aineisto ja menetelmät	136
7.1 Material och metoder	136
7.2 Veden laadun yleispiirteet vesistöalueen eri osissa	137
7.2 Vattenkvaliteten inom de olika delarna av avrinningsområdet, en allmän översikt	137
7.2.1 Tornionjoen ja Muonionjoen pääuoma sekä Tornionjärvi ja Kilpisjärvi ..	137
7.2.1 Torne och Muonio älvars huvudfåror samt sjöarna Torneträsk och Kilpisjärvi	137
7.2.2 Suomen puoleiset sivujoet	146
7.2.2 Biflöden på den finska sidan	146
7.2.3 Ruotsin puoleiset sivujoet	147
7.2.3 Torne älvs biflöden på den svenska sidan	147
7.2.4 Vesistöalueen järvet	148
7.2.4 Sjöar inom avrinningsområdet	148
7.3 Happamuustilanne	150
7.3 Surhetstillstånd	150
7.3.1 Järvet	150
7.3.1 Sjöar	150
7.3.2 Pienten jokien happamuustilanne	152
7.3.2 Surhetstillståndet i små vattendrag	152
7.4 Veden laadun vuodenaikaisvaihtelu	157
7.4 Variationer i vattenkvaliteten under olika årstider	157
7.4.1 Havaintopaikkojen väliset erot eri vuodenaikoina	161
7.4.1 Skillnader mellan mätstationerna under olika årstider	161
7.4.2 Kesäajan rehevyystaso	168
7.4.2 Vattendragens näringstillstånd under sommaren	168
7.4.3 Veden hygieeninen laatu ja happipitoisuus	173
7.4.3 Vattnets hygieniska kvalitet och syrehalt	173
7.5 Veden laadun pitkän aikavälin muutokset	174
7.5 Långsiktiga förändringar i vattnets kvalitet	174
7.5.1 Aineisto ja menetelmät	174
7.5.1 Material och metoder	174
7.5.2 Havaitut muutokset	176
7.5.2 Observerade förändringar	176
7.5.3 Yhteenveto havaituista muutoksista	188
7.5.3 Sammanfattning av observerade förändringar	188
7.6 Raskasmetallit ja pysyvät orgaaniset ympäristömyrkyt	191
7.6 Tungmetaller och persistenta organiska miljögifter	191
7.6.1 Raskasmetallien ja pysyvien orgaanisten ympäristömyrkkujen päästöt ilmaan ja laskeuma	193
7.6.1 Utsläpp till luft samt nedfall av tungmetaller och persistenta organiska miljögifter	193

7.6.2 Raskasmetallit vesiympäristössä	198
7.6.2 Tungmetaller i vattenmiljö	198
7.6.3 Orgaaniset ympäristömyrkyt vesiympäristössä	209
7.6.3 Organiska miljögifter i vattenmiljöer.....	209
8 Yhteenveto vesistön tilasta ja kuormituksesta	213
8 Sammanfattning av belastning och tillstånd i Torne älv	213
9 Seurannan kehittäminen	220
9 Framtida övervakning	220
9.1 Puutteet nykyisessä seurannassa	220
9.1 Brister i nuvarande övervakning	220
9.2 Seurannan tavoitteet.....	221
9.2 Mål för övervakningen	221
9.3 Ehdotukset seurannan kehittämiseksi	222
9.3 Förslag till hur övervakningen bör utvecklas	222

Esipuhe

Tämä raportti on Lapin ympäristökeskuksen ja Norrbottenin lääninhallituksen välisen yhteistyön tulos. Se on ensimmäinen perusselvitys koko Tornionjoen vesistön tilasta ja kuormituksesta. Projektia ovat rahoittaneet molemmat vastuulliset viranomaiset sekä suomalais-ruotsalainen rajajokikomissio, jolta saatiin huomattava osuus rahoituksesta. Projektin vetäjänä on toiminut biologi Annukka Puro-Tahvanainen Lapin ympäristökeskuksesta ja lisäksi hän on kirjoittanut käsikirjoitukseen luvut 6–7. Biologi David Lundvall Norrbottenin lääninhallituksesta kokosi Ruotsin puolen aineiston ja biologi Liisa Viitala Lapin ympäristökeskuksessa kokosi vastaavat tiedot Suomen puolelta ja kirjoitti käsikirjoitukseen luvut 2–5. Alueen kallioperää koskevan tekstin kirjoitti Vesa Perttunen Geologian tutkimuskeskuksesta ja lisäksi hän laati alueen yksinkertaistetun kallioperäkartan.

Suomenkielinen käsikirjoitus käännettiin ruotsiksi, minkä jälkeen kaksikielistä käsikirjoitusta muokattiin Norrbottenin lääninhallituksen ja Lapin ympäristökeskuksen välisenä tiiviinä yhteistyönä. Edellä mainittujen henkilöiden lisäksi tähän työhön osallistuivat Gunnar Brännström ja Lisa Lundstedt Norrbottenin lääninhallituksesta sekä Pekka Räinen ja Juhani Itkonen Lapin ympäristökeskuksesta. He ovat myös myötävaikuttaneet raportin toimenpite-ehdotusten laatimiseen.

Raporttia varten on saatu tietoja useilta eri tahoilta ja käsikirjoitusta ovat kommentoineet monet asiantuntijat sekä Suomessa että Ruotsissa. Kalastusta ja kalaston tilan seuranta koskevaa osuutta kommentoivat muun muassa Atso Romakkaniemi Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksesta sekä Olli Tuu-

Förord

Denna rapport är ett resultat av ett samarbete mellan Lapplands miljöcentral och länsstyrelsen i Norrbotten med syftet att göra den första grundläggande utredningen av tillståndet och belastningen inom hela Torne älvs vattensystem. Projektet har finansierats dels av de båda ansvariga myndigheterna, dels av finsk-svenska gränsälvskommissionen som har lämnat ett betydande bidrag. Biolog Annukka Puro-Tahvanainen vid Lapplands miljöcentral har varit projektledare och hon har också skrivit manuskriptet till kapitlen 6–7. David Lundvall, biolog vid länsstyrelsen i Norrbotten har samlat in det material som berör Sverige och biolog Liisa Viitala vid Lapplands miljöcentral har samlat in motsvarande material i Finland och skrivit manuskriptet till kapitlen 2–5. Vesa Perttunen vid Geologiska forskningscentralen har skrivit om berggrunden inom området och han har också sammanställt en förenklad karta över berggrunden.

Det finska manuskriptet har översatts till svenska varefter det tvåspråkiga manuskriptet har bearbetats i ett nära samarbete mellan länsstyrelsen i Norrbotten och Lapplands miljöcentral. I detta arbete har förutom de nämnda personerna även Gunnar Brännström och Lisa Lundstedt vid länsstyrelsen i Norrbotten samt Pekka Räinen och Juhani Itkonen vid Lapplands miljöcentral deltagit. De har även medverkat i utarbetandet av åtgärdsförslagen i rapporten.

För rapporten har vi fått uppgifter från många olika håll och flera sakkunniga, både i Finland och i Sverige, har kommenterat manuskriptet. Avsnittet som behandlar fiskerinäringen och fiskbestånden har kommenterats av bl.a. Atso Romakkaniemi vid Vilt- och fisk-

nainen ja Kare Koivisto Lapin TE-keskuksesta. Raskasmetalleja ja ympäristömyrkyjä koskevaa osuutta kommentoivat Pekka Vuorinen Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksesta, Jaakko Mannio Suomen ympäristökeskuksesta ja Sirkka Juntto Ilmatieteen laitoksesta. Norrbottenin lääninhallituksesta Ann-Christine Burman on kommentoinut kulttuuriympäristöä ja väestöä koskevia lukuja ja Jan-Ivar Rönnbäck on tarkistanut porotaloutta koskevan osuuden. Lars Lindqvist ja Uno Strömberg ovat kommentoineet veden laatua ja ympäristömyrkyjä koskevia osia ja Gunnar Plym Forsell on tarkistanut maatalouden kuormitusta koskevan osan. Raportin kuvien käsittely ja taitto tehtiin Lapin ympäristökeskuksessa. Paikkatietoaineiston käsittelystä sekä karttojen tekemisestä vastasivat Riku Elo ja Ritva-Liisa Hakala ja kuvien muokkaukseen osallistuivat Sari Björkbacka, Suvi Hermanoff, Pirjo Saari, Harri Hirvasniemi ja Jari Kämäräinen. Julkaisun ovat taittaneet Kyllikki Koskela ja Mari Pyhäjärvi. Suomenkielisen käsikirjoituksen käänsi ruotsiksi pääosin Eva Persson Puurula. Ija Rönqvist vastasi koko ruotsinkielisen tekstin tarkistuksesta ja muokkauksesta.

Lämpimät kiitokset kaikille työhön osallistuneille!

Rovaniemi ja Luulaja 22.8.2001

Tekijät

eriforskningsinstitutet samt Olli Tuunainen och Kare Koivisto vid Lapplands arbetskrafts- och näringscentral. Pekka Vuorinen vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet, Jaakko Mannio vid Finlands miljöcentral och Sirkka Juntto vid Meteorologiska institutet har kommenterat avsnittet om tungmetaller och miljögifter. Vid länsstyrelsen i Norrbotten har kommentarer till avsnittet om kulturmiljö och befolkning lämnats av Ann-Christine Burman medan Jan-Ivar Rönnbäck har granskat avsnittet om rennäring. Lars Lindqvist och Uno Strömberg har bidragit med synpunkter på avsnitten om vattenkvalitet och miljögifter medan Gunnar Plym Forsell har granskat belastningen från jordbruket. Behandling av bildmaterialet och layout har gjorts vid Lapplands miljöcentral. Riku Elo och Ritva-Liisa Hakala har svarat för geografiska data och ritat kartorna och Sari Björkbacka, Suvi Hermanoff, Pirjo Saari, Harri Hirvasniemi och Jari Kämäräinen har behandlat bildmaterialet. Kyllikki Koskela och Mari Pyhäjärvi har gjort layouten. Eva Persson Puurula har till största delen översatt det finska manuskriptet till svenska. Ija Rönqvist har språkgranskat och bearbetat hela den svenska texten.

Ett varmt tack till alla som har deltagit i projektet!

Rovaniemi och Luleå 22.8.2001

Författarna

Johdanto

Inledning

Tornionjoki sivujokineen on ainutlaatui-
nen ja siten myös hyvin arvokas vesis-
tö sekä kansallisesti että kansainvälises-
ti. Se on yksi harvoista suurista säännös-
telemättömistä joista, jossa on alkupe-
räiset, luonnonvaraisesti lisääntyvät Itä-
meren lohen ja meritaimenen kannat.
Tornionjoki on poikkeuksellinen myös
siinä mielessä, että siinä on sivuhaara,
Tärendöjoki, jonka kautta yli puolet
joen vedestä virtaa Kalixjokeen. Tällais-
ta yhteyttä kahden vesistön välillä kut-
sutaan bifurkaatioksi. Jokien luonnon-
tilaisuuden säilyttämiseksi pitkällä ai-
kavälillä sekä Tornionjoki että Kalixjo-
ki on Ruotsissa esitetty kuuluvaksi Na-
tura 2000-verkostoon. Suomessa selvi-
tetään vastaavasti, pitäisikö Suomen
puoleinen Tornionjoen vesistöalue liit-
tää Suomen Natura 2000 -ehdotukseen.

Tornionjoen ja Muonionjoen pää-
uoman veden laatua on seurattu jatku-
vasti 1960-luvun alkupuolelta lähtien ja
vesistön kalakannoista on kerätty ja ra-
portoitu säännöllisesti tietoa 1970-lu-
vun alkupuolelta lähtien. Tornionjoen
kalataloudellisesta ja matkailullisesta
arvosta huolimatta vesistön tilasta, kuor-
mituksesta ja seurannoista ei ole aiem-
min tehty koko vesistöaluetta koskevaa
yhteenvetoa. Tämän puutteen poista-
miseksi Lapin ympäristökeskus ja Norr-
bottenin lääninhallitus päättivät käyn-
nistää keväällä 1998 tämän projektin.

Projektin tavoitteena oli kerätä tie-
toa Tornionjoen pääuoman ja tärkeim-
pien sivuvesien tilasta sekä arvioida ve-
sistöalueen kokonaiskuormitusta ja eri
tekijöiden merkitystä vesistön tilan kan-
nalta. Raportissa tuodaan esiin myös tie-
don puutteet ja lisäselvitystarpeet sekä
esitetään suuntaviivat vesistön tilan
seurantojen kehittämiseksi. Selvityksen
tarkoituksena on toimia pohjana Tor-
nionjoen vesistön tilan seurantojen ja

Torne älv och dess biflöden är ett unikt
och därmed också mycket värdefullt
vattendrag såväl nationellt som inter-
nationellt sett. Den är en av de få stora
oreglerade älvarna där det finns ur-
sprungliga, naturligt reproducerande
bestånd av östersjölox och havsöring.
Älven är exceptionell även därför att den
har en flodförgrening, Tärendö älv, ge-
nom vilken mer än hälften av dess vat-
ten rinner till Kalix älv. En sådan förbin-
delse mellan två flodsystem kallas bi-
furkation. För att på lång sikt bevara na-
turtillståndet i älvarna har det i Sverige
föreslagits att både Torne och Kalix äl-
var ska ingå i Natura 2000-nätverket. I
Finland utreds om den finska sidan av
Torne älvs avrinningsområde också ska
ingå i förslaget till Natura 2000 - nät-
verket.

Vattenkvaliteten i huvudfårorna i
Torne och Muonio älvar har kontinuer-
ligt följts upp sedan början av 1960-ta-
let och sedan början av 1970-talet har
också uppgifter om fiskbeståndet i vat-
tendraget regelbundet insamlats och
rapporterats. Trots att älven har stor be-
tydelse för både fiskeri- och turist-
näringarna har det dock inte tidigare
gjorts någon sammanställning över hela
avrinningsområdets tillstånd, belast-
ning och övervakning. Våren 1998 be-
slutade därför Lapplands miljöcentral
och länsstyrelsen i Norrbotten att av-
hjälpa denna brist genom att gemen-
samt genomföra detta projekt.

Målet med projektet var att samla
in uppgifter om tillståndet i Torne älvs
huvudfåra och dess viktigaste biflöden,
samt att uppskatta hur den totala be-
lastningen inom avrinningsområdet och
de olika föroreningskällorna inverkar på
vattendraget. I rapporten behandlas ock-
så brister i informationen och behovet
av vidare utredningar. Dessutom ges

velvoitetarkkailujen kehittämiseksi yhteistyössä alueen ympäristöviranomaisen sekä kuntien, elinkeinonharjoittajien, asukkaiden, kalastajien ja muiden kehittämistyöhön osallistuvien tahojen kanssa.

EU:ssa on hyväksytty yhteisön vesipolitiikan puitteita koskeva direktiivi. Tämän ns. vesipuitediirektiivin tarkoituksena on mm. parantaa pintavesien ekologian tilaa tai estää vesiekosysteemien tilan heikkeneminen. Tavoitteiden saavuttaminen edellyttää työtä vesipiireissä, jotka voivat koostua yhdestä tai useammasta vesistöalueesta. Vesistöille, joiden valuma-alueet koskettavat useita maita, tullaan muodostamaan niin sanottu kansainvälinen vesipiiri kansallisten neuvottelujen jälkeen. Tällöin ainakin osa Tornionjoen vesistöalueesta tulee muodostamaan kansainvälisen vesipiirin. Työskentely kansainvälisellä vesipiirillä edellyttää läheistä yhteistyötä molempien maiden viranomaisten välillä. Tämän vuoksi tästä projektista saadut kokemukset tulevat olemaan suureksi hyödyksi kansainvälisen vesipiirin perustamisessa.

förslag till hur den framtida övervakningen av tillståndet i vattendraget ska utvecklas. Avsikten är att utredningen ska fungera som en grund för hur recipientkontroll och annan övervakning av tillståndet i Torne älv ska utvecklas i samarbete med miljömyndigheter, kommuner, näringsidkare, invånare, fiskare och andra som är intresserade av att delta i miljöarbetet.

Ett direktiv för vattenpolitik, det s.k. vattendirektivet, har godkänts inom EU. Syftet är bl.a. att förbättra den ekologiska statusen i ytvatten eller åtminstone att förhindra en försämring av tillståndet i vattenekosystemen. För att uppnå detta ska arbetet bedrivas inom vattendistrikt som kan bestå av ett eller flera avrinningsområden. För vattendrag där avrinningsområdet berör flera länder ska ett s.k. internationellt vattendistrikt bildas efter förhandlingar på det nationella planet. Då kommer åtminstone en del av Torne älvs avrinningsområde att utgöra ett internationellt vattendistrikt. Arbetet inom det internationella distriktet förutsätter ett nära samarbete mellan myndigheterna i de båda länderna. När vattendistriktet bildas kommer erfarenheterna från detta projekt därför att vara till stor nytta.

Tornionjoen laaja vesistöalue ulottuu Pohjois-Ruotsin ja Luoteis-Lapin tunturialueelta Perämerelle saakka. Vesistöalueen pinta-ala on yhteensä 40 157 km², josta Ruotsin puolella on 25 393 km² ja Suomen puolella 14 480 km² (Svenskt Vattenarkiv 1999). Paikoin vesistöalueen latvaosat ulottuvat Norjan puolelle, ja näiden alueiden pinta-ala on yhteensä 284 km². Vesistöalue muodostuu kahdesta päähaarasta, Ruotsin puolelta tulevas-ta Tornionjoesta sekä Muonionjoesta, joka virtaa pitkin Ruotsin ja Suomen rajaa. Nämä joet yhtyvät noin 10 km Pajalan taajaman alapuolella. Tornionjoen pituus Tornionjärvestä Perämeren rannikolle on noin 470 km. Matka Kilpisjärveltä Perämeren rannikolle on noin 520 km mitattuna Könkämäenoa, Muonionjokea ja Tornionjokea pitkin (Lähteet: Suomi: Maanmittauslaitoksen peruskartan rantaviiva-aineisto 1:20 000, Ruotsi: Blå kartan 1:100 000, Lantmäteriverket).

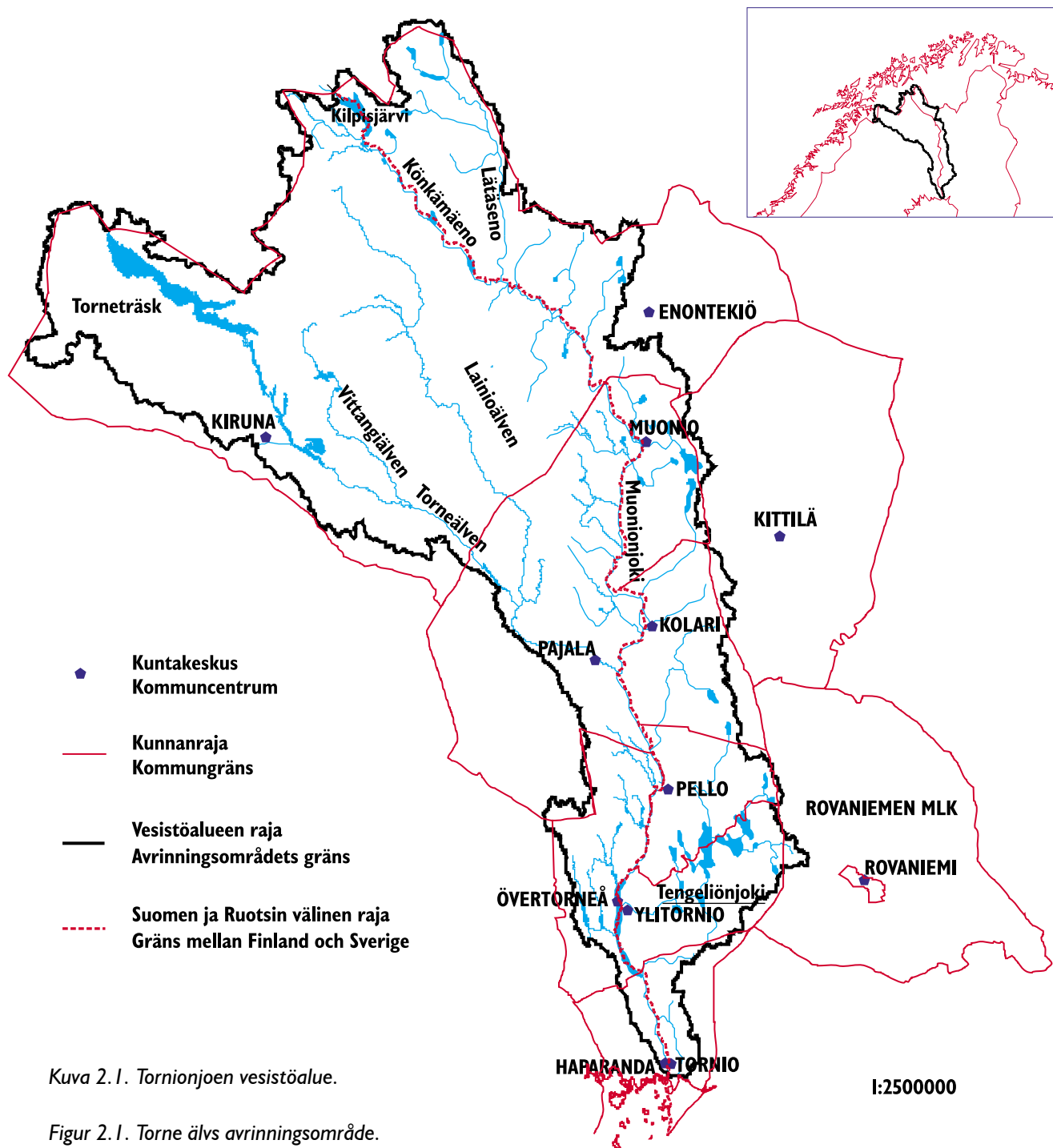
Tornionjoki alkaa Tornionjärvestä, joka on vesistöalueen suurin järvi. Tornionjoen yläjuoksun suurimpia sivujoja ovat Rautaseno ja Vittankijoki. Junosuandossa Tornionjoesta erkanee Tärännönjoki, jonka kautta vähän yli puolet (noin 56 %) Tornionjoen vesistä virtaa Kalixjokeen. Bifurkaatiokohdan alapuolella Tornionjokeen yhtyy Lainionjoki, joka on Muonionjoen jälkeen suurin Tornionjoen sivujoista. Muonionjoen latvahaarat Könkämäeno ja Lätäseno yhtyvät Muonionjokeksi noin 10 km Kaarusuvannon yläpuolella (kuva 2.1).

Tornionjoen alajuoksun suurin sivujoki on Tengeliönjoki, joka laskee Ylitor-nion kohdalla Suomen puolelta Tornionjokeen. Sen vesistöalueella sijaitseva Miekojärvi on vesistöalueen toiseksi suurin järvi. Tengeliönjoki ja Ruotsin puolella sijaitseva Puostijoki ovat Tornionjoen ainoat sivujoet, jotka on padot-

Torne älvs vidsträckta avrinningsområde sträcker sig från fjällområdet i norra Sverige och nordvästra Lappland ner till Bottenviken i söder. Avrinningsområdet är sammanlagt 40 157 km² stort, varav 25 393 km² ligger på svensk sida och 14 480 km² på finsk sida (Svenskt Vattenarkiv 1999). I norr ligger delar av avrinningsområdet delvis i Norge och totalytan av dessa områden är 284 km². I avrinningsområdet finns två stora älvar, Torne älv som kommer från den svenska sidan och Muonio älv som är nationsgräns mellan Sverige och Finland. Ungefär 10 km nedströms Pajala tätort flyter dessa älvar samman. Torneälvens längd från Torneträsk till mynningen i Bottenviken är ca 470 km. Sträckan från Kilpisjärvi längs Könkämä-Muonio-Torne älvar mäter ca 520 km (Källor: Finland: Maanmittauslaitoksen peruskartan rantaviiva-aineisto 1:20 000, Sverige: Blå kartan 1:100 000, Lantmäteriverket).

Torne älv rinner upp i Torneträsk som är den största sjön inom avrinningsområdet. Älvarna Rautas och Vittangi är de största biflödena i Torne älvs övre lopp. I Junosuando förgrenar sig Torne älv i Tärändöälven, som är en bifurkation (flodförgrening) genom vilken drygt hälften (ca 56 %) av vattnet i Torne älv rinner till Kalixälven. Nedströms bifurkationen flyter Lainio älv samman med Torne älv. Lainio älv är det största biflödet efter Muonio älv. Lätäseno och Könkämäälven flyter samman ungefär 10 km uppströms Karesuando och bildar Muonioälven (figur 2.1).

Det största biflödet i Torne älvs nedre lopp är Tengeliönjoki som rinner ut i Torne älv från finsk sida i höjd med Övertorneå. Här finns Miekojärvi som är den näst största sjön inom Torne älvs avrinningsområdet. Tengeliönjoki samt Puostijoki i Sverige är de enda biflöde-



Kuva 2.1. Tornionjoen vesistöalue.

Figur 2.1. Torne älvs avrinningsområde.

tu voimatalouskäyttöä varten. Lisäksi Tornionjoen Kengisforsenissa, vähän ennen Muonionjoen liittymäkohtaa, on voimalaitos, mutta se ei patoa jokiuomaa, vaan käyttää ainoastaan pienen osan Tornionjoen vedestä (ks. myös luku 4.1 Voimatalous ja muu vesistörakentaminen).

na i Torne älv som är uppdämda för produktion av vattenkraft. Ett vattenkraftverk finns också vid Kengisforsen i Torne älv strax uppströms Muonioälvens anslutning, men det dämmer inte upp vattendraget utan nyttjar endast en liten del av flödet i Torne älv (se även kap. 4.1 Vattenkraftverk och övrig utbyggnad av vattendraget).

Noin 25 km ennen jokisuuta Tornionjoesta erkanee Suomen puolella erillinen suuhaara, Liakanjoki, jonka kautta virtaa keskimäärin 7 % Tornionjoen kokonaisvirtaamasta. Alimpien virtaamien aikana ei pääjoesta ole virtausta Liakanjokeen (Vesihallitus 1980).

2.1 Ilmasto

Tornionjoen pohjois-eteläsuuntaisesta pituudesta johtuen ilmasto-olot alueella vaihtelevat paljon. Vuoden keskilämpötila on Tornionjoen alajuoksulla keskimäärin 0–1 °C, Muodoslompolossa se on -1,4 °C ja Kilpisjärvellä noin -2,6 °C. Termisen kasvukauden pituus eli niiden päivien lukumäärä, jolloin vuorokauden keskilämpötila on yli 5 °C, on Tornionjärven ja Kilpisjärven seudulla noin 110 vuorokautta, mikä on yli kuukauden vähemmän kuin Tornionjoen alajuoksulla (kuvat 2.2 ja 2.3) (Ilmatieteen laitos 1991, 1999, SMHI 1991, Sveriges nationalatlas 1995).

Alueen lämpöoloihin vaikuttaa maantieteellisen sijainnin lisäksi etäisyys merestä. Meri tasoittaa lämpötiloja, niinpä mereisellä alueella talvet ovat lauhvoja ja pohjois-eteläsuuntaiset lämpötilaerot pieniä. Norjan rannikon suuntainen Skandien vuoristo estää Atlantilta tulevan lämpimän ilman leviämisen mantereen sisäosiin ja Pohjois-Ruotsi ja -Suomi ovatkin Skandinavian olosuhteissa lämpöilmastoltaan hyvin mantereisia. Tornionjoen alajuoksulla Perämeren läheisyys tuo ilmastoon merisiä piirteitä.

Vuosittaiset sademäärät vaihtelevat suurimmalla osalla vesistöaluetta 400–550 mm siten, että pienimmät sademäärät ovat pohjoisessa. Skandien vuoriston länsirinteillä sataa huomattavasti enemmän kuin vuoriston itäpuolella, sillä Atlantilta saapuva kostea ilma jäähtyy ja tiivistyy sateeksi kohotessaan pitkin vuoriston rinteitä. Skandien itärinteellä sijaitsevassa Katterjåkkassa, joka on Ruotsin ilmatieteen ja hydrologian laitoksen (SMHI) havainto-

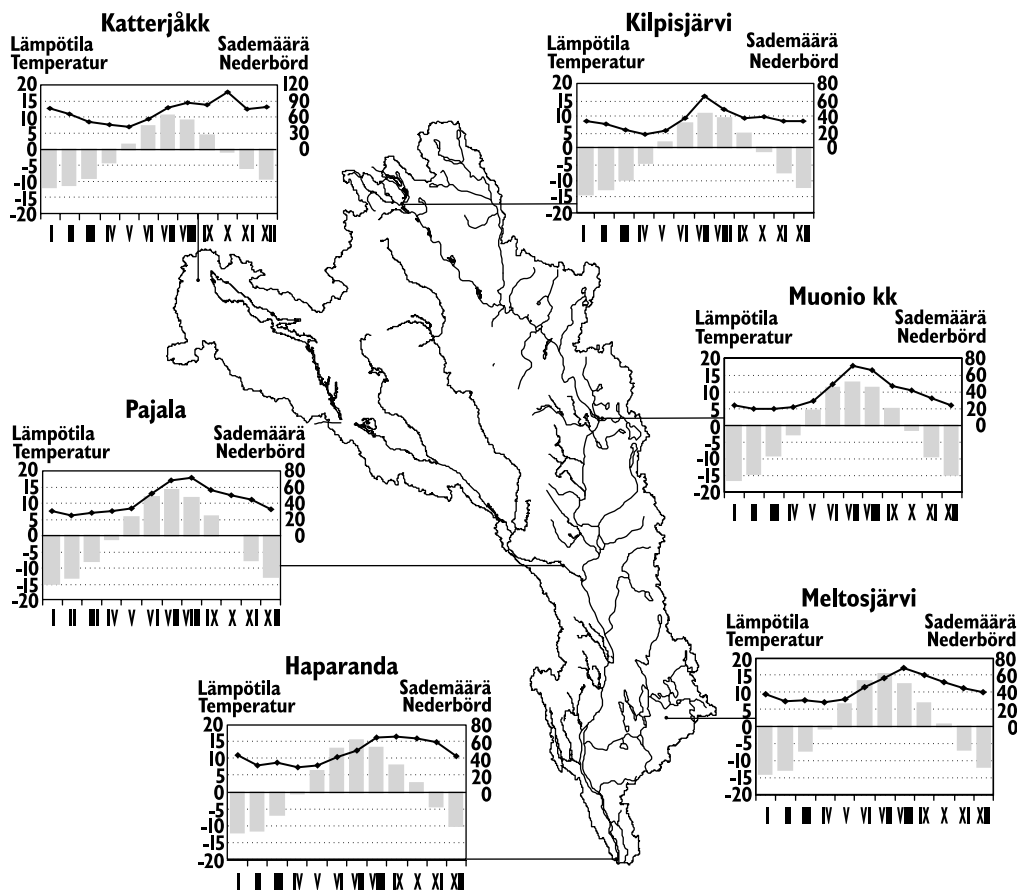
Ungefär 25 km före mynningen förgrenar sig Torne älv på den finska sidan i en separat mynningsarm, Liakanjoki. I denna sidofåra flyter i genomsnitt 7 % av vattnet i Torne älv, men då flödet är som minst är sidofåran torr (Vesihallitus 1980).

2.1 Klimat

Eftersom Torne älv har en lång sträckning i nord-sydlig riktning är klimatvariationen inom avrinningsområdet stor. Årsmedeltemperaturen i nedre loppet av Torne älv är i genomsnitt 0–1 °C medan den i Muodoslompolo är -1,4 °C och i trakten av Kilpisjärvi ungefär -2,6 °C. Vegetationsperiodens längd, dvs. det antal dagar under ett år då dygnsmedeltemperaturen överstiger 5 °C, är ca 110 dagar vid Torneträsk och i Kilpisjärvi, vilket är över en månad kortare än i nedre loppet av Torne älv (figurerna 2.2 och 2.3) (Ilmatieteen laitos 1991, 1999, SMHI 1991, Sveriges nationalatlas 1995).

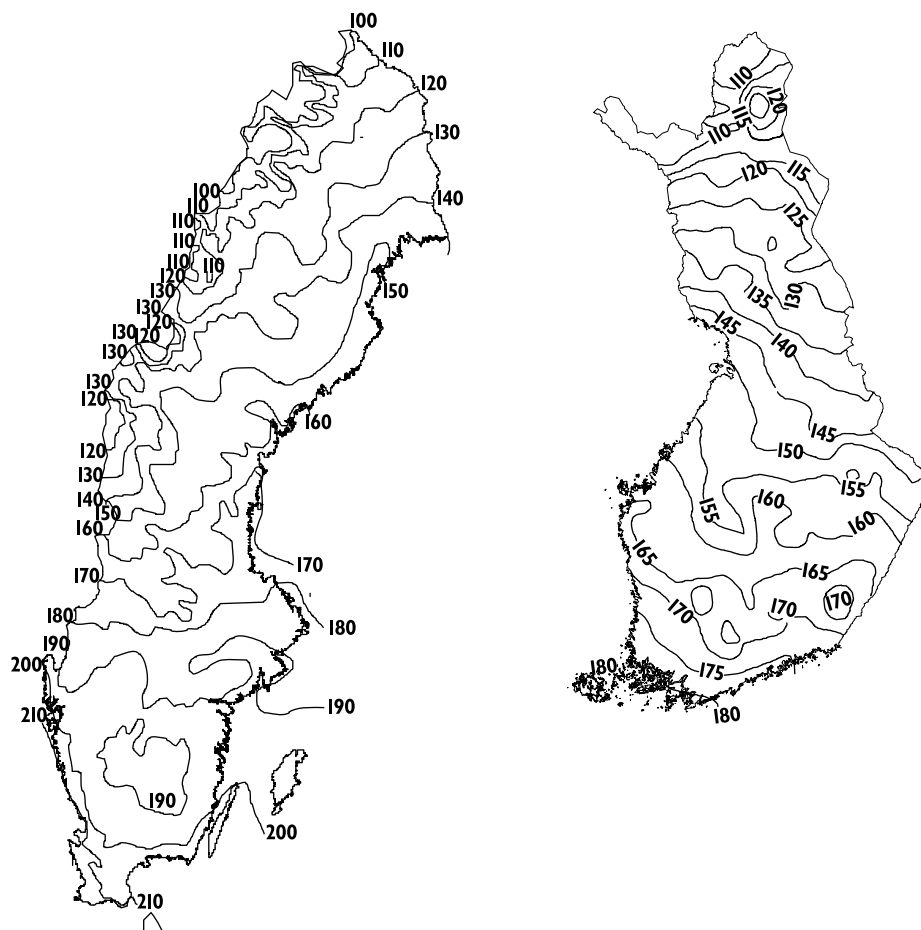
Temperaturförhållandena inom området påverkas förutom av det geografiska läget även av avståndet till havet. Eftersom havet verkar utjämnande på temperaturen är vintrarna vid kusten milda och temperaturskillnaderna i nord-sydlig riktning små. Den skandinaviska fjällkedjan, som löper parallellt med den norska kusten, hindrar den varma atlantluften från att sprida sig över de inre delarna av fastlandet. Både norra Sverige och Finland har för skandinaviska förhållanden ett mycket typiskt fastlandsklimat. I nedre loppet av Torne älv medför närheten till Bottenviken drag av havsklimat.

I största delen av avrinningsområdet varierar den årliga nederbörden mellan 400 och 550 mm. De minsta nederbördsmängderna faller i norr. Det regnar betydligt mer på de västra sluttningarna av den skandinaviska fjällkedjan än på de östra eftersom den inkommande fuktiga luften från Atlanten avkyls och kondenserar till regn när den tvingas uppåt längs fjällkedjan. Vid Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) mätstation i Katterjåkk,



Kuva 2.2. Lämpötilan ja sademäärän kuukausikeskiarvot vuosina 1961–1990 (Ilmatieteen laitos 1991, SMHI 1991).

Figur 2.2. Månads-medelvärden för temperatur och nederbörd under åren 1961–1990 (Ilmatieteen laitos 1991, SMHI 1991).



Kuva 2.3. Termisen kasvu-kauden pituus vuorokausina vuosina 1961–1990 (Ilmatieteen laitos 1999, Sveriges nationalatlas 1995).

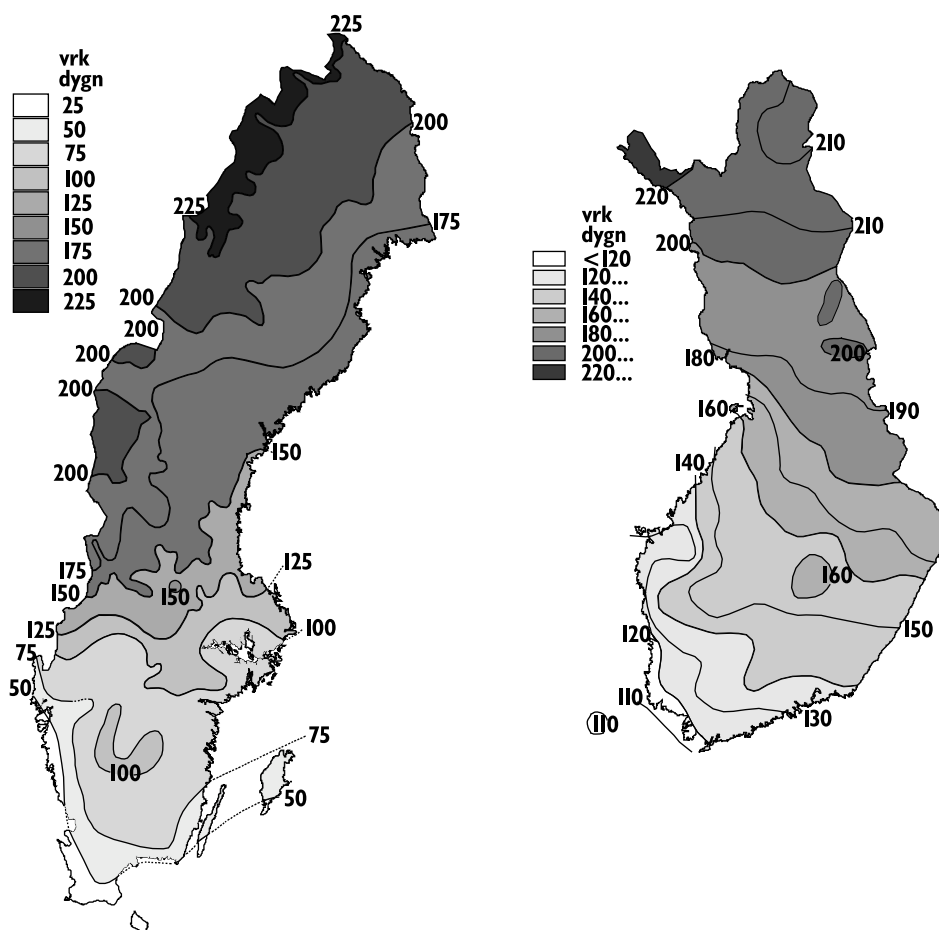
Figur 2.3. Vegetations-periodens längd i antal dagar under 1961–1990 (Ilmatieteen laitos 1999, Sveriges nationalatlas 1995).

asema, vuosittaiset sademäärät ovat keskimäärin 850 mm. Norjan rannikolla sademäärät ovat vielä huomattavasti suurempia. Lumena tulleen sademäärän osuus vuosisademäärästä on vesistöalueella yli 40 %. Kilpisjärvellä ja Katterjåkkassa yli puolet sateesta tulee lumena (Ilmatieteen laitos 1991, SMHI 1991).

Pisin vuodenaika Tornionjoen vesistöalueella on talvi, joka kestää jo Pellon korkeudella noin kuusi kuukautta. Talvi on meteorologisen määritelmän mukaan se aika vuodesta, jolloin keskilämpötila on alle 0 °C. Pohjoisimmissa osissa vesistöaluetta lumi-peiteaika ja jääpeitekausi kestävät noin kuukauden pitempään kuin Perämeren rannikolla (kuva 2.4) (Suomen kartasto 1986, Sveriges nationalatlas 1995).

som ligger på den östra sidan av fjällkedjan, är den årliga nederbördsmängden i genomsnitt 850 mm. Vid Norges kust är nederbördsmängderna betydligt större. Snöns andel av årsnederbörden i avrinningsområdet är över 40 %. Vid Kilpisjärvi och i Katterjåkk faller mer än hälften av årsnederbörden i form av snö (Ilmatieteen laitos 1991, SMHI 1991).

Vintern är den dominerande årstiden i Torne älvs avrinningsområde. Meteorologiskt definieras vinter som den tid av året då dygnets medeltemperatur håller sig under 0 °C. Redan i Pellotrakten varar vintern cirka sex månader. I de nordligaste delarna av avrinningsområdet ligger snö och is kvar cirka en månad längre än i kustområdet vid Bottenviken (figur 2.4) (Suomen kartasto 1986, Sveriges nationalatlas 1995).



Kuva 2.4. Lumipeiteajan pituus vuorokausina aukeilla mailla (Suomen kartasto 1987, Sveriges nationalatlas 1995).

Figur 2.4. Snötäckets varaktighet, dvs. antal dagar per år då öppna marker är snötäckta (Suomen kartasto 1987, Sveriges nationalatlas 1995).

2.2 Hydrologia

Tornionjoen vesistöalue on päävesistöalue, millä tarkoitetaan valuma-alueellaan suurehkoa vesistöä, johon kuuluvat kaikki sen sivujoet ja osa-alueet. Päävesistöalueisiin luokitellaan sekä Ruotsissa että Suomessa muutamaa poikkeusta lukuunottamatta yli 200 km² suuruiset vesistöalueet. Jokaiselle päävesistöalueelle on annettu numero. Ruotsissa päävesistöalueiden numerointi alkaa pohjoisesta ja kiertää maan rannikkoa pitkin Norjan rajalle. Vesistöalueet numeroidaan siinä järjestyksessä kuin ne laskevat mereen. Näin ollen Tornionjoen päävesistöalueen numero on Ruotsissa yksi. Suomessa päävesistöalueiden numerointi alkaa Laatokkaan laskevista vesistöalueista ja kiertää rannikkoalueet myötäpäivään päättyen Vienanmereen laskeviin vesistöihin. Tornionjoen vesistöalue on siten numero 67.

Suomessa päävesistöalueet on jaettu hierarkkisesti kolmeen jakovaiheeseen. Tornion–Muonionjoen vesistöalueella on yhdeksän isoa osa-alueita (67.1–67.9). Nämä on jaettu edelleen toisen ja kolmannen jakovaiheen osa-alueisiin (Ekholm 1993).

Ruotsissa SMHI:n tekemä vesistöaluejako eroaa Suomessa käytössä olevasta järjestelmästä siten, että päävesistöalueet on jaettu selvästi pienempiin yksiköihin (517 kpl Tornionjoen vesistöalueella). Yksiköiden numerointi perustuu alueen etäisyyteen jokisuusta. Käyttötarkoituksen mukaan yksiköt voidaan yhdistää sopivan suuriksi alueiksi.

Tässä selvityksessä käytetty osa-aluejako on valittu sillä perusteella, millaisessa muodossa tausta-aineisto on ollut saatavilla. Koska osa materiaalista perustuu Ruotsin tilastokeskuksen raporttiin (SCB 1998), osa-aluejako on tehty soveltaen SCB:n käyttämää aluejakoa. Sen mukaan koko vesistöalue on jaettu viiteen osa-alueeseen. Ensimmäinen osa-alue, Tornionjoen yläosa, koostuu Tornionjoen vesistöalueesta Tärännönjoen bifurkaation yläpuolella. Toinen osa-alue, Tornionjoen keskiosa, on Tärännönjoen ja Muonionjoen välinen alue. Kolmas ja neljäs osa-alue, Lainionjoen ja Muonionjoen alue, käsittävät

2.2 Hydrologi

Torne älvs avrinningsområde utgör ett huvudflodsområde, dvs. ett avrinningsområde för ett större vattendrag med alla biflöden och delavrinningsområden. Både i Sverige och i Finland räknas som huvudflodsområden med några få undantag samtliga avrinningsområden som är större än 200 km². Varje huvudflodsområde betecknas med ett nummer. I Sverige börjar numreringen från norr och följer kusten ända till gränsen mot Norge. Avrinningsområdena numreras i den ordning de mynnar i havet. Således har Torne älvs huvudflodsområde fått nummer ett i Sverige. I Finland däremot börjar numreringen med de vattendrag som rinner ut i Ladoga och fortsätter längs kusten medsols och slutar med de vattendrag som mynnar i Vita havet. Torne älvs avrinningsområde har således nummer 67 i Finland.

I Finland indelas huvudflodsområdena hierarkiskt i tre delområden. I Torne-Muonioälvens avrinningsområde finns nio stora delområden (67.1–67.9). Dessa nio områden indelas ytterligare i en andra och en tredje nivå (Ekholm 1993).

SMHI tillämpar inte samma indelning som i Finland utan huvudflodsområdena indelas i betydligt mindre delavrinningsområden (517 st. i Torne älvs avrinningsområde) som numreras enligt ett hierarkiskt system som baserar sig på områdets avstånd till älvmynningen. Dessa små avrinningsområden kan sedan enligt syftet sammanföras till lämpligt stora enheter.

Den indelning i delområden som använts i den här utredningen har valts utgående från källmaterialets indelning. Eftersom en del av materialet baserar sig på en rapport som Statistiska Centralbyrån utgett har vi tillämpat den indelning i delområden som SCB använt (SCB 1998) där hela avrinningsområdet indelas i fem delområden. Det första delområdet, Torne älvs övre del, omfattar Torne älvs avrinningsområde uppströms bifurkationen Täreändöälven. Det andra, Torne älvs mellersta del, omfattar området som avvattnar sträckan mellan Täreändöälven och Muonioälven. De tredje

kyseisten jokien valuma-alueet. Viides osa-alue, Tornionjoen alaosa, käsittää vesistöalueen alaosan Muonionjoen liittymäkohdasta lähtien (kuva 2.5).

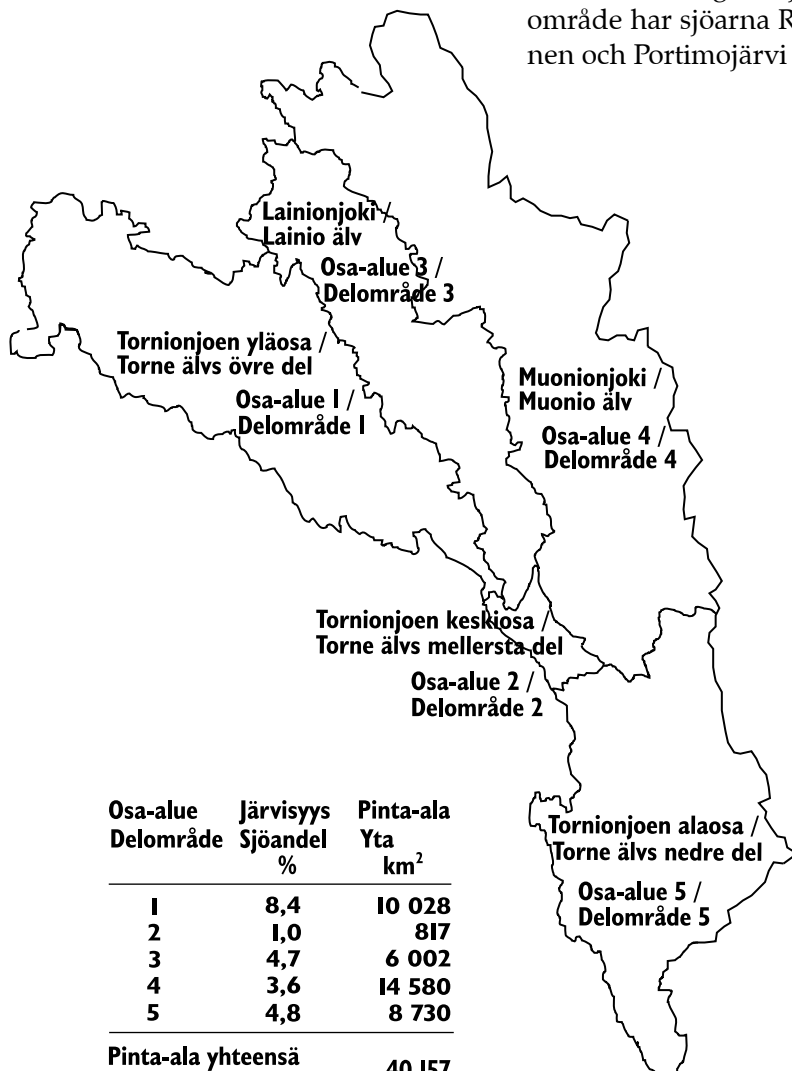
Tornionjoen vesistöalueen järvet ovat suurimmaksi osaksi pieniä, alle 1 km². Vain 18 järveä on pinta-alaltaan suurempia kuin 10 km² (taulukko 1). Vesistöalueen järvisyys on noin 4,6 %. Suurten järvien ansiosta järvisyysprosentti voi olla alueellisesti huomattavasti suurempikin, esim. Tengeliönjoen vesistöalueella, jossa sijaitsevat mm. Miekjärvi, Iso-Vietonen ja Raanujärvi, sekä Tornionjoen yläosalla, jossa järvisyyttä nostaa vesistöalueen suurin järvi, Tornionjärvi.

Tengeliönjoen vesistöalueella sijaitsevia Raanujärveä, Vietosta ja Portimojärveä säännöstellään vesivoiman tuottamista varten. Ruotsin puolella ai-

och fjärde delområdena, Lainio älv och Muonio älv, omfattar respektive älvs avrinningsområde. Det femte delområdet, Torne älvs nedre del, omfattar området som avvattnar Torne älv nedströms sammanflödet med Muonioälven (figur 2.5).

De flesta sjöarna inom Torne älvs avrinningsområde är små, mindre än 1 km², och endast 18 sjöar är större än 10 km² (tabell 1). Sjöarna utgör tillsammans ca 4,6 % av hela avrinningsområdets yta. I områden med stora sjöar kan andelen sjöyta regionalt vara betydligt större, t.ex. i Tengeliönjokis avrinningsområde med bl.a. sjöarna Miekjärvi, Iso-Vietonen och Raanujärvi. I den övre delen av Torne älvs avrinningsområde bidrar Torneträsk, som är den största sjön inom avrinningsområdet, till den höga sjöandelen.

Inom Tengeliönjokis avrinningsområde har sjöarna Raanujärvi, Vietonen och Portimojärvi reglerats för pro-



Kuva 2.5. Tässä raportissa käytetty Tornionjoen vesistöalueen osa-aluejako sekä osa-alueiden nimeäminen, pinta-alat ja järvisyysprosentit (osa-alueiden pinta-alat: Svenskt Vattenarkiv 1999, järvisyysprosentit: Blå kartan 1:100 000, Lantmäteriverket)

Figur 2.5. Torne älvs avrinningsområden med den delområdesindelning som tillämpats i denna rapport samt deras beteckning, yta och sjöandel (ytor av delområden: Svenskt Vattenarkiv 1999, sjöandelen: Blå kartan 1:100 000, Lantmäteriverket).

Taulukko 2.1. Yli 10 km² suuruiset järvet suurusjärjestyksessä Tornionjoen vesistöalueella (Lapin ympäristökeskus 1993, SMHI 1996).

Tabell 2.1. De största sjöarna (> 10 km²) i storleksordning i Torne älvs avrinningsområde (Lapin ympäristökeskus 1993, SMHI 1996).

Nimi Namn	Pinta-ala (km ²) Yta (km ²)	Kunta Kommun	Osa-alue Delområde
Torneträsk	332,0	Kiruna	1
Miekojärvi	62,6	Ylitornio, Pello	5
Kilpisjärvi-Alajärvi	36,3	Enontekiö, Kiruna	4
Iso-Vietonen	35,6	Ylitornio, Pello	5
Råstojaure (Rostujavri)	35,3	Kiruna	3
Raanujärvi	26,1	Ylitornio, Pello	5
Sautusjärvi	25,1	Kiruna	1
Jerisjärvi	23,5	Muonio	4
Rautasjaure	16,5	Kiruna	1
Iso-Lohijärvi	14,7	Ylitornio	5
Puostijärvi	14,0	Haparanda	5
Jukkasjärvi	13,6	Kiruna	1
Äkäsjärvi	12,9	Muonio	4
Kiepanjaure	12,8	Kiruna	3
Vittangijärvi	12,0	Kiruna	1
Kalliojärvi/Oinakajärvi	11,4	Kiruna	1
Alajaure	11,0	Kiruna	1
Lulep Stalojaure	10,3	Kiruna	1

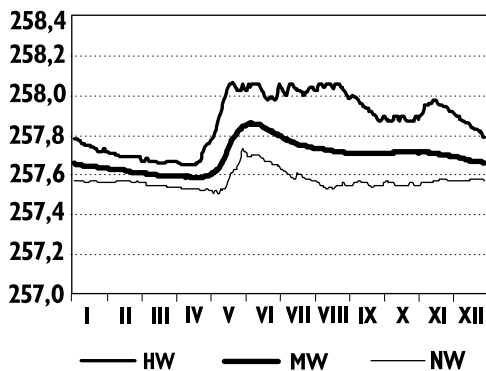
noa säännöstelty järvi on Puostijärvi Armasjoen vesistöalueella. Vedenpinnan vaihtelu näissä järvissä riippuu niistä säännöstelevien voimalaitosten käyttämästä säännöstelyrytmistä (ks. myös luku 4.1 Voimatalous ja muu vesistöä rakentaminen). Muissa vesistöalueen järvissä vedenpinnan korkeusvaihtelut seuraavat luonnollista vuodenaikaisvaihtelua. Korkeimmillaan vesi on kevättulvan aikaan touko-kesäkuussa, minkä jälkeen vedenpinta laskee syksyä kohti. Loka-marraskuussa havaitaan usein syyssateiden vaikutus vähäisenä vedenpinnan kohoamisena. Matalimmalla tasolla järvien vedenpinta on huhtikuussa ennen uuden kevättulvan alkua (kuva 2.6).

Tornionjoki kuuluu Pohjoiskalotin suuriin jokiin paitsi vesistöalueen koon myös virtaamansa puolesta. Tornionjoen alajuoksulla Karungissa, joka sijaitsee Liakanjoen haarautumiskohdan yläpuolella, keskivirtaama on ollut vuosina 1961–1990 yli 350 m³/s (taulukko 2.2). Lapin läänissä vain Kemijoessa ja Norrbottenin läänissä Luulajanjoessa keskivirtaamat ovat suurempia kuin Tornionjoessa. Virtaaman määrä vaihtelee vuosit-

duktion av vattenkraft. På den svenska sidan påverkas bara sjön Puostijärvi i Armasjokis vattensystem av reglering. Vattennivån i dessa sjöar styrs av den regleringsrytm som tillämpas vid de olika kraftverken (se även kap. 4.1 Vattenkraftverk och övrig utbyggnad av vattendraget). I de övriga sjöarna inom avrinningsområdet följer variationerna i vattennivån den naturliga årstidsrytmen. Högst är vattennivån i sjöarna vid tiden för vårflo den i maj–juni. Därefter sjunker vattennivån mot hösten. I oktober–november kan höstregnen ofta höja vattennivån något. Lägst är vattennivån i sjöarna i april strax innan vårflo den börjar (figur 2.6).

Torne älv räknas till de stora älvarna på Nordkalotten, både när det gäller avrinningsområdets storlek och vattenflödets volym. Vid Karunki, som ligger norr om älven Liakanjokis förgrening i Torne älvs nedre lopp, har medelvattenföringen under perioden 1961–1990 varit över 350 m³/s per år (tabell 2.2). Större årsmedelflöden kan mätas endast i Kemi älv i Lapplands län och i Lule älv i Norrbottens län. Eftersom flödesvolymen påverkas förutom av avrinnings-

Vedenkorkeus m mpy. / Vattenstånd m ö.h.

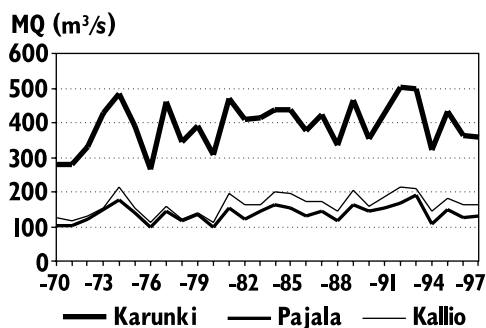


Kuva 2.6. Vedenkorkeuden keskimääräinen vuodenaikainen vaihtelu Jerisjärvestä kaudella 1961–1990 (Hyttek 1999a). HW = ylin vedenkorkeus, MW = keski-vedenkorkeus, NW = alin vedenkorkeus.

Figur 2.6. De genomsnittliga årstidsvariationerna i vattenståndet i sjön Jerisjärvi under perioden 1961–1990 (Hyttek 1999a). HW = högsta vattennivå, MW = medelvattennivå, NW = lägsta vattennivå.

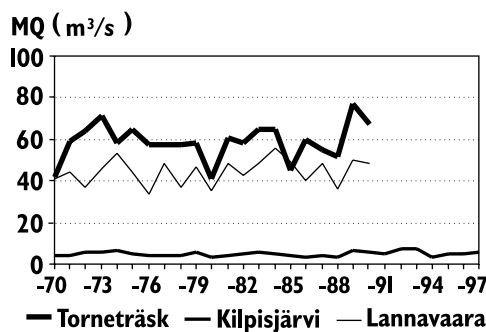
tain, sillä siihen vaikuttavat valuma-alueen pinta-alan lisäksi sadanta ja haihdunta (kuva 2.7). Vuosijaksolla 1970–1997 virtaama on ollut suurin vuosina 1992–1993, jolloin vuoden keskivirtaama Karungissa on ollut noin 500 m³/s (kuva 2.7). Keskimäärin virtaamat näyttävät olleen suurempia 1980- ja 1990-luvulla verrattuna 1970-lukuun.

Virtaama vaihtelee paljon myös vuodenaikojen mukaan. Touko-kesäkuussa kevättulva nostaa virtaamat moninkertaisiksi keskivirtaamiin verrattuna. Esimerkiksi Karungissa touko- ja kesäkuun keskivirtaamat ovat olleet noin 2,6-kertaisia verrattuna kauden 1961–1990 keskivirtaamaan. Lainionjoen havaintoasemalla Lannavaarassa vastaavat tulva-aikaiset virtaamat ovat olleet noin 2,6–3,1 kertaa keskivirtaamaa suurempia. Virtaamien ääriarvoissa vaihtelut ovat vielä suurempia. Karungissa suurin virtaama kaudella 1961–1990 on ollut lähes kymmenkertainen ja Lannavaarassa lähes kaksikymmenkertainen verrattuna keskivirtaamaan (taulukko 2.2). Suuret virtaamien vaihtelut johtuvat siitä, että vesistöalueella on suhteellisen vähän järviä, jotka varastoivat vettä tasoittaen siten virtaamia.



områdets storlek även av nederbörden och avdunstningen varierar den därför från år till år (figur 2.7). Under åren 1970–1997 har vattenföringen varit störst åren 1992–1993, varvid medelvattenföringen i Karunki har varit cirka 500 m³/s (figur 2.7). Generellt ser det ut som om vattenföringen har varit större under 1980- och 1990-talet jämfört med 1970-talet.

Vattenflödet varierar också kraftigt under olika årstider. I maj–juni när vårfloden är som störst ökar flödet mångfalt jämfört med medelflödet. Exempelvis har flödet vid Karunki i genomsnitt varit ca 2,6 gånger större i maj–juni än medelflödet under perioden 1961–1990. Vid Lannavaara mätstation i Lainio älv har motsvarande flöden varit 2,6–3,1 gånger större än årsmedelflödet. Variationerna i flödenas extremvärden är ännu större. Det största uppmätta flödet vid Karunki under perioden 1961–1990 var nästan tio gånger större och i Lannavaara nära tjugo gånger större jämfört med medelflödet (tabell 2.2). De stora variationerna i flödet beror på att det finns förhållandevis få sjöar inom avrinningsområdet. Sjöarna fungerar nämligen magasinering och kan på så sätt utjämna flödet.



Kuva 2.7. Tornionjoen vesistöalueen keskivirtaamia (MQ) kuudella havaintopaikalla vuosina 1970–1997 (Hyvärinen 1996, SMHI 1994).

Figur 2.7. Medelvattenföringen (MQ) vid sex olika mätstationer i Torne älvs avrinningsområde under åren 1970–1997 (Hyvärinen 1996, SMHI 1994).

Taulukko 2.2. Tornionjoen vesistöalueen virtaamalukuja kuudella havaintoasemalla kaudella 1961-1990 (Hyvärinen 1996, SMHI 1994).

Tabell 2.2. Vattenflöden uppmätta vid sex olika mätstationer i Torne älvs avrinningsområde under perioden 1961-1990 (Hyvärinen 1996, SMHI 1994).

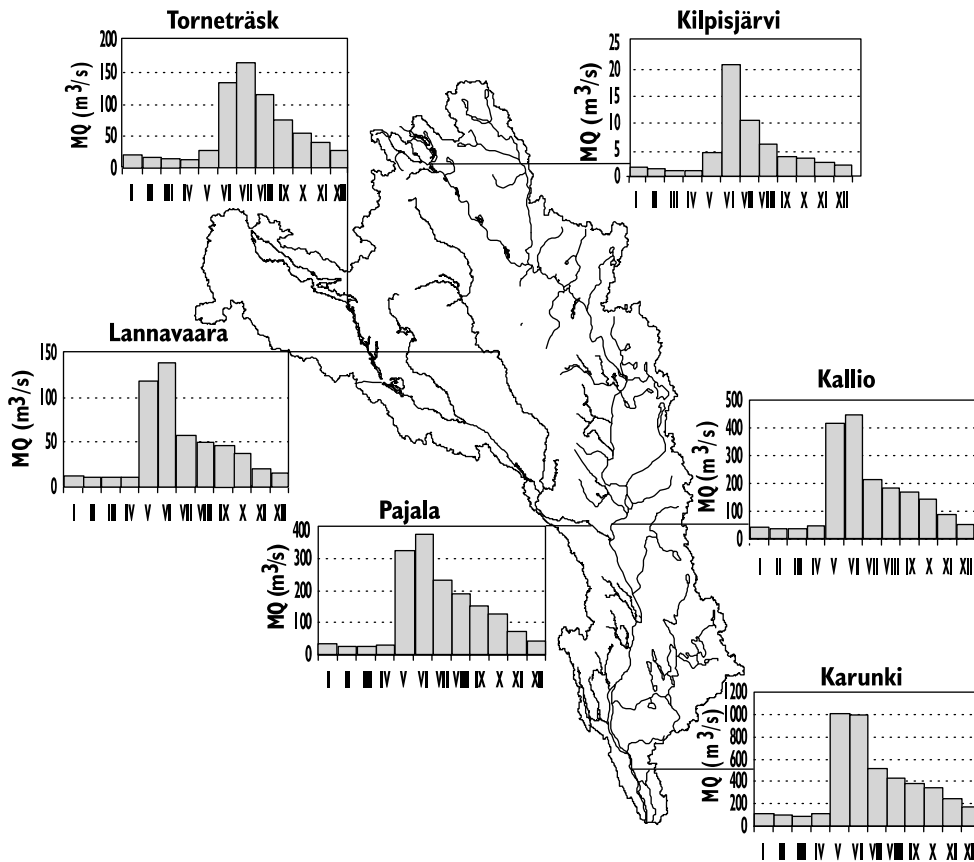
Havaintopaikka/Mätstation:	Karunki	Kallio	Pajala	Torneträsk	Kilpisjärvi	Lannavaara
Vesistöalueen pinta-ala havaintopaikan yläpuolella Avrinningsområdets storlek uppströms mätstationen (km ²)	33 930	14 477	11 038	3 346	293	3 857
Keskivirtaama Medelvattenföring MQ (m ³ /s)	387	162	136	59	4,9	45
Suurin virtaama Max. flöde HQ (m ³ /s)	3 667	1 718	1 867	314	52	881
Vuosimaksimien keskiarvo Medelvärde av max. flöde/år MHQ (m ³ /s)	2 197	1 015	953	209	35	472
Vuosiminimien keskiarvo Medelvärde av min. flöde/år MNQ (m ³ /s)	81	32	22	12	0,98	10
Alin virtaama Minsta flödet NQ (m ³ /s)	57	21	14	7,9	0,3	6,5

Pohjoisimmilla havaintoasemilla, Tornionjärvessä ja Kilpisjärvellä, kevättulva alkaa tavallisesti vasta kesäkuussa. Tornionjärvessä virtaamat ovat suurimmillaan heinäkuussa, mutta Kilpisjärvellä tulvan huippu on silloin jo selvästi ohitettu. Kevättulvan aiheuttamissa suurissa virtaamissa näkyy usein kaksi huippua. Toinen ajoittuu metsäseutujen nopeaan lumien sulamiskauteen, toinen ns. tunturitulva sattuu usein juhannuksen tienoille. Tunturitulva aiheutuu pohjoisten tunturialueiden myöhäisemmästä lumien sulamisesta. Kevättulvan jälkeen virtaamat laskevat siten, että pienimmillään ne ovat talvella, tammi-huhtikuussa (kuva 2.8).

Tornionjoen kevättulvat aiheuttavat toisinaan vaurioita ranta-alueille ja rakennuksille. Kevättulvan aikaansaama veden nousu aiheuttaa harvoin suurempia vahinkoja lukuun ottamatta jokisuuta. Sen sijaan jäänlähdon yhteydessä muodostuvat jääpadot voivat nostaa veden korkeutta tietyissä paikoissa useita metrejä. Esimerkiksi Lempeässä vesi

Vid Torneträsk och Kilpisjärvi, där de nordligaste mätstationerna ligger, börjar vårfloden vanligen först i juni. I Torneträsk är vattenflödet som störst i juli. Då är kulmen på vårfloden redan förbi i Kilpisjärvi. Under vårfloden kan man ofta iakttä två flödestoppar. Den första inträffar i samband med den snabba snösmältningen i skogsregionen och den andra, den s.k. fjällfloden, infaller ofta kring midsommar. Fjällfloden orsakas av den senare snösmältningen i fjällområdena i norr. Efter vårfloden minskar flödena så att de är minst på vintern i januari–april (figur 2.8).

Vårfloden i Torne älv vållar ibland skador på stränder och byggnader. Med undantag för i mynningsområdet är det dock sällan vattenståndshöjningar i samband med själva vårfloden som orsakar större skador. Istället är det de isproppar som bildas vid islossningen som kan medföra att vattnet lokalt kan stiga flera meter. I t.ex. Lempeä steg vattnet över sex meter år 1984 och i Matkakoski över åtta meter år 1986 (Honka 1987).



Kuva 2.8. Kuukausittaiset keskivirtaamat kuudella havaintopaikalla jaksolla 1961–1990 (Hyvärinen 1996, SMHI 1994).

Figur 2.8. De månatliga medelflödena vid sex olika mätstationer under perioden 1961–1990 (Hyvärinen 1996, SMHI 1994).

nousi yli 6 metriä vuonna 1984 ja Matkakoskella yli 8 metriä vuonna 1986 (Honka 1987).

1900-luvulla Tornionjoella on ollut jääpatojen aiheuttamia suuria tulvia ainakin seitsemän (Zachrisson 1989). Esimerkiksi vuosina 1984–1986 jääpatotulvat aiheuttivat Tornionjokivarressa usean miljoonan markan vahingot.

Osa jääpadoista muodostuu vuodesta toiseen samoille paikoille, mutta niitä voi syntyä myös täysin ennalta arvaamattomiin paikkoihin (kuva 2.9). Jääpatojen muodostuminen riippuu hyvin paljon kevättalven sääolosuhteista, esimerkiksi milloin ja miten nopeasti lumi- ja jääpeite sulaa. Jopa syksyn ja talven olosuhteet vaikuttavat jääpatojen muodostumiseen, esimerkiksi lumen määrä, jäiden paksuus sekä jäiden muodostumistapa. Jääpatoja syntyy usein mataliin, leveisiin ja pitkiin suvantoihin, missä jäät ovat tavallisesti paksuja. Lisäksi suvantojen alapäässä joki usein kapenee, mikä osaltaan estää jäiden liikkeelle lähtöä (Honka 1987).

Under 1900-talet har isproppar förorsakat stora översvämningar åtminstone sju gånger i Torne älv (Zachrisson 1989). Som exempel kan nämnas att isproppar orsakade skador för flera miljoner kronor vid Torne älv under åren 1984–1986.

En del av ispropparna bildas på samma ställen från år till år, men de kan även uppstå på helt oförutsedda platser (figur 2.9). Bildningen av isproppar beror mycket på väderförhållandena under vårvintern, som t.ex. när och hur snabbt snön och isen smälter. Även förhållandena under hösten och vintern, t.ex. snömängden, istjockleken samt hur isen bildats, påverkar bildningen av dem. Isproppar bildas ofta i grunda, breda och långa lugnvatten där isen vanligen blir tjock. Älven smalnar ofta av vid nedre delen av lugnvattnen, vilket hindrar isflaken från att flyta vidare vid islossningen (Honka 1987).

Isproppar i Torne älvs mynning bildas oftast på grund av att ismassorna inte kan flyta ut i Bottenviken där isen fortfarande ligger kvar när isen i älven går. Eftersom älvmynningen är grund underlättas också bildningen av isproppar, vil-

Kuva 2.9. Jääpatojen muodostumisen riskialueet ja todetut jääpadot vuosina 1985–1986. Kartta perustuu tulvavahinkojen ja jääpatojen inventointiin vuosina 1985–1986 (Zachrissonin 1989 mukaan).

Figur 2.9. Områden med risk för bildning av isproppar samt förekomst av isproppar under åren 1985–1986. Kartan baserar sig på en inventering av översvämningsskador och isproppar under åren 1985–1986 (enligt Zachrisson 1989).

Tornionjoen suualueen jääpadot syntyvät tavallisesti siksi, että joesta lähtevät jäät eivät pääse purkautumaan vielä jääpeitteiseen Perämereen. Tulviin vaikuttaa myös se, että jokisuu on matala ja maankohoamisen vuoksi se mataloituu edelleen. Tornionjokisuulle on tehty tulvasuojelusuunnitelma, joka on tällä hetkellä suomalais-ruotsalaisen rajajokikomission käsittelyssä. Myös Tornion kaupunginlahden kunnostussuunnitelmassa on tulvasuojelu otettu huomioon. Kaupunginlahden kunnostus on valmistunut syksyllä 1999. Ylempänä Tornionjokivarressa on tulvavahinkojen vähentämiseksi rakennettu tulvapenkereitä (ks. myös luku 4 Vesistön käyttö). Keväisin pahimmilla jääpatoalueilla sahataan jäähän railoja, jotta jäät pääsisivät purkautumaan eivätkä patoaisi vettä.

2.3 Korkeussuhteet ja geologia

2.3.1 Korkeussuhteet

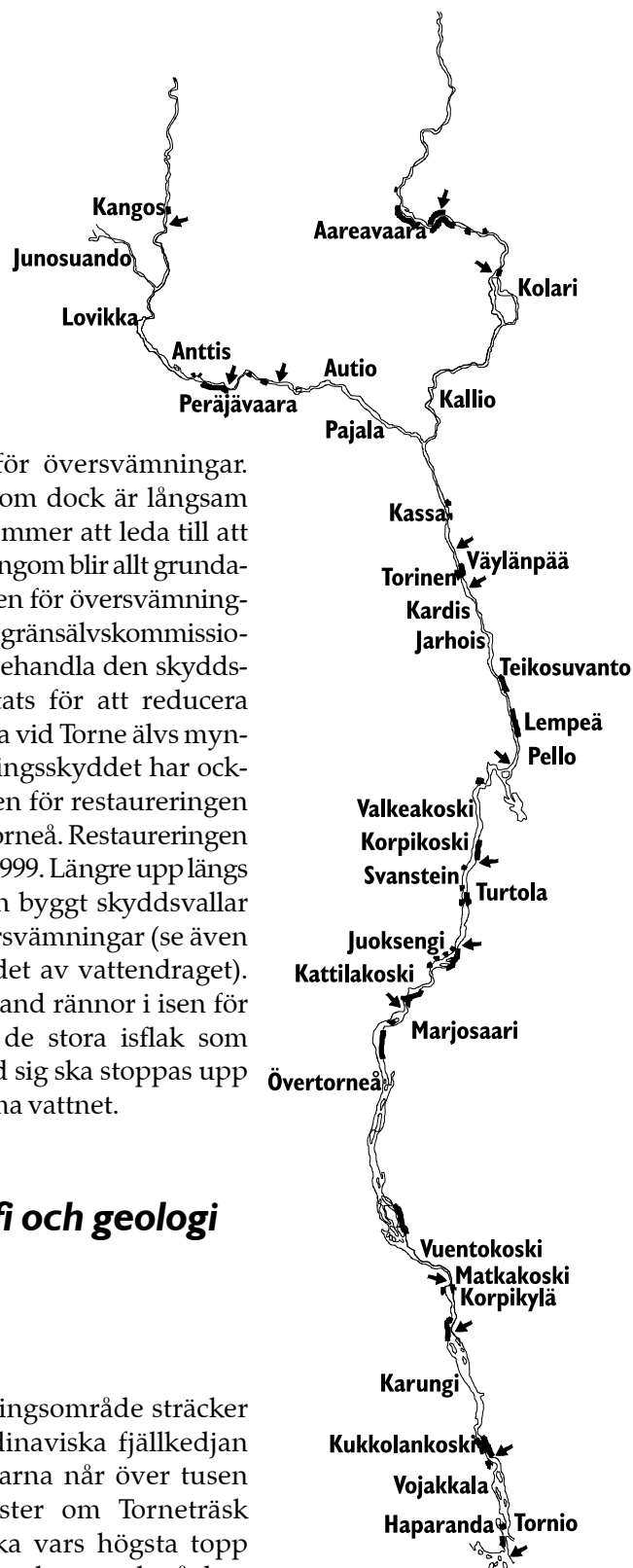
Tornionjoen vesistöalueen latvat ulottuvat Skandien vuoriston alueelle, jossa useat tunturit yltävät yli tuhannen metrin korkeuteen. Tornionjärven länkipuolella sijaitsevan Kåppetjäkkan korkein huippu on 1 410 m mpy ja itäpuolella sijaitsevan Tidnotjäkkan huippu 1 539 m mpy. Suomen puolella korkein tunturi on Halti (1 328 m mpy).

ket ökar risken för översvämningar. Landhöjningen, som dock är långsam inom området, kommer att leda till att mynningen småningom blir allt grundare, vilket ökar risken för översvämningar. Finsk-svenska gränsälvskommissionen håller på att behandla den skyddsplan som utarbetats för att reducera översvämningarna vid Torne älvs mynning. Översvämningsskyddet har också beaktats i planen för restaureringen av stadsfjärden i Torneå. Restaureringen slutfördes hösten 1999. Längre upp längs Torne älv har man byggt skyddsvallar för att hindra översvämningar (se även kap. 4, Utnyttjandet av vattendraget). På våren sågas ibland rännor i isen för att förhindra att de stora isflak som strömmen för med sig ska stoppas upp och därmed dämna vattnet.

2.3 Topografi och geologi

2.3.1 Topografi

Torne älvs avrinningsområde sträcker sig till den skandinaviska fjällkedjan där flera av topparna når över tusen meters höjd. Väster om Torneträsk ligger Kåppetjäkka vars högsta topp når 1 410 meter över havet och på dess östra sida ligger Tidnotjäkka vars högsta topp når 1 539 meter över havet. Det högsta fjället på den finska sidan är Halti (1 328 m ö.h.). Fjällområdena



/ Riskialue / Riskområde
 ← Jääpato /
 Platser där isproppar bildas

Vesistöalueen pinta-alasta tunturialue muodostaa kuitenkin vain pienen osan, sillä suurimmalla osalla aluetta maaston korkeus on 200–500 m merenpinnasta. Alavinta on Tornionjoen alajuoksulla, jossa maaston korkeus Övertorneåta jokisuulle on pääasiassa 0–100 m mpy (Naturgeografisk regionindelning av Norden 1977).

Tornionjoen keskikaltevuus on pieni, sillä Tornionjärven korkeus merenpinnasta on vain 342 metriä. Tornionjoen yläjuoksun sivujoissa, Lainionjoessa ja Rautasjoessa, on huomattavasti enemmän pudotuskorkeutta kuin pääuomassa. Muonionjoessa on suunnilleen samanlainen kaltevuus kuin Tornionjoen pääuomassa. Muonionjoki on kuitenkin pitempi ja siinä on suurempi pudotuskorkeus kuin Tornionjoen yläjuoksulla ennen Tornion- ja Muonionjoen yhtymäkohtaa (kuva 2.10).

2.3.2 Kallioperä

Tornionjoen vesistöalueen kallioperä on suureksi osaksi 1,6–2,7 mrd vuotta vanhaa peruskalliota, joka on nimetty Fennoskandian kilveksi. Se rajoittuu lännessä ja pohjoisessa Skandien vuoristoon, joka sai alkunsa Pohjois-Amerikan ja Euraasian mannerlaattojen törmäessä noin 400 milj. vuotta sitten. Skandien kallioperä koostuu liuskettuneista sedimentti- ja vulkaanisperäisistä kivilajeista, joille on ominaista suhteellisen suuri helposti rapautuvien, usein kalkkipitoisten kivilajien määrä (kuva 2.11).

Kallioperän vanhimpia kivilajeja ovat 2,5–2,7 mrd vuotta sitten syntyneet graniittigneissit, joita on käsivarren alueella molemmin puolin Könkämäenoa, ja siitä etelään lähelle Jukkasjärveä. 1,9–2,3 mrd vuotta vanhoja liuskevyöhykkeitä on käsivarren alueelta Kiirunaan yltävällä vyöhykkeellä, Vittangin, Pajalan ja Kolarin seudulla Tornionjoen molemmin puolin, sekä Ylitornion ja Tornion seudulla (kuva 2.11). Liuskeita leikkaavat monenlaiset, lähinnä graniittiset syväkivet, joiden ikä on 1,8–1,9 mrd

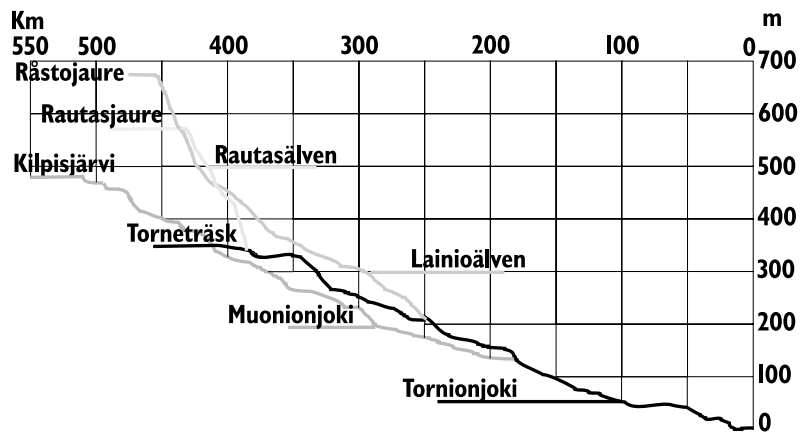
utgör dock bara en liten del av avrinningsområdet. Huvuddelen av området ligger på 200–500 meters höjd över havet. Från Övertorneå ner mot älvmynningen ligger marken huvudsakligen 0–100 meter över havet (Naturgeografisk regionindelning av Norden 1977).

Utloppet från Torneträsk, där Torne älv börjar, ligger endast 342 meter över havet, vilket innebär att älvens genomsnittliga lutning är liten. Biflödena Lainio älv och Rautasälven i Torne älvs övre lopp har en betydligt större fallhöjd och lutning än huvudfåran. Muonioälven har ungefär samma lutning som Torne älvs huvudfåra men den är längre och har en större fallhöjd än Torne älvs övre lopp uppströms sammanflödet (figur 2.10).

2.3.2 Berggrund

Huvuddelen av berggrunden i avrinningsområdet är 1,6–2,7 miljarder år gammal. Detta urbergsområde, den Baltiska skölden, avgränsas i väst och norr av den skandinaviska fjällkedjan (kaledoniska bergskedjan) som uppstod när Nordamerikas och Eurasiens kontinentalplattor kolliderade för ungefär 400 miljoner år sedan. Den skandinaviska fjällkedjan består av omvandlade sedimentära och vulkaniska bergarter som kännetecknas av en förhållandevis stor andel lättvittrande och ofta kalkhaltiga bergarter (figur 2.11).

De äldsta bergarterna i området består av granitgnejser som bildades för 2,5–2,7 miljarder år sedan. Denna bergart finns i den lapska armen på båda sidor om Könkämäälven och söderut till närheten av Jukkasjärvi. 1,9–2,3 miljarder år gamla skifferzoner finns inom ett område som sträcker sig från lapska armen i Finland till Kiruna. Skifferberggrund finns även i trakterna av Vittangi, Pajala och Kolari på båda sidor om Torne älv samt mellan Ylitornio och Torneå (figur 11). Skifferberggrunden genomsöks av många djupbergarter, närmast av granittyp, som är 1,8–1,9 miljar-



Kuva 2.10. Tornionjoen ja sen suurimpien sivujokien korkeusprofiilit (Hjorth 1971).

Figur 2.10. Höjdprofiler för Torne älv och dess största biflöden (Hjorth 1971).

vuotta. Niitä on varsinkin Muonion ja Vittangin välillä sekä Pellon ja Tornion alueella (Perttunen 1999).

Pääosa vulkaanisista kivilajeista on koostumukseltaan basalttista, jolle on tyypillistä alhainen piidioksidipitoisuus ja vastaavasti korkea kalsiumoksidipitoisuus. Vulkaniittien yhteydessä on usein myös kalkkikiviä. Nämä kivilajit ovat emäksisiä ja rapautuvat suhteellisen helposti. Rapautuminen vapauttaa mineraaleja kuten kalsiumia ja magnesiumia, minkä vuoksi kasvillisuus on näiden kivilajien alueilla rehevää. Kalkkikiviä on Pajalan pohjois- ja länsipuolella, Kolarin alueella sekä Ylitornion ja Tornion seudulla (kuva 2.11).

Suurin osa syväkivistä on graniittia, joka sisältää runsaasti kvartsia ja jonka raekoko on suhteellisen suuri. Varsinkin Ruotsin puolella, esimerkiksi Kiirunan seudulla, myös osa vulkaniiteista sisältää tavanomaista enemmän kvartsia. Näistä kivilajeista syntyneet sedimenttikivet ovat karkearakaisia, huonosti rapautuvia ja vettä helposti läpäiseviä, mistä syystä niistä liukenee pohjavesiin niukasti mineraaleja (Perttunen 1999).

2.3.3 Maaperä

Kallioperää peittävät irtaimet maalajit, joiden esiintyminen ja kerrostuminen on suureksi osaksi jääkausien seurausta. Yleisin maalaji on moreeni, joka koostuu jäätikön kallioperästä irrottamista aineksista ja rapautumistuotteista. Elo-

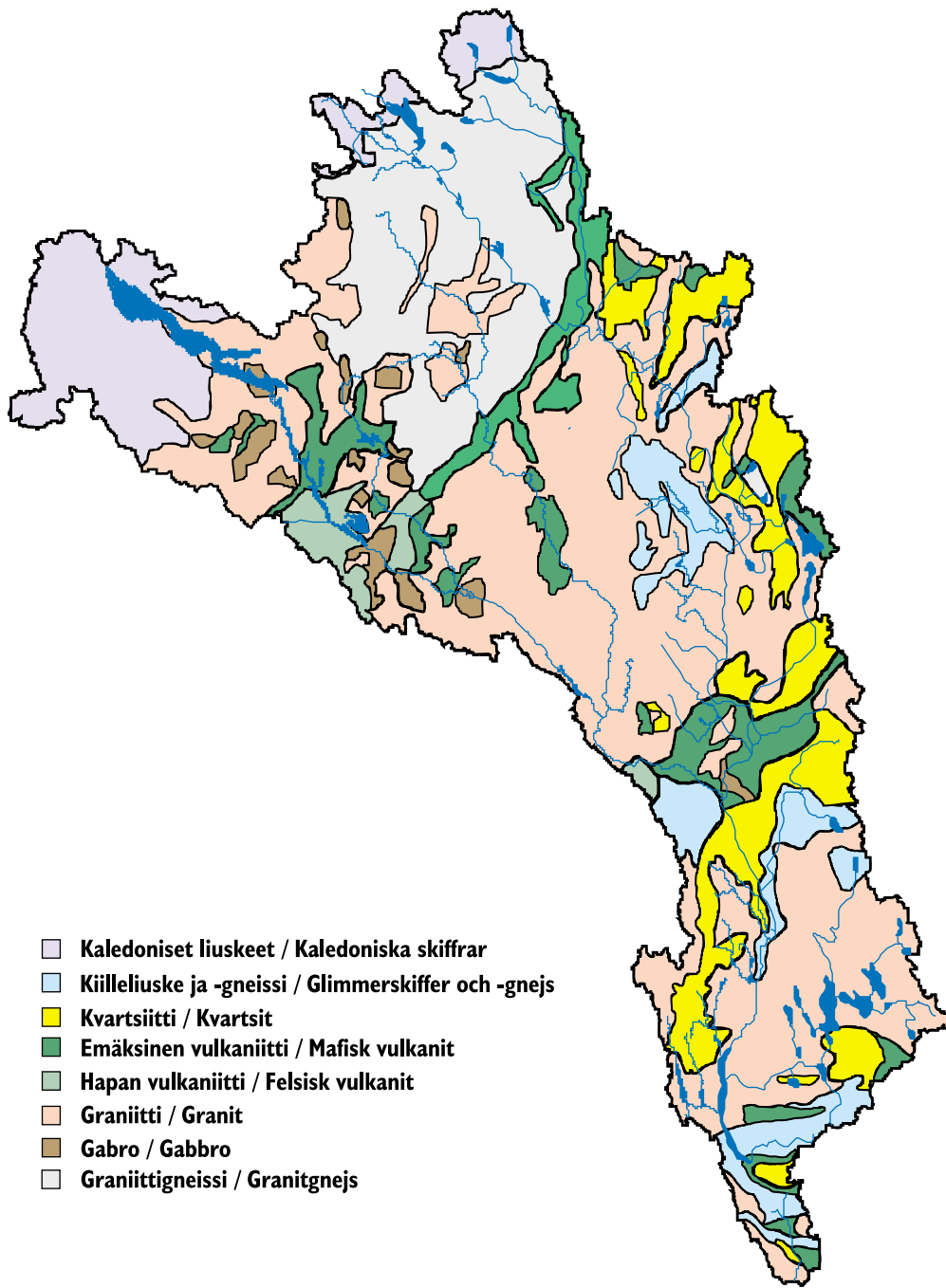
der år gamla. Sådana finns speciellt mellan Muonio och Vittangi och i trakten av Pello och Ylitornio (Perttunen 1999).

En stor del av de vulkaniska bergarterna består av basalt som kännetecknas av en låg kiseldioxidhalt och hög kalciumoxidhalt. Tillsammans med vulkaniten förekommer ofta även kalksten. Dessa bergarter är basiska och vittar förhållandevis lätt. Härvid frigörs mineraler, som t.ex. kalcium och magnesium, och därför är växtligheten frodig på områden där dessa bergarter förekommer. Kalksten finns norr och väster om Pajala och i Kolariområdet samt i trakten av Ylitornio och Torneå (figur 2.11).

Största delen av djupbergarterna består av granit som innehåller rikligt med kvarts och vars kornstorlek är förhållandevis stor. Speciellt på den svenska sidan, t.ex. i trakten av Kiruna, innehåller också en del av vulkaniten mer kvarts än normalt. De sedimentära bergarter som bildats ur de nämnda bergarterna är grovkorniga och svårvittrade. De släpper också lätt genom vatten. Därför frigörs endast sparsamt med mineraler i grundvattnet (Perttunen 1999).

2.3.3 Jordarter

Berggrunden är täckt av lösa jordarter vars förekomst och avlagring till stor del är ett resultat av istiderna. Den vanligaste jordarten är morän som består av material som inlandsisen nött från berggrunden samt av olika vittringsprodukter. Torv är en annan vanlig jordart i



Kuva 2.11. Tornionjoen vesistöalueen kallioperäkartta (Pohjoiskalotti-projektin 1987 mukaan laatinut Vesa Perttunen).

Figur 2.11. Karta över berggrunden inom Torne älvs avrinningsområde (sammansäld av Vesa Perttunen enligt Pohjoiskalottiprojekti 1987).

- Kaledoniset liuskeet / Kaledoniska skifferar
- Kiilleliuske ja -gneissi / Glimmerskiffer och -gnejs
- Kvartsiitti / Kvartsit
- Emäksinen vulkaniitti / Mafisk vulkanit
- Hapan vulkaniitti / Felsisk vulkanit
- Graniitti / Granit
- Gabro / Gabbro
- Graniittigneissi / Granitgnejs

peräisistä aineksista kerrostuva turve on toinen tavallinen maalaji vesistöalueella. Turve koostuu osittain hajonneesta kasvimateriaalista, joka on muodostunut pääasiassa rahkasammalesta (*Sphagnum* spp.) tai saroista (*Carex* spp.). Soita on paljon varsinkin vesistöalueen keski- ja alaosan tasaisilla mailla. Esimerkiksi Pajalan seudulla soita on noin 40 % ja Pellon seudulla 50–60 % alueen pinta-alasta. Karungin alueella soita on ollut jopa yli 60 % pinta-alasta (Ilvessalo 1960, Miljövårdsenheten 1989). Etelä-Lapin

avrinningsområdet. Den bildas då döda växter, främst olika arter av vitmossa (*Sphagnum* spp.) och starr (*Carex* spp.) bryts ned ofullständigt. I de mellersta och nedre delarna av avrinningsområdet där marken är mindre kuperad finns rikligt med myrar av olika typer. I Pajalatrakten utgör myrarna 40 % av områdets areal medan andelen myrmark i Pello är 50–60 %. I trakten av Karunki har andelen myrmark tidigare varit t.o.m. över 60 % (Ilvessalo 1960, Miljövårdsenheten 1989). I södra Lappland har dock 30–50 % av myrarna dikats ut till jord- och skogs-

soista on kuitenkin ojitettu 30–50 % maatalouden ja metsätalouden tarpeisiin (Penttilä 1989). Ruotsin puolella ei ole vastaavia tietoja ojituksen määrästä, mutta yleisesti ottaen Ruotsin puolella on tehty vähemmän ojituksia kuin Suomen puolella.

Vesistöalueen pohjoisosassa on pitkiä harjujaksoja Lainionjoen ja Muonionjoen välillä sekä käsivarren alueella. Nämä ovat syntyneet jäätikön sulamisvaiheessa jäätikköjokien kasaamasta sorasta ja hiekasta. Harjujen suunta kuvastaa sulamisvesien virtaussuuntaa, joka on usein sama kuin jäätikön virtaussuunta. Vanhemman sulamisvaiheen aikana syntyneet harjut kulkevat Lapin ja Norrbottenin läänin eteläosissa luoteesta kaakkoon. Tämä virtaussuunta näkyy Muonion korkeudella saakka. Mannerjäätikön sulamisen jatkuessa Keski-Lappiin muodostui Kolarin–Kittilän linjalle jäänjakajavyöhyke, jossa jään virtaus vaihtaa suuntaa. Jäänjakajavyöhykkeen pohjoispuolella jäätikkö virtasi kohti koillista ja harjut suuntautuvat sen vuoksi lounaasta koilliseen.

Mannerjäätikön sulaessa laajat alueet Etelä- ja Länsi-Lapissa ja Norrbottenin läänin kaakkoisosassa peittyivät veden alle ja nousivat vasta maankohoamisen myötä kuivaksi maaksi. Maankohoaminen jatkuu yhä edelleen. Se on voimakkainta Perämeren rannikolla, noin 8–9 mm vuodessa, mutta mannerjään sulamisen aikoihin nousunopeus oli yli kymmenkertainen. Muinaisen Itämeren korkein ranta näkyy moreeni-maastossa huuhtoutumisrajana, jonka yläpuolella moreeniaines on koskemattonta ja tiivistä. Korkeimman rannan alapuolella moreenin pintaosasta on huuhtoutunut hienompi aines pois tai moreeni on vaihtelevan paksuisten rantakerrostumien peitossa. Korkein ranta sijaitsi Övertorneässä 210 metrin, Pajalassa 175 metrin ja Äkäsjokisuussa 168 metrin tasolla (Mäkinen & Maunu 1984, Miljövärdsheten 1989).

Noin 9 000 vuotta sitten Tornionjoen suu sijaitsi Tärennessä, 167 m nykyisen merenpinnan yläpuolella. Sen jäl-

bruksmark (Penttilä 1989). Motsvarande uppgifter om utdikningarna i Sverige finns inte dokumenterade men generellt sett har myrarna där dikats ut i mindre omfattning än i Finland.

I den norra delen av avrinningsområdet mellan Lainio- och Muonioälvar samt i den lapska armen löper långa åsar, som har bildats av sand och grus som isälvarna förde med sig då inlandsisen avsmälte. Åsarnas orientering visar smältvattnets flödesriktning som ofta också avspeglar inlandsisens rörelseriktning. De åsar som bildades under en äldre smältperiod löper från nordväst till sydost i de södra delarna i Lapplands och Norrbottens län. Spår efter denna flödesriktning kan ses ända upp i trakten av Muonio. När inlandsisen ytterligare avsmälte bildades i mellersta Lappland en isdelarzon som löper ungefär i linjen Kolari–Kittilä, där isen ändrat riktning. Norr om den här zonen rörde sig inlandsisen mot nordost och därför löper åsarna i riktning från sydväst till nordost.

När inlandsisen smälte hamnade vidsträckta områden i södra och västra Lappland och i den sydöstra delen av Norrbotten under vatten. Dessa områden blottlades småningom tack vare landhöjningen. Denna pågår än i dag och är störst vid Bottenvikens kust, 8–9 mm per år, men vid tiden för inlandsisens avsmältning var landhöjningen över tiofalt större. Gränsen för det forntida Östersjöns största utbredning kan ses i moränterrängen som en skvalp-gräns, den s.k. högsta kustlinjen. Ovanför den här gränsen är moränen orörd och kompakt. Nedanför den högsta kustlinjen har det finare materialet sköljts bort från moränens ytskikt eller så är moränen täckt med sedimentavlagringar av skiftande tjocklek. I Övertorneå ligger den högsta kustlinjen på 210 meters höjd, i Pajala på 175 m och i Äkäsjokisuu på 168 m (Mäkinen & Maunu 1984, Miljövärdsheten 1989).

För ungefär 9 000 år sedan låg Torneälvns mynning vid Tarendö, 167 m över den nuvarande havsnivån. På grund av landhöjningen har älven sedan dess blivit ca 200 km längre. För ungefär 7 000 år

keen Tornionjoki on maankohoamisen seurauksena pidentynyt noin 200 km. Noin 7 000 vuotta sitten jokisuu oli Pellon kirkonkylän pohjoispuolella ja 4 000 vuotta sitten Ylitornion Kainuunkylän korkeudella (Mäkinen & Maunu 1984).

Hienorakeiset maalajit kulkeutuvat jokilaaksoihin. Hienoin aines, savi ja hiesu, kulkeutui kauimmaksi ja kerrostui syvään veteen jään patoamiin järviin ja muinaisen meren pohjaan. Vesistöalueella esiintyy laajoja siltti- ja savi-kerrostumia Pajalan ja Kolarin seudulla sekä Juoksengin eteläpuolelta jokisuulle saakka (Sveriges nationalatlas 1994, Manner & Tervo 1988).

2.4 Kasvillisuus ja maisema

Vesistöalueen kasvillisuus ja maisema ovat hyvin vaihtelevia. Perämeren rannikko on alavaa ja rantaniityt peittävät laajoja alueita. Rantavedessä voi kasvaa harvoja kasvustoja ruokohelpeä (*Phalaris arundinacea*) ja järviruokoa (*Phragmites australis*), rannalla on saraikkoja ja ylempänä heinikoita. Korkeussuhteitaan alue on lakeutta tai loivasti kumpuilevaa maastoa.

Tornionjokilaakso rannikolta Pellon korkeudelle saakka on suurimmaksi osaksi maatalouden muovaamaa kulttuurimaisemaa. Perinteisen maatalouden aikana rantaniityiltä korjattiin heinää ja niillä laidunnettiin karjaa. Niityalaa lisättiin raivaamalla pajukkoa ja puustoa alavilta rannoilta. Nykyisin niittyjä ei juurikaan käytetä ja ne alkavat pensoittua ja metsittyä. Tyypillisiä tulvaniittyjen ruohoja ovat mm. mesiangervo (*Filipendula ulmaria*), rantatädyke (*Veronica longifolia*) ja ranta-alpi (*Lysimachia vulgaris*).

Kasvimaantieteellisen aluejaon mukaan Tornionjoen vesistöalue kuuluu suurimmaksi osaksi keski- ja pohjoisboreaaliseen kasvillisuusvyöhykkeeseen. Keskiboreaalinen vyöhyke ulottuu Tornionjokivarressa aina Lainion ja Vittangin seudulle saakka, sillä jokilaaksot ovat ilmastoltaan edullisia. Pohjoisborealisella vyöhykkeellä tunturikoivu

sedan låg älvmynnningen norr om Pello kyrkby och för ca 4 000 år sedan i höjd med Kainuunkylä i Ylitornio kommun (Mäkinen & Maunu 1984).

Vattnet förde med sig de finkorniga jordarterna ner till älvdalarna. De finaste partiklarna, dvs. leran och mjålan, transporterades längst och avlagrades på djupt vatten i sjöar som isen dämt upp samt på havsbotten. Inom älvens avrinningsområde förekommer vidsträckt silt- och leravlagringar i trakten av Pajala och Kolari samt söder om Juoksengi ned till älvmynnningen (Sveriges nationalatlas 1994, Manner & Tervo 1988).

2.4 Vegetationen och landskapet

Landskapet och växtligheten i Torne älvs avrinningsområde är mycket omväxlande. Kusten vid Bottenviken är låglänt med vidsträckt strandängar. I strandvattnet växer ofta glesa bestånd av rörflen (*Phalaris arundinacea*) och vass (*Phragmites australis*). På stranden växer starr och längre in mot land gräs. Området utgörs av slättmark eller svagt kuperad terräng.

Från kusten ända upp till Pellotrakten utgörs Torne älvdal till största delen av kulturlandskap som formats av jordbruket. Under det traditionella jordbrukets tid skördades hö på strandängarna som också utgjorde betesmark för boskapen. Ängsarealerna utökades genom röjning av vide och snårskog på låglänta stränder. Numera används ängarna i allt mindre utsträckning och de håller på att växa igen. Typiska arter på dessa tidvis översvämmade strandängar är älgört, även kallat älggräs, (*Filipendula ulmaria*), strandveronika (*Veronica longifolia*) och strandlysing (*Lysimachia vulgaris*).

Enligt den växtgeografiska indelningen ligger största delen av Torne älvs avrinningsområde inom de mellan- och nordboreala vegetationszonerna. Eftersom klimatet i älvdalar är gynnsamt sträcker sig den mellanboreala zonen längs Torne älv till trakten av Lainio och Vittangi. I den nordboreala zonen bildar

muodostaa metsänrajan vasten Skandinavian vuoristoa, joka kuuluu alpiiniseen vyöhykkeeseen (kuva 2.12).

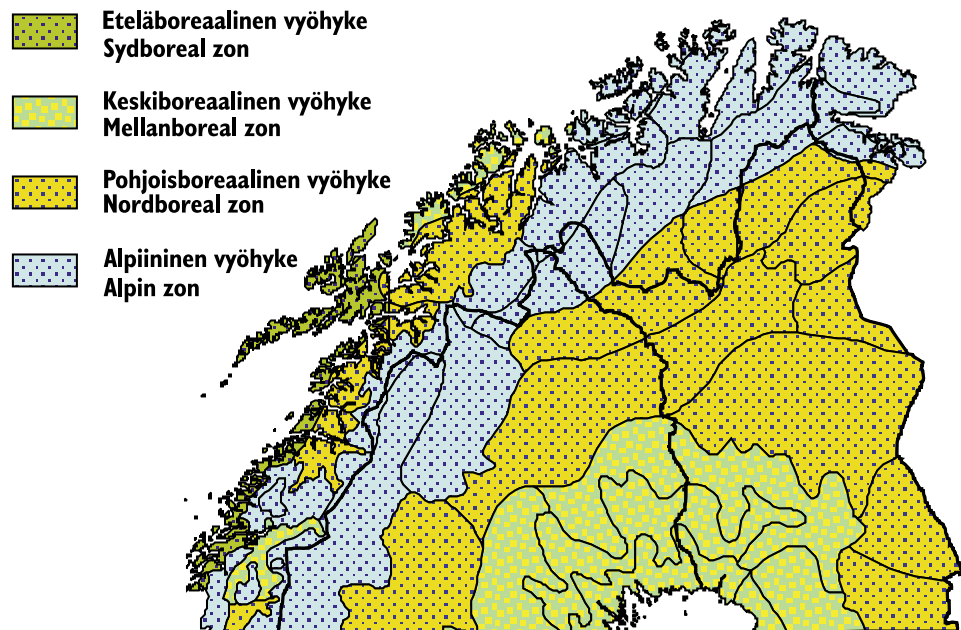
Metsät ovat keskiboreaalisen vyöhykkeellä karkean moreenin ja lajittuneiden maalajien alueilla sekä kallioilla enimmäkseen mänty- ja sekametsiä. Kuusimetsiä esiintyy hienorakeisimmilla ja kosteammilla mailla. Havupuiden seassa kasvaa lehtipuita, kuten koivua, haapaa, harmaaleppää ja pajua. Vaihtelevuutta maisemaan tuovat vaaraselänteet ja yksittäiset tunturit. Laajoja aapasaita on paljon etenkin keskiboreaalisen vyöhykkeen pohjoisosissa. Jokivarressa kasvaa monia levinneisyydeltään pohjoisia lajeja, kuten pohjanhoikkaängelmä (*Thalictrum simplex* ssp. *boreale*), lapinlinnunsilmä (*Chrysosplenium tetrandrum*) ja kellosinilatva (*Polemonium acutiflorum*). Kokonaislajimäärä kuitenkin pienenee kohti pohjoista, kun monet eteläiset lajit saavuttavat levinneisyytensä pohjoisrajan.

Pohjoisboreaalisen vyöhykkeellä metsät muuttuvat harvemmiksi ja matalammiksi, ja puuston kasvu on hitaampaa kuin etelämpänä. Aapasuot ovat suuria ja märempiä kuin eteläm-

fjällbjörken trädgränsen mot den skandinaviska fjällkedjan som hör till den alpina zonen (figur 2.12).

Inom den mellanboreala zonen dominerar tall- och blandskog i områden där marken består av grov morän och sorterade jordarter samt på hållmarker. Granskog förekommer där jordarterna är finkornigare och marken fuktigare. Bland barrträden växer lövträd som t.ex. björk, asp, gråal och vide. Landskapet är omväxlande med skogbevuxna åsar och enstaka fjäll. Vidsäckta aapamyror utgör ett betydande inslag speciellt i de norra delarna av den mellanboreala zonen. Längs älven växer många till sin utbredning nordliga arter, som t.ex. nordlig backruta (*Thalictrum simplex* ssp. *boreale*), polargullpudra (*Chrysosplenium tetrandrum*) och lappblågull (*Polemonium acutiflorum*). Det totala antalet arter minskar norrut eftersom många sydliga arter når nordgränsen för sin utbredning.

I den nordboreala zonen blir skogen glesare och mera lågväxt och dess tillväxt är långsammare än i söder. Aapamyror är stora och de är våtare än längre söderut. Utmärkande för dessa myror är



Kuva 2.12. Kasvillisuus- vyöhykkeet Pohjois-Skandinaviassa (Naturgeografisk regionindelning av Norden 1977).

Figur 2.12. De växtgeografiska zonerna i norra Skandinavien (Naturgeografisk regionindelning av Norden 1977).

pänä. Niillä on korkeat jänteet ja roudan muodostamaa pounikko eli mättäiköä. Alue on eteläosan jokilaaksoja lukuun ottamatta suhteellisen tasaista ylänköä. Yksittäisten tunturien ohella tavataan tunturimaastoa. Esimerkiksi Muonionjoen itäpuolella on pitkä tunturiselänne (Yllästunturi 718 m mpy., Pallastunturi 807 m mpy., Ounastunturi 723 m mpy.), jossa on laajoja alpiinisia alueita.

Pohjoisboreaalisen vyöhykkeen pohjoisimmilla alueilla kasvaa enimmäkseen harvoja subalpiinis-subarktisia tunturikoivumetsiä. Alue kohoaa osaksi metsänrajan yläpuolelle ja korkeimmilla mailla esiintyy tunturipaljakan kasvivyhdyskuntia. Soille ovat ominaisia korkeat, ikiroudassa olevat turvekummut, palsat.

Alpiinisella vyöhykkeellä metsänrajan yläpuolella vallitsee matala tunturikasvillisuus. Alueella on paljon kalkkipitoisia kivilajeja, mikä näkyy kasvilajiston runsaudessa. Kalkkia suosivia tunturikasveja ovat esimerkiksi kaksikkovihvilä (*Juncus biglumis*), lumirikko (*Saxifraga tenuis*) ja napapaju (*Salix polaris*) (Virtanen 1997, Naturgeografisk regionindelning av Norden 1977).

2.5 Uhanalaiset lajit

Vapaana virtaavien suurten jokien määrä on viimeisen viidenkymmenen vuoden aikana huomattavasti vähentynyt vesivoiman rakentamisen seurauksena. Veden luonnonmukainen virtaus luo edellytykset monipuolisen eläin- ja kasvilajiston esiintymiselle. Jokien patoaminen ja säännöstely voi esimerkiksi haitata tai estää kokonaan jokeen kudulle nousevien kalojen lisääntymisen. Tiedetyt lajit ovat myös täysin riippuvaisia virtaaman luonnollisesta vuosirytmistä (ks. myös luku 2.4 Kasvillisuus ja maisema). Tämän johdosta Tornionjoki on erityisen arvokas, sillä se on yksi harvoista jäljellä olevista Euroopan suurista säännöstelemättömistä joista (kuva 2.13).

Elinympäristöissä tapahtuneet muutokset ovat vaikuttaneet voimakkaasti lukuisiin lajeihin. Putkilokasvit ja selkärangaiset ovat parhaiten tunnetut

att de innehåller en mosaik av tuvor och strängar som bildats genom påverkan av vatten och tjäle. Området är flackt högländ med undantag av älvdalarna i de södra delarna. Förutom enskilda fjäll finns också fjällterräng. Exempelvis öster om Muonioälven ligger en lång fjällås med vidsträckta alpina områden (Yllästunturi 718 m ö.h., Pallastunturi 807 m ö.h., Ounastunturi 723 m ö.h.).

I de nordligaste delarna av den nordboreala zonen växer mestadels gleasa subalpina-subarktiska fjällbjörkskogar. Området höjer sig delvis över skogsgränsen och på de högsta områdena förekommer växtsamhällen som är typiska för kalfjällen. Utmärkande för myrarna i den nordboreala zonen är förekomsten av höga torvkullar med evig tjäle, s.k. palsar.

I den alpina zonen ovanför skogsgränsen dominerar en låg fjällvegetation. Det finns många kalkrika bergarter i området och därför är växtligheten artrik. Fjällarter som trivs i kalkhaltig jord är t.ex. polartåg (*Juncus biglumis*), spädbräcka (*Saxifraga tenuis*) och polarvide (*Salix polaris*) (Virtanen 1997, Naturgeografisk regionindelning av Norden 1977).

2.5 Hotade arter

Antalet fritt strömmande större vattendrag har under de senaste femtio åren minskat kraftigt som en följd av utbyggnaden av vattenkraften. Det fria vattnets flöde skapar förutsättningar för en rik flora och fauna. Dämningar och regleringar i älvarna kan till exempel störa eller t.o.m. helt hindra fortplantningen hos de fiskarter som är beroende av att ta sig uppströms i vattendragen för att leka. Vissa arter är också helt beroende av vattenflödets naturliga årsrytm och ohindrade lopp för sin fortlevnad (se även kap. 2.4 Vegetationen och landskapet). Torne älv är av denna anledning speciellt värdefull därför att den är en av de ytterst få oreglerade stora älvar som finns kvar i Europa (figur 2.13).

Förändringar i arternas livsmiljö har haft en stor inverkan på många arter. Fröväxter och ryggradsdjur är de or-

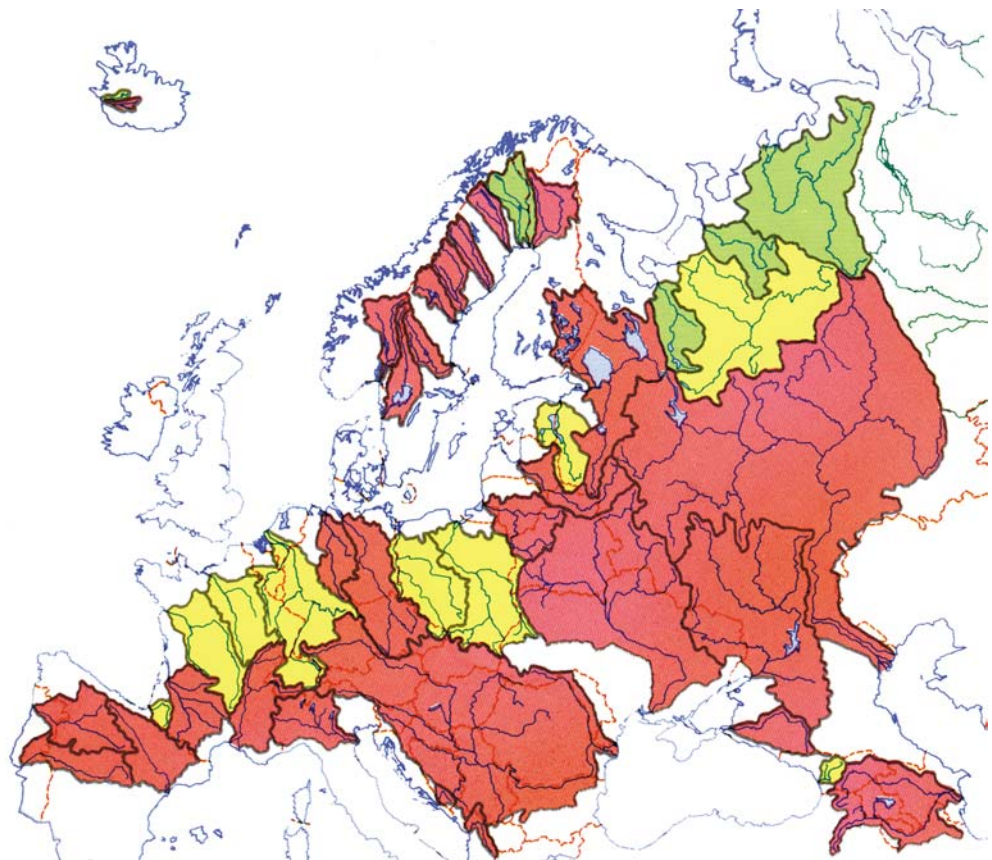
eliöryhmät, minkä vuoksi näiden lajien uhanalaisuus on voitu määrittää. Itiökasvien ja selkärangattomien eläinten lajisto tunnetaan sen sijaan niin paljon huonommin, että vain osasta näihin ryhmiin kuuluvista lajeista on voitu tehdä uhanalaisuusarviointi. Suomessa on arvioitu, että kymmenisen prosenttia Suomen tutkituista eläin-, sien- ja kasvilajeista on uhanalaisia (Uhanalaisten lajien II seurantatyöryhmä 2000). Ruotsissa vastaava luku on 5–10 % (Pettersson 1995).

Uhanalaiset lajit luokitellaan sen mukaan, kuinka suuri uhka lajiin kohdistuu. Suomessa ja Ruotsissa on käytössä IUCN:n (Kansainvälinen luonnonsuojeluliitto) mukainen uhanalaisuusluokitus. Uhanalaisia ovat äärimmäisen uhanalaiset, erittäin uhanalaiset ja vaa-

ganismit, jotka on parhaiten tunnettuja ja joita voidaan arvioida hotstatus. Sporvæksterna och de ryggradslösa djuren är så bristfälligt undersökta att hotstatus bara kunnat uppskattas för några få arter. I Finland uppskattas att ca 10 % av de undersökta djur-, svamp- och växtarterna är hotade (Uhanalaisten lajien II seurantatyöryhmä 2000). I Sverige är motsvarande siffra 5–10 % (Pettersson 1995).

Hotade arter klassificeras enligt hur stort hotet mot arten bedöms vara. I Finland och Sverige tillämpas en klassificering av hotade arter, som IUCN (internationella naturskyddsförbundet) använder. Gruppen hotade arter indelas i akut hotade, starkt hotade och sårbara arter. Missgynnade arter hör inte till hotade arter. De är dock arter, som

Kuva 2.13. Suurten joki-vesien (vuosikeskivirtaama $>350 \text{ m}^3/\text{s}$) säännöstelytilanne Euroopassa. Laadittu M. Dynesiuksen ja C. Nilssonin mukaan (Science 266, 1994).



Figur 2.13. Reglerings-situationen i stora vattendrag (medelvattenföring per år $>350 \text{ m}^3/\text{s}$) i Europa. Modifierad efter M. Dynesius och C. Nilsson (Science 266, 1994).

	Voimakkaasti säännöstelty vesistö Av dammar starkt fragmenterade och reglerade vattendrag
	Vähän säännöstelty vesistö Av dammar måttligt fragmenterade och reglerade vattendrag
	Vesistössä ei ole patoja pääuomassa eikä suurissa sivujoissa Dammar saknas, åtminstone i huvudfåran och i större biflöden

rantuneet lajit. Silmälläpidettävät lajit eivät ole uhanalaisia. Ne ovat kuitenkin lajeja, joiden tarkkailu on aiheellista kannan kehityksen tai koon perusteella. Puutteellisesti tunnettujen luokkaa ei lueta uhanalaisiin tai silmälläpidettäviin (taulukko 2.3).

Eniten lajien elinympäristöön on vaikuttanut sekä Suomessa että Ruotsissa metsä- ja maatalous. Ojitus ja turpeenotto ovat muuttaneet paljon suoluontoa. Tunturialueella maaperän kuluminen on yleinen kasvillisuutta uhkaava tekijä. Kuluminen voi olla seurausta esim. retkeilystä, maastoliikenteestä tai porojen laiduntamisesta. Pienet kasviesiintymät saattavat tuhoutua myös aivan sattumalta täysin ennalta arvaamattomasta syystä. Rakentaminen puolestaan kohdistuu hyvin erilaisiin ympäristöihin ja sen merkitys uhkatekijänä näyttää jonkun verran lisääntyneen viimeisen kymmenen vuoden aikana. Ympäristön kemikalisoitumisesta ovat kärsineet eniten selkärangaiset eläimet. Ympäristömuutosten lisäksi lajien uhanalaistumiseen on vaikuttanut suoranainen liikametsästys tai -kalastus (Komiteanmietintö 1985a).

Pohjoisten kulttuurilajien uhanalaistumiseen vaikuttavat samat uhkatekijät kuin etelämpänäkin, mutta ne painot-

behoever kontroll och orsaken till detta är antingen utvecklingen eller storleken av beståndet. Kategorin kunskapsbrist hör inte till hotade arter eller till missgynnade arter (tabell 2.3).

I både Finland och Sverige är det skogs- och jordbruk som mest har påverkat de olika arternas livsmiljöer. Dikning och torvtäkt har förändrat en stor del av myrmarkerna. I fjällområdena är marken utsatt för slitage, vilket är ett allmänt hot mot växtligheten. Orsaker till slitaget är t.ex. vandringsturism och terrängtrafik. Också renarnas betande och vandring utgör ett hot. Små växtbestånd kan även försvinna alldeles slumpmässigt. Olika former av byggnadsverksamhet påverkar i dag miljön och dess betydelse som hotfaktor ser ut att ha ökat något under de senaste tio åren. Ryggradsdjuren har lidit mest av miljögifter. Förutom miljöförändringar har både jakt och fiske som bedrivits i alltför omfattande skala påverkat hotbildningen för en del arter (Komiteanmietintö 1985a).

Nordliga kulturgynnade arter är utsatta för samma hot som sydliga arter men tonvikten är något annorlunda. Då ängsmarker växer igen utgör detta i norr inte samma hot mot arter som i södra

Taulukko 2.3. Uhanalaisuusluokitus Suomessa ja Ruotsissa (Suomen ympäristökeskus 2001, Sveriges lantbruksuniversitet 2001).

Tabell 2.3. Klassificering av hotade arter i Finland och Sverige (Suomen ympäristökeskus 2001, Sveriges lantbruksuniversitet 2001).

Uhanalaisuusluokitus / Klassificering av hotade arter	Merkintä / Beteckning
Hävinneet / Försvunnen	RE
Luonnosta hävinneet* / Utdöd*	EW
Äärimmäisen uhanalaiset / Akut hotad	CR
Erittäin uhanalaiset / Starkt hotad	EN
Vaarantuneet / Sårbar	VU
Silmälläpidettävät / Missgynnad	NT
Puutteellisesti tunnetut / Kunskapsbrist	DD
Elinvoimaiset / Livskraftig	LC
Arvioimatta jätetyt / Ej bedömd	NE

*Ruotsissa tätä luokkaa käytetään vain maailmanlaajuisesti luonnosta hävinneistä lajeista, ja sen merkintä on EX

*I Sverige används denna klass bara om arter, som är globalt sett försvunnen från naturen, och dess beteckningen är EX

tuvat jonkun verran eri tavalla. Esimerkiksi niittyjen sulkeutumisella ei ole samaa merkitystä pohjoisessa kuin Etelä-Ruotsissa ja -Suomessa, sillä pohjoisessa kulttuuriympäristöjen lajeja on vähemmän kuin etelämpänä. Lisäksi monet pohjoiset kulttuuriympäristöjen lajit ovat vähemmän riippuvaisia perinteisen maatalouden harjoittamisesta kuin eteläiset lajit, sillä monet niistä voivat tulla toimeen esim. tunturialueilla ja jokien rannoilla.

Tärkeitä uhanalaisten lajien elinympäristöjä Tornionjoen vesistöalueella ovat ennen muuta vapaana virtaava Tornionjoki ranta-alueineen. Maankohoamisrannikko Perämeren pohjukassa on kansainvälisestikin merkittävä luontotyyppi. Alueelta löytyy yhä myös runsasravinteisia lettoja, joilla on tärkeä merkitys rehevän suokasvillisuuden säilymisessä. Lisäksi Skandien vuoristolla on tärkeä merkitys runsasravinteisuutta vaativille uhanalaisille tunturikasveille, esim. lapinkämmekälle (*Dactylorhiza lapponica*) ja useille saroille (*Carex* spp.).

Kaikkein eniten Tornionjoen vesistöalueella uhanalaisia lajeja on kuitenkin metsissä. Metsätalouden harjoittamisen yksi ekologisesti merkittävimpiä seurauksia on ollut ikärakenteen nuorentuminen, minkä seurauksena vanhojen metsien lajit ovat uhanalaistuneet. Metsissä on paljon etenkin itiökasveihin ja selkärangattomiin kuuluvia uhanalaislajeja (Komiteanmietintö 1991).

Säännöstelemätön Tornionjoki, jossa jätevesien kuormitus on suhteellisen vähäistä (ks. myös luku 5 Vesistöalueen kuormitus), tarjoaa hyvät edellytykset monien sellaisten lajien säilymiseen, joiden elinympäristöt ovat muualla uhatuja. Tulvan kesto ja sen mukanaan tuoma ravinnelisiä ovat keskeisiä kasvupaikkatekijöitä monille joen rantavyöhykkeellä kasvaville lajeille.

Eräs tulvarantojen luonteenomainen laji on jokipaju (*Salix triandra*). Suomessa jokipajua ei kasva missään muualla niin runsaana kuin Tornionjokivarressa, jossa sen pohjoisimmat kasvupaikat löytyvät Pellon eteläosista (Ulvinen 1996). Ruotsissa jokipaju kasvaa Norrbottenin läänissä vain Tornionjokivarressa, mutta Keski- ja Etelä-Ruotsissa

Sverige och Finland, eftersom antalet kulturgynnade arter är färre i norr och de är i lägre grad än de sydliga arterna beroende av traditionellt jordbruk. Många av de nordliga kulturgynnade arterna förekommer t.ex. på fjällhedar och älvstränder.

I Torne älvs avrinningsområde är framför allt den fritt strömmande älven och dess stränder viktiga livsmiljöer för hotade arter. Landhöjningskusten längst inne i Bottenviken är även internationellt sett en säregen och betydelsefull naturtyp. I avrinningsområdet finns också mineralrika rikkärr med frodig kärrväxtlighet. Dessa myrar har en stor betydelse för att myrväxtligheten ska bevaras. Dessutom är den skandinaviska fjällkedjan betydelsefull för sådana hotade fjällväxter som trivs i mineralrika marker, t.ex. lappnycklar (*Dactylorhiza lapponica*) och flera starrarter (*Carex* spp.).

De flesta hotade arterna i Torne älvs avrinningsområde påträffas dock i skogar. Ekologiskt sett har skogsbruket framför allt förändrat skogarnas åldersstruktur. Gamla skogar och dess artbestånd har blivit allt mer hotade. I skogen finns speciellt många spörväxter och ryggradslösa djur som är hotade (Komiteanmietintö 1991).

Eftersom den oreglerade Torne älven belastas relativt lite av spillvatten (se även kap. 5 Belastning till avrinningsområdet) erbjuder den goda betingelser för många arter vars livsmiljöer hotas på många andra platser. Översvämningarna i samband med vårfloden har en central betydelse för många växtarter som växer i älvens strandzon. Översvämningarnas varaktighet och det näringstillskott de medför skapar speciella livsbetingelser som vissa arter är beroende av.

Mandelpilen (*Salix triandra*) är en typisk art som växer på översvämningstränder. I Finland förekommer den rikligast i Torne älvdal där dess nordligaste växtplatser finns i södra delarna av Pello (Ulvinen 1996). I Norrbottens län växer mandelpil endast i Torne älvdal men däremot förekommer arten allmänt i mellersta och södra Sverige (Hul-

lajia esiintyy yleisesti (Hultén 1971). Suomessa jokipaju on luokiteltu silmäläpidettäväksi lajiksi (NT), mutta Ruotsissa sitä ei lueta uhanalaiseihin lajeihin (Suomen ympäristökeskus 2001, Sveriges lantbruksuniversitet 2001).

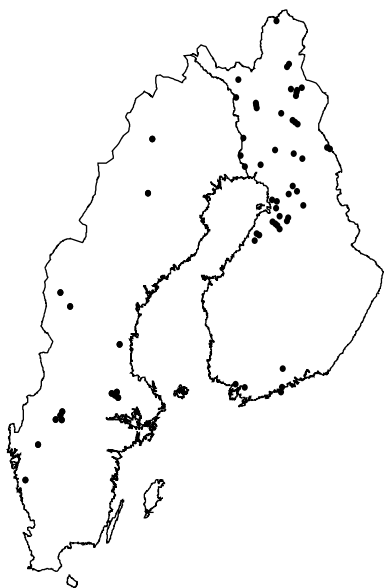
Toinen tyypillinen tulvarantojen laji on tulvasammal (*Myrinia pulvinata*), jota esiintyy myös Tornionjoen varrella. Tärkein seikka sammalen kannalta on sen kasvualustan joutuminen ajoittain tulvan alle. Sellaisten jokien rannoilla, missä säännöstely vaikuttaa tulvan ajankohtaan, määrään ja rytmiin, tulvasammalen kasvupaikat saattavat tuhoutua (Ulvinen 1993). Jopa metsän hakkuut vesistöjen lähellä näyttävät uhkaavan lajin tulevaisuutta (Aronsson ym. 1995). Tornionjoen varrella, jossa virtaamat ovat luonnonmukaisia, tulvasammalella on hyvät mahdollisuudet kasvaa edelleen. Suomessa tulvasammal on luokiteltu silmäläpidettäväksi lajiksi (NT). Ruotsissa tulvasammal kuuluu vaarantuneisiin lajeihin (VU) (kuva 2.14).

Tornionjoen vesistöalueella esiintyy todennäköisesti myös jokihelmisimpukka eli raakku (*Margaritifera margaritifera*). Jokihelmisimpukan esiintymisestä vesistöalueella on olemassa mm. vanhoja kirjallisuustietoja ja kuorihavaintoja, mutta kesällä 2000 tehdyissä tutkimuksissa jokihelmisimpukkaa ei kuitenkaan löydetty. Tutkimuksissa oli mukana 15 Tornionjoen Suomen puoleista sivujokea. Ruotsin puolella tutkittiin vuonna 1993 yhdeksän Tornionjoen sivujokea,

tén 1971). I Finland klassificeras mandelpilen som en missgynnad art (NT), medan den i Sverige inte anses hotad. (Suomen ympäristökeskus 2001, Sveriges lantbruksuniversitet 2001).

En annan typisk art för översvämningstränder är svämmossa (*Myrinia pulvinata*) som också växer på Torne älvs stränder. Denna art är speciellt beroende av att dess växtunderlag tidvis ligger under vatten. Längs älvar där regleringen påverkar tidpunkten, omfattningen och rytmen för översvämningarna kan mossans växtplatser förstöras (Ulvinen 1993). Även skogsavverkningar nära vattendragen anses utgöra ett hot mot denna art (Aronsson m.fl. 1995). Vid Torne älv med dess opåverkade flöde, har svämmossan fortfarande goda möjligheter att klara sig. I Finland klassificeras svämmossan som en missgynnad art (NT) medan den i Sverige klassificeras som en sårbar art (VU) (figur 2.14).

I Torne älvs avrinningsområde förekommer troligen också flodpärlmusslan (*Margaritifera margaritifera*). Dess förekomst bekräftas bl.a. av uppgifter i gammal litteratur samt av skalfynd. Flodpärlmusslan påträffades dock inte i den undersökning som gjordes sommaren 2000 på den finska sidan i 15 biflöden till Torne älv. På svensk sida inventerades 1993 nio biflöden till Torne älv. I endast ett biflöde hittades en lokal med bestånd av flodpärlmussla. Flodpärlmusslan är hotad i hela Europa. Både i Finland och i Sverige klassi-



Kuva. 2.14. Tulvasammalen (*Myrinia pulvinata*) esiintymät Suomessa ja Ruotsissa.

Figur 2.14. Förekomsten av svämmossa (*Myrinia pulvinata*) i Finland och Sverige.

joista yhdestä löydettiin jokihelmisimpukka. Jokihelmisimpukka on kaikkialla Euroopassa uhanalainen laji. Suomessa ja Ruotsissa se luokitellaan vaarantuneisiin lajeihin (VU). Suomessa jokihelmisimpukka on pohjoisessa yleisempi kuin etelässä. Oulun läänin eteläpuolella jokihelmisimpukkaa esiintyy vain kahdeksassa joessa. Myös Ruotsissa suurin osa esiintymistä on pohjoisessa. Jokihelmisimpukan vähenemisen pääasiallisena syynä on aikaisemmin ollut ryöstöpyynti sekä uitto ja jokien perkaukset. Myöhemmin vesien likaantuminen on hävittänyt raakun monesta joesta. Lajin tulevaisuutta uhkaa myös lisääntymisen häiriintyminen tai loppuminen (Komiteanmietintö 1985b). Jokihelmisimpukan lisääntyminen riippuu myös lohikalojen tulevaisuudesta, sillä simpukan toukat elävät loisina nuorissa taimenissa tai lohissa. Lisäksi vesistöjen lähellä harjoitettavan metsätalouden seurauksena jokien säteily- ja ravinneolot voivat muuttua, mikä voi tuhota jokihelmisimpukan elinympäristöjä (Lundstedt & Wennberg 1995).

Perämeren rannoilla kasvava perämerenmaruna (*Artemisia campestris* ssp. *bottnica*) on ns. kotoperäinen laji. Tällaiset lajit esiintyvät vain tietyllä suppealla alueella, eivätkä sen lisäksi missään muualla maapallolla. Fennoskandiassa kotoperäisiä lajeja on hyvin vähän, koska alue on vapautunut mannerjäätiköstä suhteellisen vähän aikaa sitten, minkä vuoksi kasvisto ei ole ehtinyt kehittyä omaan suuntaansa. Perämerenmarunaa kasvaa Suomessa selvästi luonnontilaisena vain Tornion Vähä-Huiturissa Perämeren kansallispuistossa ja Kemin Ajoksen rannoilla, mutta laji on löytänyt runsaasti uusia kasvupaikkoja ratapenkoilta ja valtatievarsilta etelässä Ouluun ja jopa Vaalaan asti ja pohjoisessa Pellon Juoksenkiin ja Kemijärvelle. Ruotsissa lajin levinneisyysalue ulottuu etelässä Skellefteåhon saakka (Ryttäri & Kettunen 1997). Perämerenmaruna on uhanalaisuusluokituksen mukaan Suomessa äärimmäisen uhanalainen (CR) ja Ruotsissa silmälläpidettävä laji (NT).

ficeras den som en sårbar art (VU). I Finland är musslan vanligast i norr. Söder om Uleåborgs län förekommer den endast i åtta vattendrag. Även i Sverige förekommer den rikligast i norr. De främsta orsakerna till att flodpärlmusslan blivit fåtaligare har tidigare varit rovfångst, flottning samt rensning av vattendragen. Senare har försämrade vattenkvalitet lett till att musslan försvunnit från många älvar. Artens framtid hotas också av att dess fortplantning störs eller upphör helt (Komiteanmietintö 1985b). Eftersom musslans larver lever som parasiter på ung öring och lax är dess fortplantning därför även beroende av laxfiskarnas framtid. Dessutom kan skogsbruk i anslutning till vattendrag innebära att ljusmängden och näringsförhållandena i vattendragen förändras, vilket kan förstöra livsmiljöerna för flodpärlmusslan (Lundstedt & Wennberg 1995).

Bottenviksmalörten (*Artemisia campestris* ssp. *bottnica*) som förekommer på stränder vid Bottenviken är en s.k. endemisk art. Detta betyder att den förekommer endast inom ett begränsat område och inte någon annanstans i världen. I Fennoskandien finns få endemiska arter eftersom området relativt nyligen varit täckt med inlandsis och växtligheten inte hunnit utvecklas i en egen riktning. Bottenviksmalört förekommer i Finland naturligt endast i Bottenvikens nationalpark på ön Vähä-Huituri i Torneå kommun och vid stränderna på Ajos i Kemi kommun. Arten har dock lyckats sprida sig och kan påträffas söderut längs banvallar och riksvägar ända till Uleåborg och Vaala. Norrut förekommer den i Juoksenki i Pello och i Kemijärvi. I Sverige sträcker sig utbredningsområdet söderut till Skellefteå (Ryttäri & Kettunen 1997). Bottenviksmalörten klassificeras som en akut hotad art (CR) i Finland och som en missgynnad art (NT) i Sverige.

2.5.1 Vaelluskalat

Rannikkojoet ovat tärkeitä lisääntymisjokia monille Pohjanlahdella ja Itämerellä eläville kalalajeille. Lohi ja meritaimen ovat esimerkkejä lajeista, jotka nousevat jokiin kutemaan. Tornionjoen lohen ja meritaimenen luonnonpoikaset viettävät joessa yleensä 2–4 vuotta (Romakkaniemi ym. 2000), minkä jälkeen ne vaeltavat merelle. Siellä ne kasvavat aikuisiksi ja palaavat muutaman vuoden kulluttua syntymäjokeensa kutemaan.

Suomessa on aikaisemmin ollut luontaisesti lisääntyvä lohikanta ainakin 18 Itämereen laskevassa joessa. Tällä hetkellä luonnonvaraisesti lisääntyvä lohikanta on enää Tornionjoessa ja Simojossa (kuva 2.15). Meritaimen, joka nousee kudulle myös pieniin jokiin lohta enemmän, on lisääntynyt lähes kaikissa Itämereen laskevissa joissa. Suomessa on alkuperäinen meritaimenkanta vielä Pohjanlahteen laskevista joista Tornionjoessa, Simojossa, Iijossa, Lestijossa ja Isojoessa sekä Suomenlahteen laskevista joista Sipoonjoessa, Siuntionjoessa ja Ingarskilanjoessa. Molemmat lajit on Suomessa luokiteltu erittäin uhanalaisiksi (EN).

Ruotsissa alkuperäisiä lohen ja meritaimenen kutujokia on säilynyt enemmän kuin Suomessa. Tällä hetkellä taimenta ei luokitella uhanalaiseksi lajiksi, sen sijaan lohi kuuluu vaarantuneisiin (VU) lajeihin (Sveriges lantbruksuniversitet 2001). Pohjanlahden alueella on luonnonvaraisesti lisääntyvä lohikanta Tornion-, Kalix-, Råne-, Pite-, Åby-, Byske-, Rickleån, Sävarån, Vindel-, Öre-, Lögde- sekä Ljunganjoessa. Lisäksi Etelä-Ruotsissa lohijokina ovat säilyneet Emån- ja Mörrumsånjoet (Rappe 1999). Meritaimenta esiintyy 12 Perämereen laskevassa joessa ja 38 Selkämereen laskevassa joessa (Karlsson 1995).

Lohi- ja meritaimenkantojen taantumisen tärkeimpiä syitä ovat laaja vesivoiman rakentaminen, uittoväylien perkaukset, M74-oireyhtymä ja suuri kalastuspaine. Vesivoiman rakentaminen ja virtaaman säännöstely voi estää tai vaikeuttaa kalojen nousua jokeen ja huonontaa tai tuhota kutu- ja kasvu-

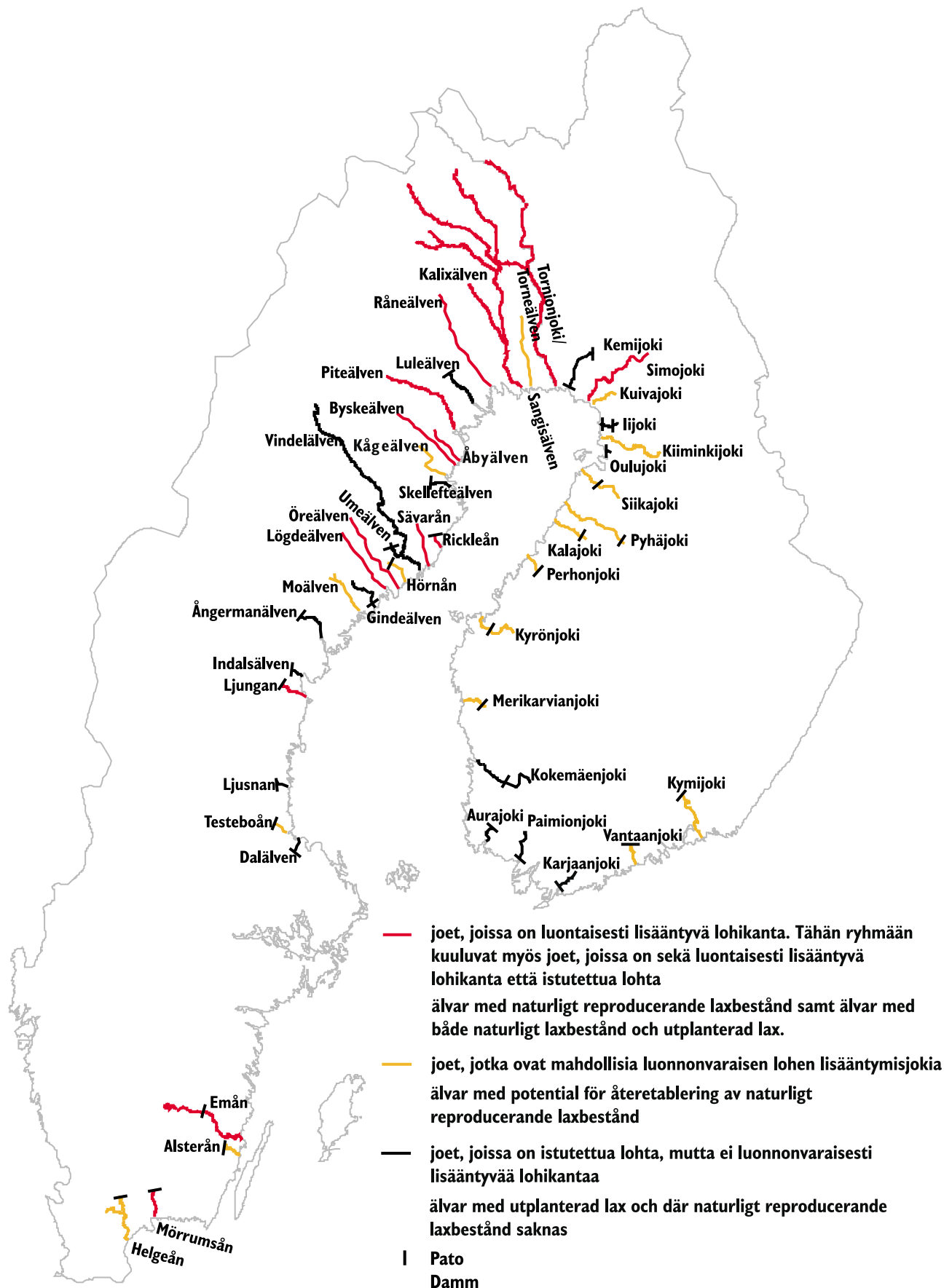
2.5.1 Vandringsfisk

För flera fiskarter som lever i Bottniska viken och Östersjön är de vattendrag som mynnar i kusten viktiga fortplantningsälvar. Laxen och havsöringen är exempel på fiskar som fortplantar sig i älvarna. Ungarna till den i Torne älv naturligt reproducerande laxen och öringen stannar i älven i 2–4 år (Romakkaniemi m.fl. 2000) och vandrar sedan ut i havet där de växer till sig. Efter några år återvänder de till sin födelseälv för att leka.

Naturliga laxbestånd har tidigare funnits åtminstone i 18 av de finska älvar som mynnar i Östersjön. I dag finns bestånd med naturlig reproduktion bara i Torne älv och i Simojoki (figur 2.15). Havsöringen som i större utsträckning än laxen vandrar upp och leker även i mindre vattendrag har förökats sig i nästan alla finska vattendrag som mynnar i Östersjön. I dag finns i Finland ursprungliga havsöringsbestånd endast i fem älvar som rinner ut i Bottniska viken, nämligen Torne älv, Simojoki, Iijoki, Lestijoki och Isojoki, samt i tre år som mynnar i Finska viken, Sibbo å, Sjundeå å och Ingarskila å. Både laxen och havsöringen klassificeras i Finland som starkt hotad (EN).

I Sverige har man lyckats bevara fler lax- och havsöringsbestånd än i Finland. Öringen bedöms i dag som livskraftig medan laxen klassificeras som sårbar (VU) (Sveriges lantbruksuniversitet 2001). Vid Bottniska viken finns naturligt reproducerande laxbestånd i Torne älv, Kalix älv, Råne älv, Pite älv, Åby älv, Byske älv, Rickleån, Sävarån, Vindelälven, Öre älv och Lögde älv samt i Ljungan. I södra Sverige finns laxbestånd också i Emån och Mörrumsån (Rappe 1999). Havsöring förekommer i 12 vattendrag som mynnar i Bottenviken och i 38 vattendrag som mynnar i Bottenhavet (Karlsson 1995).

Det finns många orsaker till att lax- och havsöringsbestånden gått tillbaka. Omfattande utbyggnad av vattenkraften, rensningar av flottleder, M74-syndromet och ett stort fisketryck är de viktigaste orsakerna. Utbyggnaden av vattenkraft och regleringen av



Kuva 2.15. Itämereen laskevat Suomen ja Ruotsin lohijoet jaettuna kolmeen ryhmään (Rappe 1999). Alkuperäisen kuvan on tehnyt ICES.

Figur 2.15. Laxälvar i Finland och Sverige som mynnar i Östersjön (Rappe 1999). Modifierad efter ICES.

paikkoja. Myös uiton aikana tehdyt laajat koskien perkaukset ovat huonontaneet kalojen kutu- ja kasvupaikkoja. Näiden toimenpiteiden seurauksena jokien poikastuotanto on pienentynyt. M74-oireyhtymä, jota esiintyi ensimmäisen kerran runsaasti vuonna 1992, lisää lohenpoikasten kuolevuutta ruskaispussivaiheessa. Tiettyinä vuosina sen seurauksena on kuollut jopa 70–80 % poikasista. Ilmiön syytä ei varmasti tiedetä, mutta B-vitamiini tiamiinin puute, jonka epäillään aiheutuvan ympäristömyrkyistä ja/tai lohen ravinnossa tapahtuneista muutoksista, näyttää olevan ratkaiseva tekijä (Karlström 1996) (lisää ympäristömyrkyistä, ks. myös luku 7.6 Raskasmetallit ja pysyvät orgaaniset ympäristömyrkyt). Lisäksi kova kalastuspaine uhkaa pienentyneen poikastuotannon ja M74-oireyhtymästä johtuvan lisääntyneen kuolevuuden huomattavasti heikentämiä kantoja.

Meritaimenkannat ovat Tornion-, Kalix- ja Rånejoessa ilmeisesti huononmat kuin lohikannat, vaikka meritaimen on luultavasti kokonaan säästynyt M74-oireyhtymältä. Tilanne on seurausta meritaimeneen kohdistuvasta kovasta kalastuspaineesta sekä rannikolla että joissa. Uittoperkaukset ovat voineet vaikuttaa meritaimenen poikastuotantoon enemmän kuin lohen poikastuotantoon, koska meritaimen kutee pienemmissä joissa kuin lohi. Esimerkiksi Tornionjoella on aikoinaan perattu lähinnä sivujoikia, eikä niinkään lohen kudulle tärkeitä pääuomia.

Vesivoimayhtiöt on velvoitettu korvaamaan vesivoiman rakentamisesta johtuvat lohi- ja meritaimensaaliiden menetykset, mikä useimmissa tapauksissa tarkoittaa lohen- ja meritaimenen poikasten kasvatusta ja istuttamista. Istutuksia tehdään myös joihinkin rakentamattomiin jokiin ja näin on tehty myös Tornionjoella. Ensimmäisen kerran Tornionjokeen istutettiin meritaimenen poikasia vuonna 1972 ja lohen poikasia vuonna 1975 (katso myös luku 4.4.3 Istutukset)

vattenflödet kan hindra eller försvåra fiskens vandring uppströms i vattendragen och försämrar eller ödelägga både lek- och uppväxtområden. Omfattande rensningar av forsar som utfördes under flottningsepoken har försämrat fiskens lek- och uppväxtplatser. Dessa ingrepp har minskat fiskreproduktionen i älvarna. M74-syndromet, som första gången 1992 i stor omfattning drabbade fiskbeståndet, ökar överdödigheten bland laxyngel under gulesäcksstadiet. Vissa år har t.o.m. 70–80 % av ynglen dött. Orsakerna till syndromet är ännu inte med säkerhet fastställda, men brist på B-vitaminet tiamin, som misstänks vara orsakad av miljögifter och/eller en förändring i laxens föda, torde spela en avgörande roll (Karlström 1996) (se mera om miljögifter i kap. 7.6 Tungmetaller och persistenta (långlivade) organiska miljögifter). Ett stort fisketryck på bestånd som redan påverkats hårt av en minskad reproduktionsförmåga och en ökad överdödighet bland ynglen p.g.a. M74-syndromet hotar ytterligare de försvagade bestånden.

Trots att havsöringen i Torne-, Kalix- och Råneälvar inte drabbats av M74-syndromet är havsöringsbestånden troligen sämre än laxbestånden i dessa älvar. Det här beror på att havsöringen är utsatt för ett stort fisketryck både vid kusten och i älvarna. Rensningen av flottningslederna har möjligen påverkat havsöringens reproduktion mera än laxens därför att havsöringen leker i mindre älvar än laxen. I Torne älv har till exempel främst biflöden rensats och inte huvudfårorna som är viktiga för laxens lek.

Vattenkraftsbolagen är ålagda att ersätta det bortfall i lax- och havsöringsfångster som orsakas av att vattendragen byggts ut, vilket i de flesta fall betyder kompensationsodling för utplantering av lax- och havsöringsungar. Ungar utplanteras också i vissa outbyggda älvar för att försäkra beståndens fortlevnad. Så har även gjorts i Torne älv. Havsöringsungar utplanterades i Torne älv första gången 1972 och laxungar 1975 (se även kap. 4.4.3 Utplanteringar).

Lohi- ja meritaimenkantojen kokoa ja niissä tapahtuneita muutoksia pidemmällä aikavälillä voidaan arvioida mm. tekemällä sähkökalastustutkimuksia ja keräämällä saalistietoja. 1800-luvun lopussa Tornionjoen lohisaaliit olivat noin 100 tonnia, minkä jälkeen saaliit pienenevät 1980-luvun puoliväliin saakka olleen tällöin enää muutamia tonneja vuodessa. 1990-luvulla saaliit ovat kuitenkin kasvaneet ja vuonna 1997 lohisaalis oli noin 74 tonnia. Meritaimenen saalismääristä ei ole tietoa yhtä pitkältä ajalta kuin lohesta. Meritaimenkannat olivat kuitenkin hyvin heikot monissa Tornionjoen sivujoissa 1960–1980-luvulla. 1990-luvulla meritaimenen saalismäärät ovat jonkin verran kasvaneet (katso myös luku 4.4.2 Lohi-, meritaimen- ja siikasaaliit), mutta luonnonvarainen lisääntyminen on pysynyt lähes jatkuvasti erittäin vähäisenä.

Uhanalaisten kalalajien hoidossa tavoitteena on luontaisesti ilman istutuksia lisääntyvä kanta. Itämeren kansainvälisen kalastuskomission esittämän tavoitteen mukaan jokaisen Itämereen laskevan lohijoen poikastuotanto pitäisi olla vähintään 50 % ko. joen potentiaalisesta poikastuotannosta vuonna 2010 (International Baltic Sea Fishery Commission 2000). Lohen luontainen vaelluspoikastuotanto Tornionjoessa arvioitiin 1980-luvulla ja 1990-luvun alussa tehtyjen selvitysten mukaan noin kymmenesosaksi potentiaalisesta poikastuotannosta, jonka on laskettu olevan noin 500 000 poikasta vuodessa (Karttunen & Pruuki 1992). Uusimpien selvitysten mukaan luontaisesta lisääntymisestä peräisin olevien lohen vaelluspoikasten määrä on kasvanut 1990-luvun lopulla olleen vuosina 1996–1998 keskimäärin noin 100 000 poikasta ja vuonna 1999 jopa 175 000 poikasta (Romakkaniemi ym. 2000).

Meritaimenen potentiaaliseksi vaelluspoikastuotannoksi Tornionjoen sivuvesistöissä on arvioitu 80 000 poikasta vuodessa. Meritaimenen luontaiset poikastiheydet olivat alimmillaan 1980-luvulla, minkä jälkeen poikastiheys Suomen puolella moninkertaistui 1990-luvun alussa. Luontaiseksi vaellus-

Genom att bl.a. utföra elfiskeundersökningar och samla in uppgifter om fångsterna, kan man uppskatta lax- och havsöringsbeståndens storlek och följa med hur dessa förändrats under längre tidsperioder. Fångststiffrorna visar att laxbeståndet i Torne älv har minskat på 1900-talet fram till mitten av 1980-talet. I slutet av 1800-talet utgjorde fångsten ca 100 ton/år medan fångsten i mitten av 1980-talet utgjorde endast några få ton per år. På 1990-talet har fångsterna dock ökat och var 1997 sammanlagt ca 74 ton. Fångststatistik över havsöring finns inte för en lika lång tidsperiod som för lax. Man vet dock att havsöringsbestånden var mycket svaga i flera av Torne älvs biflöden på 1960–1980-talen. På 1990-talet ökade fångsten av havsöring något (se även kap. 4.4.2 Fångst av lax, havsöring och sik), men fiskens naturliga reproduktion har fortfarande varit mycket låg.

I arbetet med att rädda hotade fiskarter är målet naturligt reproducerande bestånd, som klarar sig utan utplanteringar. Den internationella fiskerikommissionen för Östersjön har ställt som mål att smoltproduktionen i varje laxälv som mynnar i Östersjön skall vara åtminstone 50 % av den potentiella produktionen år 2010 (International Baltic Sea Fishery Commission 2000). Enligt beräkningar utförda på 1980-talet och i början av 1990-talet uppskattades produktionen av vilda laxsmolt i Torne älv till endast ca en tiondel av den potentiella smoltproduktionen som uppskattats till ca 500 000 yngel per år (Karttunen & Pruuki 1992). Enligt de nyaste utredningarna har antalet laxsmolt, som härstammar från naturligt reproducerande bestånd, ökat i slutet av 1990-talet. Mängden var under perioden 1996–1998 i genomsnitt 100 000 smolt per år och 1999 uppgick antalet smolt till 175 000 (Romakkaniemi m.fl. 2000).

Den potentiella produktionen av havsöringssmolt i Torne älvs sidovattendrag har uppskattats till ca 80 000 yngel per år. Antalet var som lägst på 1980-talet men ökade mångdubbelt på den finska sidan i början av 1990-talet. Då uppskattades älvens naturliga pro-

poikastuotannoksi arvioitiin tuolloin vähintään 10 000 poikasta vuodessa (Nylander & Romakkaniemi 1995). Aivan viime vuosina jokipoikastuotanto on kuitenkin laskenut uudestaan (ICES CM 1998). Tornionjoen lohi- ja meritaimenkannat ovat edelleen pieniä huolimatta 1990-luvulla tapahtuneesta elpymisestä. Elinvoimaisen lohi- ja meritaimenkannan saavuttamisessa kalastuksen säätely on avainasemassa.

Myös vaellussiika on vähentynyt paljon Itämeren alueella vesistörakentamisen seurauksena. Lohen ja meritaimenen tavoin siihen on vaikuttanut kova kalastuspaine ja lisäksi istutusten aiheut-tama kantojen sekoittuminen (Komiteanmietintö 1991). Suomen 35 vaellussiikajoesta on alkuperäinen, luontaisesti lisääntyvä siikakanta enää 13 joessa. Useimmat Etelä-Suomen jokien vaellussiikakannoista ovat heikkoja. Elinvoimaisimpia ovat Perämereen laskevien jokien siikakannat. Uhanalaisuusluokituksessa vaellussiika on Suomessa arvioitu kuuluvan luokkaan vaarantunut (VU) (Suomen ympäristökeskus 2001). Ruotsissa vaellussiika ei kuulu uhanalaisiin lajeihin, vaikka myös siellä vesistörakentaminen on vaikuttanut paljon siikakantoihin.

Tornionjoen vaellussiikan kutunousun pohjoisraja on Aavasaksan ja Turtolan välissä, noin 80 km päässä jokisuulta. Ylempänä Tornionjoessa ja Muonionjoessa tavattavat siiat ovat paikallisia siikakantoja. Tornionjoen vaellussiikakanta näyttää Kukkolankosken suomalaisen siianpyyntiyhtymän kokonaissaalistilastojen perusteella kasvaneen 1960-luvun lopulta lähtien, mutta eri vuosien siikakannoissa on hyvin suuria eroja. Jokisaaliiden kasvuun arvioidaan vaikuttaneen uiton loppuminen vuonna 1972 ja kalastussäännön muutokset. 1990-luvulla on kuitenkin havaittu, että saaliit ovat vähentyneet ja kalojen keskikoko on pienentynyt (ks. myös luku 4.4.2 Lohi-, meritaimen- ja siikasaaliit).

duktion av havsöringssmolt till minst 10 000 smolt per år (Nylander & Romakkaniemi 1995). Under de senaste åren har dock smoltproduktionen åter minskat (ICES CM 1998). Lax- och havsöringsbestånden i Torne älv är fortfarande små trots återhämtningen på 1990-talet. För att uppnå en livskraftig lax- och havsöringsstam intar regleringen av fisket en nyckelställning.

Även bestånden av den älvlekan-de vandringsiken, i det följande kallad älvsiken, har minskat markant i Östersjöområdet som en följd av utbyggnaden av vattendragen. I likhet med laxen och havsöringen har också älvsiken påverkats av ett högt fisketryck. Dessutom har olika stammar blandats genom utplanteringar (Komiteanmietintö 1991). Ursprungliga älvsikstammar som förökar sig naturligt finns numera i Finland endast i 13 älvar mot tidigare 35. De flesta älvsikbestånden i älvarna i södra Finland är svaga. Mest livskraftiga är sikbestånden i älvar som mynnar i Bottnenviken. I Finland klassificeras älvsiken som en sårbar art (VU) (Suomen ympäristökeskus 2001). Trots att älvsiken också i Sverige påverkats hårt av utbyggnaden av vattenkraft klassificeras den inte som hotad i Sverige.

Nordgränsen för älvsikens lekplatser i Torne älv ligger mellan Aavasaksa och Turtola, ungefär 80 km från älvmynningen. Den sik som påträffas längre upp i Torne och Muonio älvar tillhör stationära sikbestånd. Enligt fångststatistiken från Kukkolafor-sens finska sikfångstandelslag har beståndet av älvsik ökat sedan slutet av 1960-talet, men bestånden har dock varierat mycket under olika år. Ökningen torde bero på att flottningen upphörde 1972 och att fiskebestämmelserna ändrats. På 1990-talet har man dock kunnat konstatera att fångsterna minskat och att även fiskens medelstorlek minskat (se även kap. 4.4.2 Fångst av lax, havsöring och sik).

2.6 Suojelualueet

Sekä Suomessa että Ruotsissa suurin osa suojelualueista sijoittuu pohjoiseen (kuva 2.16). Lapin läänissä on erilaisia suojelualueita noin 27 000 km², mikä on noin 27 % alueen pinta-alasta (Karjalainen 1997). Suojelualueet painottuvat taloudellisesti vähäarvoisille alueille. Tällaisia ovat esimerkiksi vähäpuustoiset suot sekä avosuot, kalliot ja tunturikankaat. Norrbottenin läänin suojelualueiden ja kansallispuistojen pinta-ala on yhteensä noin 24 500 km², mikä kattaa noin 24 % läänin pinta-alasta (Lähde: Länsstyrelsen i Norrbottens län 2000). Noin 90 % kaikista suojelualueista sijaitsee tunturialueella ja muilla korkeilla alueille (Ruotsissa: fjällnära områden). Tämä tarkoittaa sitä, että tunturikankaat ovat suojelluin luontotyyppi alueella (Pettersson 1995). Ruotsissa on lisäksi niin sanottuja domänreservat -alueita (metsänsuojelualueita), joista suurin osa on perustettu luonnonsuojelualueiksi vuoden 2000 aikana. Kaikkien suojelualueiden tarkoituksena on säilyttää erityisen arvokkaita luonnonympäristöjä tuleville sukupolville.

Tornionjoen vesistöalueella on Suomen puolella yhteensä noin 4 100 km² erilaisia suojelualueita (kuva 2.17). Suurimmat suojelualueet ovat Enontekiöllä sijaitsevat Käsivarren ja Tarvantovaaran erämaa-alueet, yhteensä noin 2 900 km². Erämaa-alueet on perustettu alueiden erämaaluonteen säilyttämiseksi sekä saamelaiskulttuurin ja luontaiselinkeinojen turvaamiseksi. Toisen

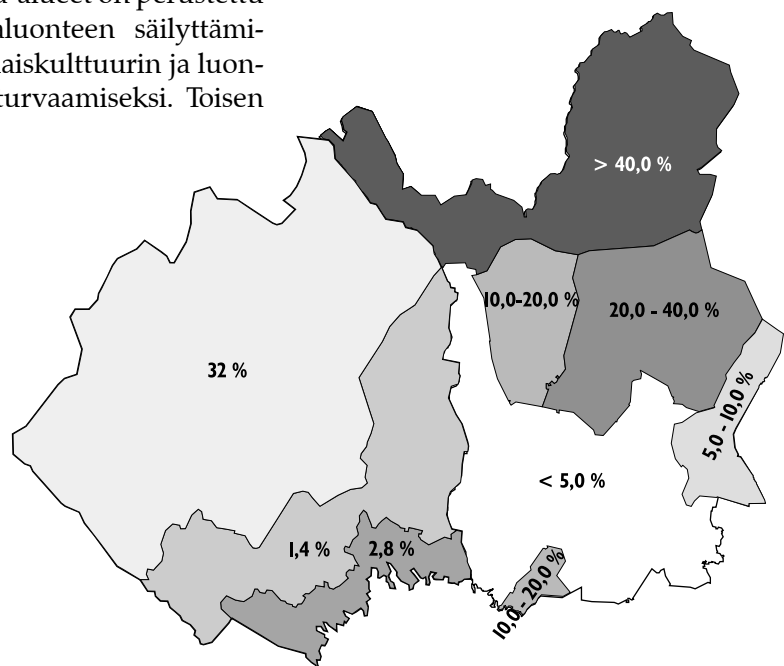
2.6 Skyddade områden

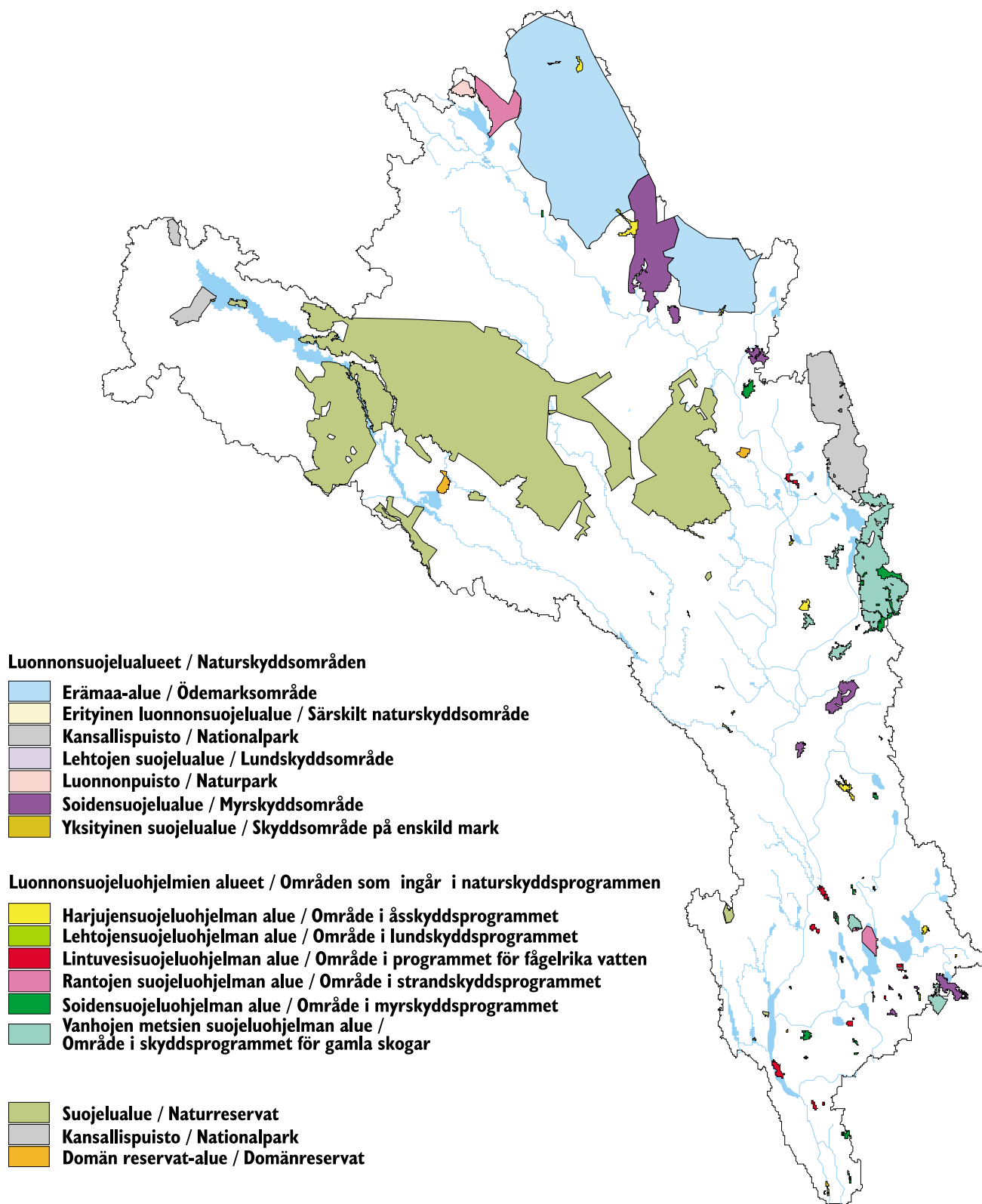
Både i Finland och i Sverige finns de största arealerna skyddad mark i norr (figur 2.16). I Lapplands län finns ca 27 000 km² skyddade områden av olika slag, vilket motsvarar ungefär 27 % av länets yta (Karjalainen 1997). De skyddade områdena ligger i huvudsak på mindre produktiva marker. Sådana är t.ex. trädfattiga myrmarker samt öppna myrar, kalfjäll och fjällhedar. I Norrbottens län omfattar naturreservat och nationalparker sammanlagt 24 500 km², vilket utgör ungefär 24 % av länets yta (Källan: Länsstyrelsen i Norrbottens län 2000). Ungefär 90 % av de skyddade arealerna finns i fjällen och fjällnära områden. Fjällhed är därför den mest skyddade naturtypen inom det här området (Pettersson 1995). I Sverige finns dessutom s.k. domänreservat. De flesta domänreservaten har ombildats till naturreservat år 2000. Avsikten med samtliga reservat är att bevara speciellt värdefulla naturmiljöer för kommande generationer.

I den del av Torne älvs avrinningsområde som ligger i Finland finns olika skyddade områden omfattande sammanlagt ca 4 100 km² (figur 2.17). De största skyddade områdena är vildmarksområdet i den lapska armen samt i Tarvantovaara i Enontekis kommun,

Kuva 2.16. Suojelualueiden osuus alueittain Norrbottenin ja Lapin läänissä (Pettersson 1995, Kajala 1996). Vesialueita, jotka kuuluvat saariston suojelualueisiin Ruotsin puolella, ei ole laskettu mukaan.

Figur 2.16. Andelen skyddad mark områdesvis i Norrbottens respektive Lapplands län (Pettersson 1995, Kajala 1996). Vattenområden som ingår i skyddade skärgårdsområden i Sverige är ej medräknade.





Kuva 2.17. Suojelualueet Tornionjoen vesistöalueella.

Figur 2.17. Skyddade områden inom Torne älvs avrinningsområde.

suuren ryhmän muodostavat eri puolilla vesistöaluetta sijaitsevat soidensuojelualueet, yhteensä noin 643 km². Suurin soidensuojelualue on Enontekiöllä sijaitseva Lätäseno–Jietajoki, jonka pinta-ala on noin 434 km². Soidensuojelualueiden tavoitteena on turvata suoluonnon säilyminen luonnontilaisena, minkä vuoksi ojitus ja muut alueiden vesitalouteen vaikuttavat toimenpiteet ovat kiellettyjä. Sen sijaan metsätalouden harjoittaminen kivennäismailla on ollut mahdollista. Lisäksi Tornionjoen vesistöalueella on noin 977 km² erilaisiin suojeluohjelmiin kuuluvia alueita, joiden suojelu tullaan toteuttamaan suojeluohjelman tavoitteiden mukaisesti. Edelleen Metsähallitus on perustanut suojelualueita, jotka ovat kokonaan tai osittain metsätalouden ulkopuolella. Metsähallituksen suojelualueet eivät sisälly suojelualueiden kokonaispinta-alaan.

Ruotsin puolella Tornionjoen vesistöalueella kansallispuistojen, luonnonsojelualueiden ja domänenreservat -alueiden pinta-ala on yhteensä 5 453 km² (kuva 2.17). Vesistöalueella sijaitsevien kansallispuistojen, Abiskon ja Vadvetjåkkan, pinta-ala on yhteensä 104 km². Suurimmat suojelualueet ovat tunturi-alueella sijaitsevat Torneträsk-Sopperon (3 366 km²), Pessingin (972 km²) ja Rautaksen (655 km²) aarniometsäalueet. Suojelualueilla on paljon tunturikankaita, soita ja metsänrajan tuntumassa sijaitsevia vähätuottoisia havumetsiä.

Tornionjoen pääuomaa ei ole Suomessa suojeltu, mutta Suomen ympäristöministeriön asettama vesistöjen erityissuojelutyöryhmä on nimennyt Tornion–Muonionjoen yhdeksi erityissuojelua vaativaksi vesistöksi (Ympäristöministeriö 1992a). Vesistörakentaminen on kielletty Tornion–Muonionjoen Suomen puoleisissa sivuvesistöissä koskien suojelulain (35/1987) nojalla. Tengeliönjoen vesistö oli rakennettu voimatalouskäyttöä varten jo ennen lain säätämistä. Ruotsissa Tornionjoki kuuluu ns. kansallisjokiin, joiden säännöstely tai veden johtaminen voimatalouskäyttöä varten on kielletty sekä pääuomassa että sivu-uomissa (Miljöbalken 1998/808). Lisäksi

sammanlagt ca 2 900 km². Vildmarksområdena har inrättats för att vildmarksnaturen samt samekulturen och naturhushållningen skall bevaras. En annan stor grupp, sammanlagt 643 km², består av ett flertal myrskyddsområden. Det största myrskyddsområdet, Lätäseno–Jietajoki i Enontekis kommun är 434 km² stort. Målet är att bevara myrar i naturtillstånd och därför är utdikning och andra åtgärder som påverkar vattenhushållningen förbjudna. Där emot har skogsbruk på mineraljordar varit tillåtet. På den finska sidan i Torne älvs avrinningsområde finns dessutom områden (ca 977 km²) som berörs av olika skyddsprogram och vars skydd verkställs i enlighet med målen i skyddsprogrammen. Vidare har Forststyrelsen inrättat skyddade områden som ligger helt eller delvis utanför skogsbruksområdena. Dessa ingår inte i de skyddade områdenas totala yta.

På den svenska sidan av Torne älvs avrinningsområde finns nationalparker, naturreservat och domänenreservat omfattande totalt 5 453 km² (figur 2.17). Av denna yta upptar Abisko och Vadvetjåkka nationalparker tillsammans 104 km². Men de största skyddade områdena utgörs av naturreservaten Torneträsk-Sopperos fjällurskog (3 366 km²), Pessinkis fjällurskog (972 km²) och Rautas fjällurskog (655 km²). Stora delar av dessa områden utgörs av fjällhedar, myrmarker och lågproduktiva barrskogar.

Huvudfåran i Torne älv är inte skyddad i Finland men den arbetsgrupp för vattendragens specialskydd, som har tillsatts av miljöministeriet i Finland, har i sitt betänkande föreslagit att Torne-Muonioälvens vattendrag bör särskilt skyddas (Ympäristöministeriö 1992a). Torne-Muonioälvens biflöden i Finland är dock redan skyddade mot utbyggnad enligt forsskyddslagen (35/1987). Innan lagen antogs hade älven Tengeliönjoki redan byggts ut för vattenkraft. I Sverige är Torne älv en s.k. nationalälv, där vattnet i huvudfåran och dess tillflöden inte får regleras eller ledas över för kraftverks-

Norrbotenin lääninhallitus on esittänyt Kalix- ja Tornionjoen sisällyttämistä Natura 2000 -ohjelmaan. Suomessa selvitetään vastaavasti, pitäisikö Suomen puoleinen Tornion-Muonionjoen vesistöalue liittää Suomen Natura 2000 -ehdotukseen.

2.7 Kulttuuriympäristö

Kulttuuriympäristön käsite on laaja. Yleisesti ottaen sillä tarkoitetaan niitä inhimillisiä elämän merkkejä, jotka kertovat ihmisten työstä ja elämästä, uskosta ja odotuksista. Niitä voivat olla kaikenlaisen rakennettu ympäristö, esimerkiksi rakennukset, liikenneväylät, pihat, poroaitaukset, pellot ja niityt. Kulttuuriympäristöön kuuluvat myös kiinteät muinaisjäännökset ja paikat, joihin liittyy perinteitä, sekä vanhat palvontapaikat.

Tornionjoen vesistöalueelle leimaa antava kulttuuriympäristö on kehittynyt pitkän ajan kuluessa maatalouden, poronhoidon ja kalastuksen harjoittamisen seurauksena. Julkaisussa "Kulturmiljöer och -landskap på Nordkalotten" (Persson Puurula & Suikki 1997) Könkämäenon, Muonionjoen ja Tornionjoen muodostama Suomen ja Ruotsin välinen raja on nimetty yhdeksi Pohjoiskalotin "kulttuuriympäristöväyläksi". Tämä nimi kuvaa sitä, miten asutus ja muu ihmistoiminta on suureksi osaksi keskittynyt kulkuväylien varteen (kuva 2.18). Pohjoisessa joet pysyivät tärkeinä kulkuväylinä hyvin pitkään, vasta 1900-luvulla teiden ja rautateiden rakentaminen alkoi vaikuttaa enemmän asumiseen ja liikkumiseen.

Sekä Ruotsissa että Suomessa on inventoitu varsin kattavasti perinnebiotoopit, arvokkaat maisema-alueet ja muu rakennettu ympäristö. Inventointien tarkoituksena on ollut löytää erilaiset kulttuuriympäristöt ja selvittää niiden luonto- ja kulttuuriarvot, jotta kansallisesti arvokas kulttuuriperintö voitaisiin säilyttää tuleville sukupolville. Suomessa on tehty valtioneuvoston periaatepäätös (1995) valtakunnallisesti arvokkaista maisema-alueista ja maisemanhoidon kehittamisestä. Maisemanhoidon edistä-

ändamål (Miljöbalken 1998/808). Dessutom har Länsstyrelsen i Norrbotten föreslagit att Kalix och Torne älv skall ingå i Natura 2000 -programmet. I Finland utreds om den finska sidan av Torne-Muonioälvens avrinningsområde ska ingå i förslaget till Natura 2000 -nätverket.

2.7 Kulturmiljöer

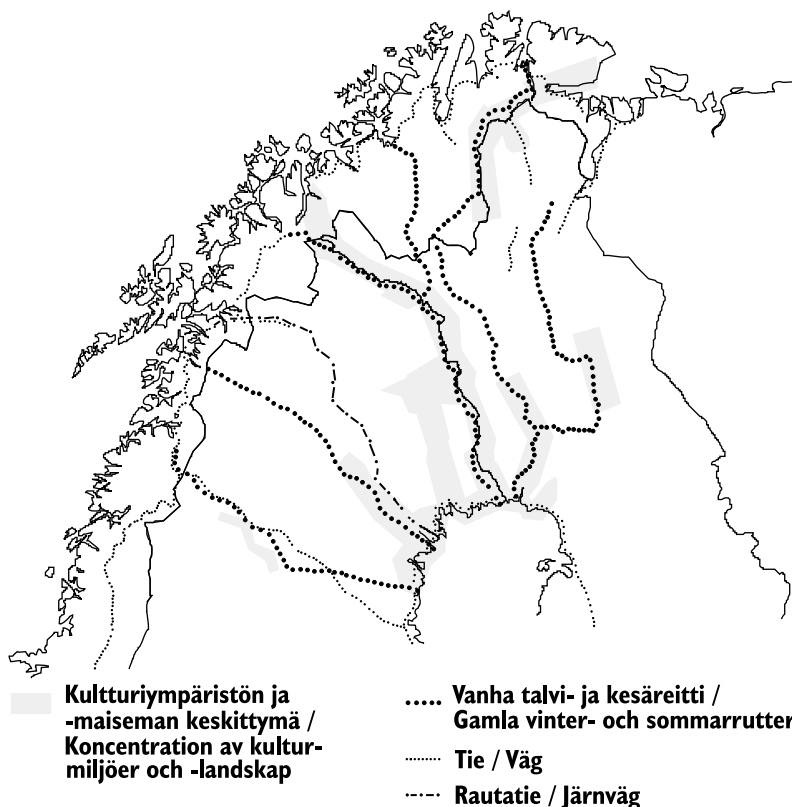
Begreppet kulturmiljö är omfattande. Allmänt avses med kulturmiljö de budskap i vilka vi kan iakta spår och sammanhang som visar på människors arbete och liv, tro och förväntningar. Det kan vara all slags byggd miljö, som t.ex. byggnader, trafikleder, gårdar, rengården, fält och ängar, fasta fornlämningar och kognitiva landskap, dvs. platser till vilka traditioner är knutna samt gamla kultplatser.

Den karaktäristiska kulturmiljön i Torne älvs avrinningsområde har utvecklats under en lång tid genom påverkan från jordbruk, renskötsel och fiske. I publikationen "Kulturmiljöer och -landskap på Nordkalotten" (Persson Puurula & Suikki 1977) har den svensk-finska gränsen, som omfattar Torne-, Muonio- och Könkämä älvar kallats Nordkalottens "kulturled". Namnet beskriver hur bosättning och annan mänsklig aktivitet till stor del har koncentrerats längs transportleder (figur 2.18). I norr förblev älvarna viktiga transportleder under en lång tid. Först på 1900-talet när vägar och järnvägar byggdes kom dessa att påverka byggandet och sättet att färdas mer än älvarna.

Både i Sverige och i Finland har man ganska heltäckande inventerat kulturbiotoper, dvs. ängs- och hagmarker samt värdefulla landskapsområden och bebyggda miljöer. Avsikten med inventeringarna har varit att hitta olika kulturmiljöer och utreda deras natur- och kulturvärden så att nationellt värdefulla natur- och kulturarv kan bevaras för kommande generationer. I Finland har regeringen (valtioneuvosto) tagit ett principbeslut (1995) om värdefulla landskap av riksintresse och utveckling av landskapsvården. För att främja land-

Kuva 2.18. Tornion-Muonionjoki on ollut tärkeä kulkuväylä pohjoiseen. Se näkyy mm. tiheänä asutuksena joen molemmiin puolin (Persson Puurula & Suikki 1997).

Figur 2.18. Torne-Muonioälven har varit en viktig transportled norrut. Det kan ses bl.a. i den täta bebyggelsen på båda sidor om älven (Persson Puurula & Suikki 1997).



miseen on tarkoitus käyttää mm. rakennussuojeluun, yleiskaavoituksen tukemiseen ja maatalouden ympäristötukeen käytettäviä varoja. Ruotsissa Riksantikvarieämbetet (1990) on vahvistanut valtakunnallisesti merkittävät kulttuuriympäristöalueet, jotka tulee ottaa huomioon kunnallisessa suunnittelussa. Maaseutumaiseman suojeluun käytetään maatalouden ympäristötukea ja rakennussuojeluavustuksia, joita lääninhallitus myöntää kulttuurihistoriallisesti arvokkaiden rakennusten suojeluun. Lisäksi viranomaisten on huolehdittava sekä Ruotsissa että Suomessa, etteivät ne hankkeillaan vaaranna arvokkaiden maisema-alueiden arvoa.

Kuvissa 2.19 ja 2.20 on esitelty osa Tornionjoen vesistöalueella sijaitsevista tärkeistä kulttuuriympäristöistä. Perinnebiotooppeja ja maaseudun kulttuurimaisemaa koskevat tiedot perustuvat Norrbottenin läänin osalta julkaisuun "Vårt hävdade Norrbotten" (von Sydow & Westerberg 1993) ja Lapin läänin osalta julkaisuihin "Arvokkaat maisema-alueet" (Ympäristöministeriö 1992b) sekä "Lapin perinnemaisemat" (Kalpio & Bergman 1999). Maaseudun kulttuurimaisemat on Norrbottenin lään-

skapsvärden avser man att använda bidrag avsedda för bl.a. byggnadsvård, generalplanering och jordbrukets miljöstöd. I Sverige har Riksantikvarieämbetet (1990) fastställt kulturområden av riksintresse. I den kommunala planeringen skall sedan skyddsbehovet av de här områdena beaktas. För vård av odlingslandskapet nyttjas jordbrukets miljöstöd och det byggnadsvårdsbidrag som länsstyrelsen beviljar för vård av kulturhistoriskt värdefulla byggnader. Dessutom ska myndigheterna i både Sverige och Finland sörja för att de inte genom sina projekt riskerar att minska värdet på värdefulla landskapsområden.

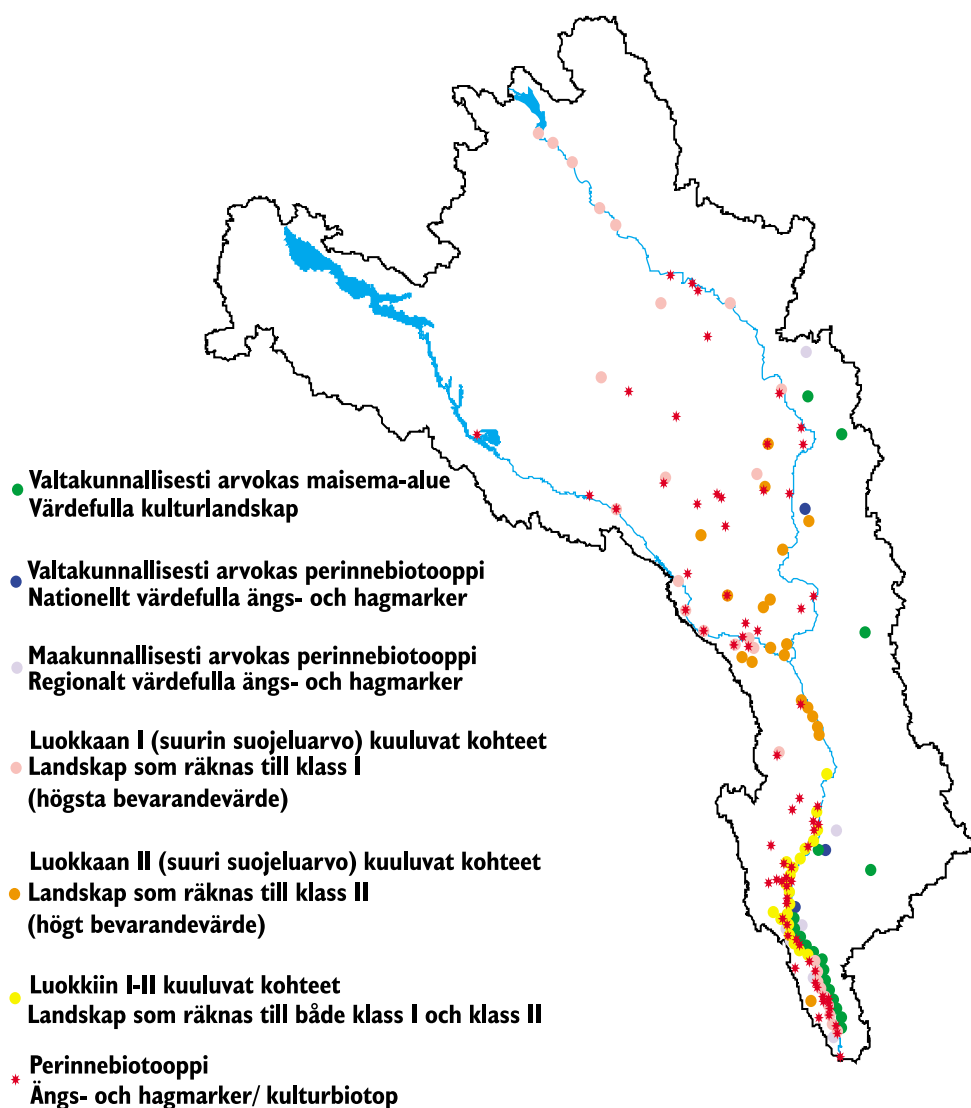
I figurerna 2.19 och 2.20 presenteras en del viktiga kulturmiljöer som finns inom Torne älvs avrinningsområde. Uppgifterna i figur 2.19 om kulturbiotoper och andra kulturlandskap på landsbygden i Norrbottens län baserar sig på publikationen "Vårt hävdade Norrbotten" (von Sydow & Westerberg 1993) och i Lapplands län på publikationerna "Arvokkaat maisema-alueet" (Ympäristöministeriö 1992b) samt "Lapin perinnemaisemat" (Kalpio & Bergman 1999). Kulturlandskapen på landsbygden i Norrbottens län indelas utgående från

nissä luokiteltu luonto- ja kulttuuriarvojen perusteella kahteen luokkaan; suurin suojeluarvo (luokka I) ja suuri suojeluarvo (luokka II). Kaikki perinnebiotoopit on luokiteltu luokkaan I pääasiassa luontoarvojen perusteella. Suomessa maisema-alueet ja perinnebiotoopit on luokiteltu valtakunnallisesti tai maakunnallisesti arvokkaisiin kohteisiin. Perinnebiotooppien luokituksessa on käytössä myös paikallisesti arvokkaat -luokka.

Toisessa kuvassa, kuva 2.20, on esitetty valtakunnallisesti arvokkaat kulttuuriympäristökohteet Norrbottenin ja Lapin läänissä. Kuvan tiedot perustuvat Ruotsin osalta julkaisuun "Riksentressanta kulturmiljöer i Sverige" (Riksantikvarieämbetet 1990) ja Suomen osalta julkaisuun "Rakennettu kulttuuriympäristö" (Putkonen 1993). Yksityiskohtaisempaa tietoa vesistöalueella olevista kult-

natur- och kulturvärden i två klasser: högsta bevarandevärde (klass I) och högt bevarandevärde (klass II). Alla kulturbiotoper hör till klass I främst på basis av deras naturvärden. I Finland har landskap och kulturbiotoper indelats i värdefulla områden av riksintresse eller av regionalt intresse. När det gäller kulturbiotoper använder man också klassen "lokalt värdefull".

Den andra figuren, figur 2.20, presenterar kulturmiljöobjekt av riksintresse i Norrbottens och Lapplands län. Uppgifterna grundar sig för Sveriges del på publikationen "Riksentressanta kulturmiljöer i Sverige" (Riksantikvarieämbetet 1990) och för Finlands del på publikationen "Rakennettu kulttuuriympäristö" (Putkonen 1993). Mer detaljerade uppgifter om kulturmiljöobjekt som finns inom avrinningsområdet finns i publika-

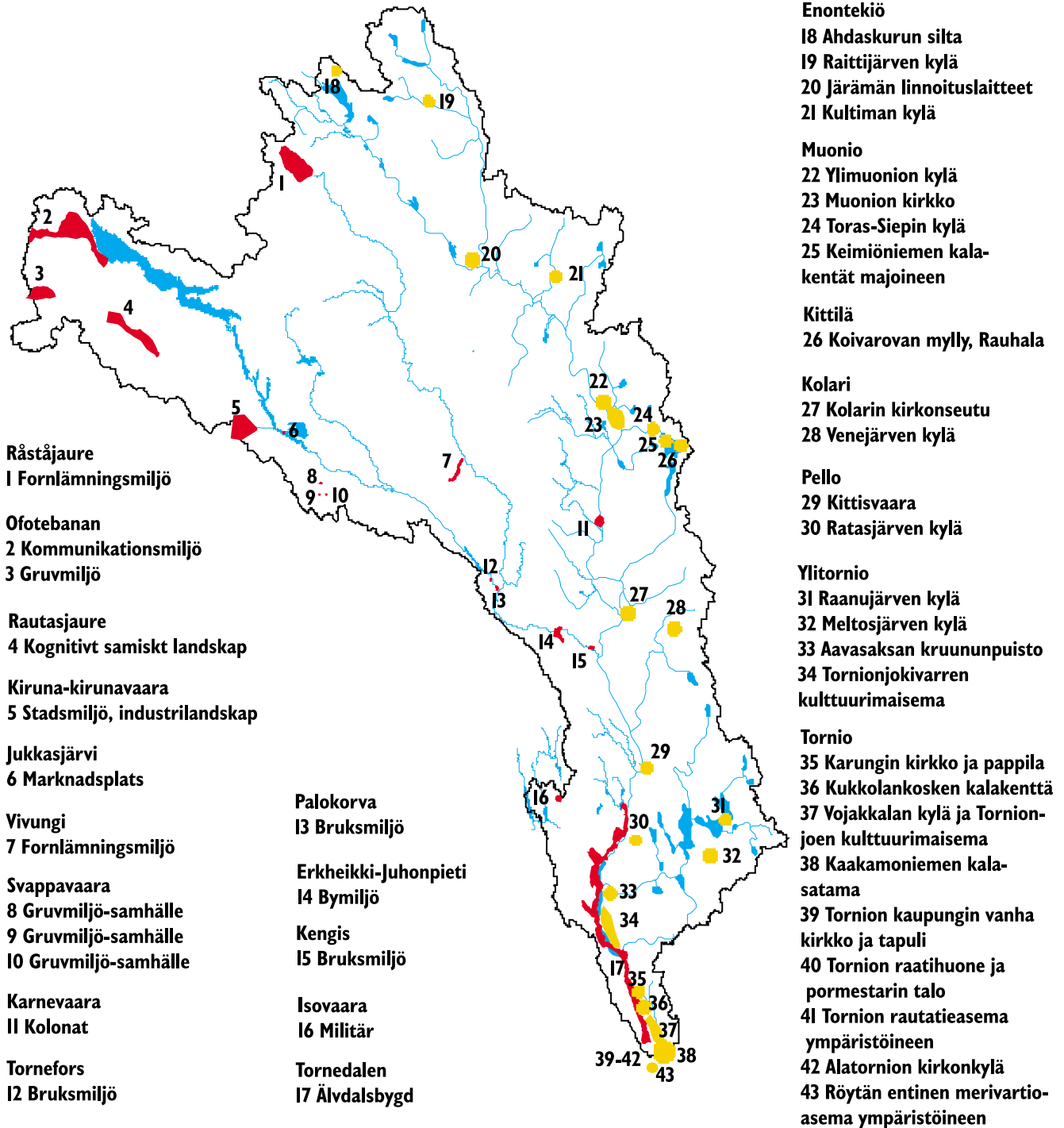


Kuva 2.19. Arvokkaat maisema-alueet ja perinnebiotoopit Tornionjoen vesistöalueella.

Figur 2.19. Värdefulla landskap och kulturbiotoper i Torne älvs avrinningsområde.

tuuriympäristökohteista löytyy julkaisuista "Norrbottens synliga historia, Norrbottens kulturmiljöprogram, del 2" (Länsstyrelsen i Norrbottens län 1997) ja "Lapin kulttuuriympäristöohjelma" (Lokio 1997).

tionerna "Norrbottens synliga historia, Norrbottens kulturmiljöprogram, del 2", (Länsstyrelsen i Norrbottens län 1997) och "Lapin kulttuuriympäristöohjelma" (Lokio 1997).



Kuva 2.20. Valtakunnallisesti merkittävät kulttuuriympäristöt Tornionjoen vesistöalueella.

Figur 2.20. Värdefulla kulturmiljöer av riksintresse i Torne älvs avrinningsområde.

3.1 Tornionjokilaakson asutushistoriaa

Tornionjokilaaksoon asutus on tullut jo varhain. Pellon seudulla on ajoitusten mukaan asunut ihmisiä jo muutamia tuhansia vuosia mannerjään vetäytymisen jälkeen. Norrbottenin läänin vanhimmat tunnetut asuinpaikat sijaitsevat Arjeplogin kunnassa. Niiden iäksi on ajoituksella saatu noin 9 000 vuotta (Bergman 2000). Lapin läänin vanhimpia asutushistoriaan liittyviä löytöjä on Rovaniemen maalaiskunnasta löydetty puinen hirvenpääveistos, jonka iäksi on ajoituksella saatu noin 7 800 vuotta (Huurre 1985).

Vähitellen Suomenniemellä asuva väestö alkoi eriytyä rannikon sekä sisämaan ja pohjoisen kulttuurialueisiin. Länssikulttuurin väestön elämä perustui yhä keskeisemmin maanviljelykseen ja pysyvään asutukseen, jossa toki pyynnillä oli merkittävä osa. Pohjoisen asukkaat elivät metsästyksestä ja kalastuksesta, vaikka maanviljelyskään ei ollut heille tuntematonta. Rautakaudella pohjoisen sisämaahan muotoutui saamelaiden Lapinmaa ja Perämeren rannikkoalueelle talonpoikaistuva saamelaisväestö. Viimeistään joskus 800-luvulla hämäläinen talonpoikauskulttuuri oli juurtunut Tornionjokilaaksoon (Enbuske 1997).

On epävarmaa, milloin maanviljelys saapui Pohjois-Norrlantiin. Uumajan seudulla maanviljelys oli omaksuttu jo 500-luvulla, mutta Norrbotteniin pysyvä maanviljelykseen perustuva asutus näyttää saapuneen rannikkoa ja jokilaaksoja pitkin vasta myöhäisellä rautakaudella tai varhaisella keskiajalla. Tornionjokilaaksossa Suomen puolella tehdyt siitepölyanalyysit osoittavat, että alueella on ollut yksittäistä karjanhoitoon perustuvaa asutusta jo esihistorial-

3.1 Tornedalens bosättningshistoria

Tornedalen koloniserades tidigt. Det finns belägg för att människor bott i Pel-lotrakten redan några tusen år efter in-landsisens avsmältning. De äldsta kända boplatserna i Norrbottens län ligger i Arjeplogs kommun och är ca 9 000 år gamla (Bergman 2000). Ett av de äldsta boplatssfunden i Lapplands län är ett snidat älghuvud av trä som hittats i Rovaniemi landskommun och vars ålder har fastställts till ca 7 800 år (Huurre 1985).

Så småningom uppstod olika kulturområden på den finska halvön, dvs. vid kusten, i inlandet och i de norra områdena. Befolkningen i den västra kulturen var fast bosatt och livnärde sig i allt högre grad på jordbruk även om jakt och fiske fortfarande hade en betydande roll. Invånarna i norr levde på jakt och fiske men också på jordbruk. Under järnåldern utformades inlandet i norr till samernas Lappmark medan samebefolkningen i kustområdet vid Bottenviken blev bönder. Senast någon gång på 800-talet hade den tavastländska bondekulturen rotat sig i Tornedalen (Enbuske 1997).

Det är osäkert vid vilken tidpunkt jordbruket introducerades i de norra delarna av Norrland. I Umeåtrakten brukades jorden redan på 500-talet men i Norrbotten torde en fast jordbruksbefolkning ha etablerat sig längs kusten och i älvdalarna först under järnåldern eller tidig medeltid. Pollenanalysen från finska Tornedalen indikerar att sporadisk boskapsskötsel kan ha förekommit redan under förhistorisk tid och att jordbruk utövats kontinuerligt sedan 1 000–1 100 f.Kr. Vid kusten tillägnade sig befolkningen boskapsskötsel och jord-

lisella ajalla ja maanviljelyä 1 000–1 100 vuotta e.Kr. Rannikkoalueiden väestö omaksui karjanhoidon ja maanviljelyn. Jotkut tutkijat ovat sitä mieltä, että alueelle tuli uusia väestöryhmiä, kun taas toisten näkemysten mukaan vanhat pyyntikulttuurit omaksuivat vähitellen uudet elinkeinot. Vähemmän viljavilla alueilla metsästys ja kalastus säilyivät pääasiallisena toimeentulon lähteenä. Norrbottenissa, ainakin Piteån-, Luulajan- ja Tornionjokilaaksoissa on ollut vaikiintunutta, kehittyneenpään maatalouteen perustuvaa asutusta aikaisintaan 1200-luvulla (Wallerström 1995). Vaikka rannikolla harjoitettiin maanviljelyä, karjanhoito ja kalastus olivat taloudellisesti sitä tärkeämpiä elinkeinoja. Keskiaika oli Norrbottenissa suhteellisen vaurasta aikaa. Hyvinvointi perustui kalaan, erityisesti Luulajan- ja Tornionjoen loheen, hylkeenpyyntiin ja kaupankäyntiin saamelaisten kanssa (Lundholm 1991).

Talonpoikaiskulttuuri vahvistui vähitellen Tornionjokilaaksossa ja jo 1430-luvulla asutuksen pohjoisraja oli Pellon ja Turtolan kylissä. Tuolloin rannikkoseudun ja jokilaakson alempien osien asutus oli jo melko tiheää ja alueella oli suuryliä, joihin kuului yli 20 taloa. Suurimmat kylät olivat rannikolla Piteån ja Luulajan seudulla sekä Tornionjokilaaksossa aina Kuivakankaalle saakka. Pääosa taloista oli nauhamaisina vitjoina pitkin jokirantoja ja monet Tornionjoen suurista saarista olivat asuttuja. Asutuksen ja viljelyn painopiste oli joen länsirannalla. Vaikka pysyvä asutus ei edennytkään pohjoiseen päin ennen kuin 1500-luvulla, se tihenyi ja vahvistui jokisuulla ja rannikolla. Vuoden 1543 maakirjan mukaan Tornionjokilaaksossa oli tuolloin 287 verotaloa (Vahtola 1986).

1500-luvun loppupuolella mm. kato vuosien välillä pysähdyttämä asutuse kehitys suuntautui jälleen pohjoiseen ja esim. Kolari ja Pajala asutettiin 1580-luvun alussa. Tärännön ja Junosuvannon uudisasutus sai alkunsa 1620-luvun alun tienoilla ja Svappavaaran kaivosyhdyskunta syntyi 1650-luvun lopulla. Samaan aikaan uudisasutus eteni myös Muonionjokilaaksossa. Kalastuksella,

bruk. Enligt en del forskare invandrade nya befolkningsgrupper till området, andra åter anser att det var gamla fångstkulturer som så småningom övergick till nya näringar. Inom mindre bördiga områden levde man i huvudsak på jakt och fiske. I Norrbotten, åtminstone i Pite, Lule och Torne älvdalar, finns belägg för en mera välutvecklad jordbruksbygd tidigast på 1200-talet (Wallerström 1995). Även om jordbruk utövades i kusttrakten var boskapsskötseln och fisket ändå de viktigaste näringsgrenarna. Under medeltiden var välståndet relativt högt i Norrbotten. Det här berodde på fisket, särskilt laxfisket vid Torne och Lule älvar, och säljakten samt handeln med samerna (Lundholm 1991).

I Tornedalen stärktes bondekulturen så småningom och redan på 1430-talet fanns byar etablerade så högt upp som vid Pello och Turtola. Vid den här tiden fanns vid kusten och i de nedre delarna av älvdalen en ganska tät bosättning med storbyar med mer än 20 hemman. De största byarna låg vid kusten vid Piteå och Luleå samt i Tornedalen ända till Kuivakangas. De flesta gårdarna låg som pärlband längs älvränderna och många av de stora öarna i Torne älv var bebodda. Bosättningen och jordbruket var koncentrerade till den västra älvsstranden. Även om den fasta bosättningen inte spred sig norrut förrän på 1500-talet ökade och förstärktes den vid älvmynningen och kusten. Enligt jordeboken från 1543 fanns det då 287 skattehemman i Tornedalen (Vahtola 1986).

Efter en stagnation, bl.a. på grund av missväxt, började bosättningen åter sprida sig norrut i slutet av 1500-talet och t.ex. i Kolari och Pajala etablerades bebyggelse i början av 1580-talet. Till Tärändö och Junosuando kom nybyggare i början av 1620-talet och gruvsamhället Svappavaara uppstod i slutet av 1650-talet. Samtidigt spred sig nybyggarsamhällen också i Muonio älvdal. Fisket, speciellt i sjöarna, hade en stor betydelse för etableringen av bebyggelse i de nya områdena.

etenkin järvikalastuksella, oli suuri merkitys uudisasutuksen vetäjänä uusille alueille.

1700-luvulla asutustoiminta laajeni Norrbottenin itäosissa pääuoman varrelta sivuvesistöjen varteen ja vanhojen eräkalajärvien rannoille. Uudisasutuksen taustalla oli Ruotsin kruunun uudisasutusta suosiva politiikka, jolla pyrittiin turvaamaan työvoiman tarve ja asuttamaan kulkuväylä toimintaansa aloittelevan kaivosteollisuuden suuntaan. Toinen merkittävä tekijä oli kruunun pyrkimys liittää pysyvän maanviljelykseen perustuvan asutuksen avulla alueet tiukemmin hallintaansa. Uudisasukkaat saivat pitkiä, useiden kymmenien vuosien verovapauksia sekä vapautuksen sotaväestä. Asutus lisääntyi siten, että vuonna 1806 Ylitornionlaella oli 741 taloa ja Alatornionlaella 686 taloa (Vahtola 1986).

Vuonna 1809 Suomi siirtyi Venäjän vallan alaisuuteen ja itäinen Tornionjokilaakso ja Suomen Lappi liitettiin osaksi Suomen autonomista suuriruhtinaskuntaa. Suomen ja Ruotsin väliseksi rajaksi tuli Tornion–Muonionjoki. 1800-luvulla Suomen puoleisella osalla Tornionjokilaaksoa väestö lisääntyi eniten Pellon ja Muonion välisellä alueella, jossa maatalous levisi laajemmin ilmeisesti vasta tuolloin. Ruotsin puolella ei ole havaittavissa yhtä selvää väestönkasvun maantieteellistä keskittymistä kuin Suomen puolella. Väestö lisääntyi kuitenkin Ruotsin puoleisissa kunnissa nopeammin kuin Suomen puoleisissa kunnissa, mutta ei niin nopeasti kuin muualla Norrbottenin läänissä, jossa ilmasto ja maaperäolot olivat maatalouden harjoittamiselle edullisemmat kuin läänin pohjoisosissa (Annanpalo 1986).

Vielä 1900-luvun alkupuolella väestö lisääntyi Tornionjokilaaksossa. Väestönkasvun aika kesti Ruotsin puolella 1950-luvun alkuun ja Suomen puolella 1960-luvun puoliväliin. Nopeinta väestönkasvu oli Kiirunan kunnassa, jossa aloitettiin rautamalmin louhinta 1800-luvun lopussa. Myös Pajalan väkiluku kaksinkertaistui vuosisadan alkupuolella ilmeisesti metsätöiden ansiosta. Suomen puolella voimakkainta kasvua oli Ylitornion, Kolarin ja Pellon kunnissa (Annanpalo 1986).

Under 1700-talet spred sig bosättningen i östra Norrbotten till älvens biflöden samt till stränderna av fiskrika ödemarkssjöar. Eftersom det behövdes arbetskraft vid bergsbruken, som inledde sin verksamhet vid den här tiden, gick kronans politik ut på att gynna nybyggarsamhällen och att bosätta transportlederna. Tack vare den fasta jordbruksbefolkningen kunde kronan också hävda sin rätt till området. Nybyggarna befriades både från skatt under flera tiotals år och från utskrivning till krigstjänst. I Tornedalen fortsatte bosättningen att öka och 1806 fanns 741 gårdar i Övertorneå och 686 gårdar i Nederorneå (Vahtola 1986).

Finland införlivades med Ryssland 1809 och östra Tornedalen och finska Lappland blev en del av det autonoma storfurstendömet Finland. Torne-Muonioälven utgjorde gräns mellan Finland och Sverige. På den finska sidan av Tornedalen var befolkningsökningen störst i området mellan Pello och Muonio på 1800-talet då jordbruket började bli en mer allmän näring i detta område. På den svenska sidan har man inte kunnat observera en lika tydlig geografisk koncentration av befolkningstillväxten som på den finska sidan. Befolkningsökningen i kommunerna i Tornedalen var dock snabbare på den svenska sidan än på den finska, men ändå inte lika snabb som på andra håll i Norrbottens län, där klimatförhållandena och jordmånen var gynnsammare för jordbruket än i länets norra delar (Annanpalo 1986).

Ännu i början av 1900-talet ökade befolkningen i Tornedalen. Befolkningsökningen fortsatte fram till början av 1950-talet på den svenska sidan och till mitten av 1960-talet på den finska. Snabbast var befolkningsökningen i Kiiruna kommun där brytningen av järnmalm inleddes i slutet av 1800-talet. Även i Pajala fördubblades folkmängden under denna period troligen tack vare skogsbruket. På den finska sidan var tillväxten störst i kommunerna Ylitornio, Kolari och Pello (Annanpalo 1986).

3.2 Väestö 1950-luvulta nykypäivään saakka

Viimeisten vuosikymmenien aikana Tornionjokivarren kuntien yhteenlaskettu väestö on vähentynyt. Alueellinen kehitys verrattuna läänien väestönkehitykseen on kuitenkin ollut erilainen Ruotsissa ja Suomessa. Lapin läänin asukasluku kasvoi vuosina 1950–1995 noin 20 %. Väestö lisääntyi voimakkaasti vielä 1960-luvun alussa, mutta vuosikymmenen puolivälissä väestönkasvu pysähtyi maa- ja metsätaloudessa tapahtuneisiin muutoksiin, joiden seurauksena syntyi laaja muuttoliike Etelä-Suomen ja Ruotsin keskuksiin. Ajanjaksolla 1965–1995 väestön määrä vähentyi Lapissa noin 9 % ja Tornionjokivarren kunnissa 6 %.

Norrbottenin läänin asukasluku on kasvanut vuosina 1950–1995 noin 10 %. Suurimmillaan väkiluku oli vuonna 1980 joka viides vuosi tehtävän väestölaskennan mukaan. Vastaavana aikana Tornionjokivarren kuntien asukasluku on vähentynyt lähes 10 %. Yhteiskunnan yleinen keskittymissuuntaus on Norrbottenin läänissä vetänyt väkeä syrjäisemmistä kunnista erityisesti Luulajaan ja Piteåon (Annanpalo 1986). Myös metsätalouden ja kaivosteollisuuden rakennemuutos on heijastunut väestönkehitykseen Ruosin puoleisessa Tornionjokilaaksossa vaikkakaan ei niin voimakkaasti kuin Suomessa (kuva 3.1). Suurimmat muutokset ovat tapahtuneet Pajalan ja Övertorneån kunnissa, joissa väkiluku on vähentynyt tasaisesti 1950-luvulta lähtien. Kiirunan kaivoskaupungin asukasmäärä kasvoi vuoteen 1975 saakka, minkä jälkeen väkiluku on kääntynyt laskuun. Haaparannan väkiluku oli vuonna 1995 lähes sama kuin vuonna 1995.

Tornionjoen vesistöalue on pinta-alaltaan pienempi kuin jokivarressa olevien kuntien pinta-ala, minkä vuoksi kuntakohtaisia väestötietoja ei voi yleistää koskemaan vain vesistöaluetta. Kuitenkin noin 90 % kuntien väestöstä asuu vesistöalueella. Vuoden 1992 tietojen mukaan vesistöalueen väkiluku oli Ruotsin puolella noin 44 900 ja Suomen puo-

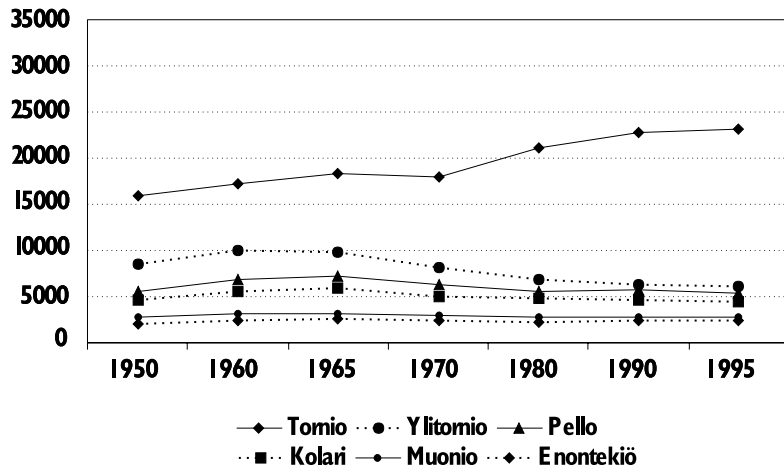
3.2 Befolkningen från 1950-talet fram till nutid

Under de senaste årtiondena har folkmängden i kommunerna i Tornedalen minskat. Den regionala utvecklingen jämfört med länens befolkningsutveckling har dock varit olika i Sverige och Finland. Befolkningen i Lapplands län ökade med ca 20 % under åren 1950–1995. Ökningen var kraftig ännu i början av 1960-talet, men tillväxten avstannade i mitten av årtiondet på grund av förändringar inom jord- och skogsbruket. Följden var en omfattande flyttväg till södra Finland och Sverige. Under perioden 1965–1995 minskade befolkningen i Lappland med 9 % och i kommunerna i Tornedalen med 6 %.

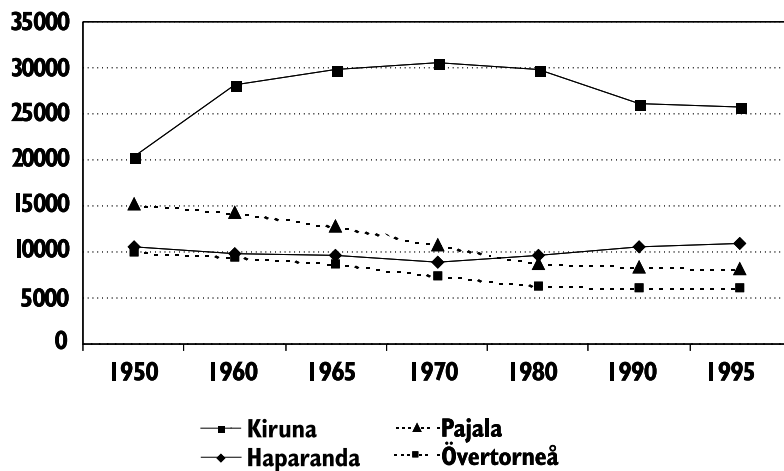
Under perioden 1950–1995 har folkmängden i Norrbottens län ökat med ca 10 %. Enligt den folkräkning som utförs vart femte år var befolkningen störst 1980. I kommunerna i Tornedalen minskade invånarantalet med ca 10 % under motsvarande tid. Den allmänna centraliseringstrenden i samhället har i Norrbottens län resulterat i att folk flyttat från de perifera kommunerna till framför allt Luleå och Piteå (Annanpalo 1986). Även strukturförändringarna inom skogsbruket och gruvindustrin har påverkat befolkningsutvecklingen i de svenska Tornedalskommunerna, dock inte i samma utsträckning som i Finland (figur 3.1). De största förändringarna har skett i Pajala och Övertorneå kommuner, där folkmängden har minskat i jämn takt sedan 1950-talet. I gruvstaden Kiruna ökade befolkningen fram till 1975 men sedan har antalet invånare minskat. I Haparanda var folkmängden 1995 ungefär lika stor som 1950.

Torne älvs avrinningsområde är till ytan mindre än kommunerna i Tornedalen. Därför kan inte uppgifterna om befolkningen i kommunerna direkt överföras till att gälla endast avrinningsområdet. Ungefär 90 % av kommunernas invånare bor dock inom avrinningsområdet. Enligt uppgifter från 1992 var folkmängden inom avrinningsområdet på den svenska sidan ca 44 900 och på den finska sidan ca 39 000. Befolkningen

**Asukasmäärä
Invånarantal**



**Asukasmäärä
Invånarantal**



Kuva 3.1. Tornionjokivarren kuntien asukasmäärät Lapin ja Norrbottenin lääneissä vuosina 1950–1995 (SCB/BD 1992, SCB 1998, SVT väestötilastot vuosilta 1950–1995).

Figur 3.1. Invånarantalet i Tornedalskommunerna i Lapplands och Norrbottens län under perioden 1950–1995 (SCB/BD 1992, SCB 1998, SVT Väestötilastot vuosilta 1950–1995).

lella noin 39 000. Vesistöalueen väestö on keskittynyt toisaalta Tornionjoen alajuoksulle, jossa asuu yli puolet kokonaisväestöstä, ja toisaalta Kiirunaan, jossa asuu lähes 30 prosenttia kokonaisväestöstä (kuva 3.2).

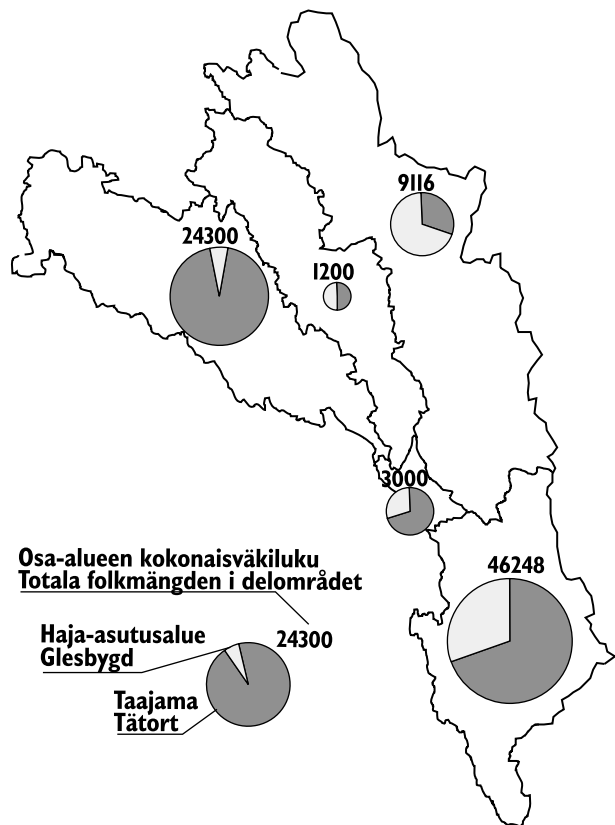
Vesistöalueen väestöstä Ruotsin puolella noin 87 % ja Suomen puolella noin 69 % asui taajamissa vuoden 1992 tietojen mukaan (Tilastokeskus 1994, SCB 1998). Asutuksen keskittyminen kuntien keskustaajamiin johtuu osaksi maa- ja metsätalouden työpaikkojen vähenemisestä haja-asutusalueella. Erikoisin tapaus taajamien joukossa on Kiirunan kunta, jossa taajama-aste on yli 90 %. Korkea taajama-aste johtuu siitä, että alueen asutus on kasvanut kivistä ympäristöön.

inom avrinningsområdet är huvudsakligen koncentrerad till två områden; dels till nedre delen av Torne älv där mer än hälften av befolkningen bor, dels till Kiruna kommun, där nära 30 % av befolkningen bor (figur 3.2).

Inom avrinningsområdet på den svenska sidan bodde ca 87 % av befolkningen i tätorter 1992 medan motsvarande siffra på den finska sidan var ca 69 % (Tilastokeskus 1994, SCB 1998). Koncentrationen av befolkningen till kommunernas centralorter beror delvis på att behovet av arbetskraft inom jordbruk och skogsbruk minskat i glesbygden. Det mest extrema fallet är Kiruna kommun där över 90 % av befolkningen bor i Kiruna tätort, vilket beror på att bosättningen koncentrerats kring gruvindustrin.

Kuva 3.2. Väestön määrä ja taajamaväestön osuus Tornionjoen vesistöalueen osa-alueilla vuonna 1992 (SCB 1998, Tilastokeskus 1994).

Figur 3.2. Folkmängden och andelen av befolkningen som bor i tätorter inom olika delområden av Torne älvs avrinningsområde år 1992 (SCB 1998, Tilastokeskus 1994).



3.3 Elinkeinot

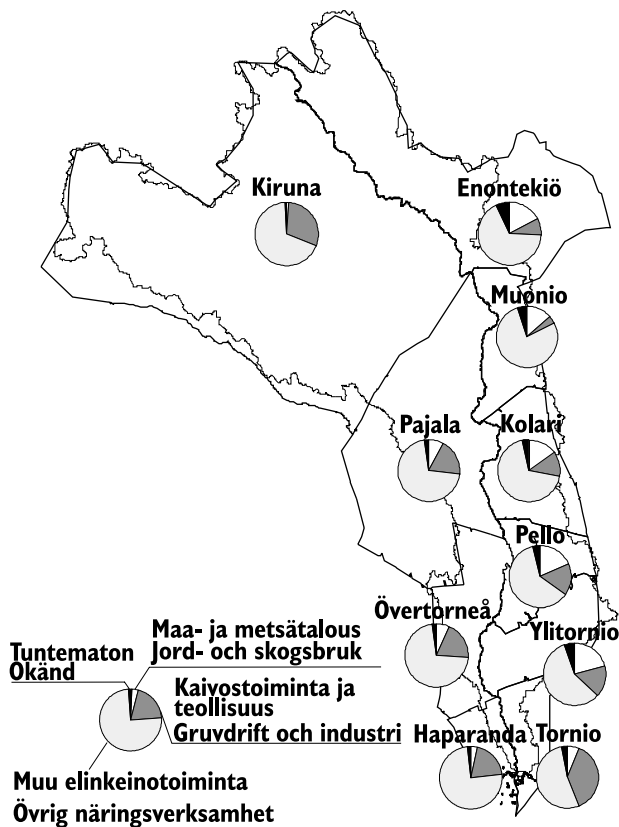
Elinkeinorakenteen muutos Tornionjoen vesistöalueella on ollut samankaltainen kuin muuallakin Norrbottenin ja Lapin läänissä. Alueen kunnat ovat siirtyneet viimeisten vuosikymmenien kuluessa maa- ja metsätalousvaltaisesta yhteiskunnasta yhä selvemmin palveluelinkeinojen yhteiskunnaksi. Tornionjokilaakson kunnissa Ruotsin puolella maa- ja metsätalouden osuus elinkeinoista on selvästi pienempi ja palveluelinkeinojen osuus paljon suurempi kuin Suomen puolella (kuva 3.3). Tärkeimmät teollisuuslaitokset vesistöalueella ovat LKAB:n kaivokset Kiirunassa ja Avestapolarit Stainless Oy:n terästehtaat Torniossa. Kiiruna ja Tornio ovat huomattavia teollisuuspaikkakuntia myös lääninsä tasolla, sillä molemmilla paikkakunnilla kaivostoiminnan ja teollisuuden osuus elinkeinorakenteesta on selvästi suurempi kuin muualla Norrbottenin tai Lapin läänissä.

Poronhoito on vanha elinkeino, jota harjoitetaan yhä Pohjois-Suomessa ja -Ruotsissa. Suomessa poronhoitoalueeseen kuuluu Lapin lääni lukuun otta-

3.3 Näringslivet

Förändringen i näringsstrukturen i Tornedalen har varit likadan som i övriga Norrbotten och Lappland. Kommunerna inom området har under de senaste årtiondena markant övergått från ett jord- och skogsbruksdominerat samhälle till ett samhälle som allt mer är inriktat på servicenäringar. I Tornedalskommunerna på den svenska sidan är jord- och skogsbrukets andel av näringslivet betydligt lägre och servicenäringarnas andel mycket högre än på den finska sidan (figur 3.3). De viktigaste industri- anläggningarna i avrinningsområdet är LKAB:s gruvor i Kiruna samt Avestapolarit Stainless Oy:s stålverk i Torneå. Både Kiruna och Torneå är betydande industriorter inom sina län för på bägge orterna är gruvdriftens och industrins andel av näringsstrukturen betydligt högre än på annat håll i Norrbottens och Lapplands län.

Renskötseln är en gammal näringsgren som lever kvar i norr både i Finland och Sverige. Till renskötselområdet i Finland hör hela Lapplands län utom städerna Kemi och Torneå samt



Kuva 3.3. Kuntien elinkeino-rakenne vuonna 1993 (Läns-styrelsen i Norrbottens län 1996, SVT 1996).

Figur 3.3. Näringsstrukturen i kommunerna 1993 (Läns-styrelsen i Norrbottens län 1996, SVT 1996).

matta Kemin ja Tornion kaupunkeja sekä Keminmaan kuntaa sekä osa Oulun läänin pohjoisosan kunnista. Ruotsissa poronhoitoa harjoitetaan alueella, joka ulottuu Pohjois-Ruotsista aina Taalainmaan pohjoisosiin saakka etelässä. Eniten poronhoitoa harjoitetaan kuitenkin tunturialueella ja muilla korkeilla alueilla (ruotsiksi "fjällnära områden") (kuva 3.4).

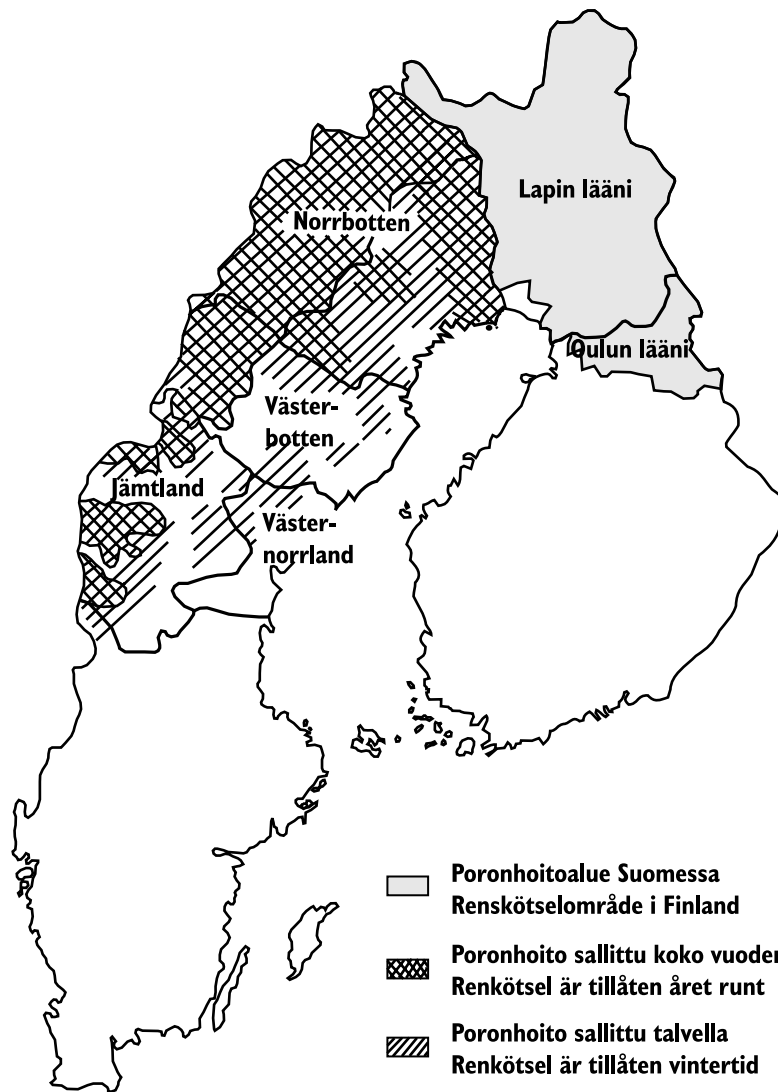
Ruotsissa poronhoitoa saa harjoittaa ympäri vuoden saamelaiskyläen alueella. Siihen kuuluvat viljelysrajan länsipuolella sijaitsevat alueet (tunturisaa-melaisten kylät) ja ne alueet, joilla poronhoitoa on perinteisesti harjoitettu (metsäsaamelaisten kylät). Muissa osissa poronhoito on sallittu ainoastaan talvella (1.10. –30.4.). Norrbottenin läänissä tunturiporonhoito on vallitseva poronhoitotapa. Tunturialueen poronhoitoa luonnehtivat porojen pitkät vael-lukset tuntureiden ja metsämaiden vä-lillä. Suomessa noin 2/3 poroista hoide-taan koko vuoden havumetsäalueella.

Suomessa porotaloutta saa harjoit-taa jokainen poronhoitoalueella asuva Suomen kansalainen. Ruotsissa poron-hoito-oikeus kuuluu yksinomaan saa-melaisille. Tornionjokilaaksossa, Tornio-

Keminmaa kommun och några kommu-ner i norra delen av Uleåborgs län. I Sve-rige bedrivs renskötsel inom ett områ-de som sträcker sig från landets nordli-gaste delar till norra delen av Dalarna. Renskötsel utövas i huvudsak i fjäll- och fjällnära områden (figur 3.4).

I Sverige är renskötsel tillåten året runt inom samebyarnas åretruntmarker, dvs. dels väster om odlingsgränsen (fjällsamebyar), dels i områden där ren-skötsel traditionellt utövats (skogs-samebyar). I övriga områden är rensköt-sel tillåten endast vintertid (1.10–30.4.). Den dominerande renskötselformen i Norrbotten är fjällrenskötseln. Ut-märkande för denna är renarnas långa vandringar mellan fjällen och skogsom-rådena. I Finland hålls ungefär två tred-jedelar av renarna året om i barrskogs-områden.

Renskötsel får i Finland utövas av varje finsk medborgare som är bosatt inom renskötselområdet. I Sverige har enbart samerna renskötselrätt. Inom Tornedalen, längs Torne och Kalix älvar bedrivs en speciell form av renskötsel, s.k. koncessionsrenskötsel. Denna in-



Kuva 3.4. Suomen ja Ruotsin poronhoitoalueet (Laadittu Huttu-Hiltunen ym. 1992 mukaan).

Figur 3.4. Renskötselområdena i Finland och Sverige (modifierad efter Huttu-Hiltunen m.fl. 1992).

on- ja Kalixjoen varsilla on olemassa erikoinen poronhoitotapa, jota nimitetään toimilupaporonhoidoksi. Se tarkoittaa sitä, että edellä mainitulla alueella asuvalla maatalon omistajalla tai maatalouden harjoittajalla on oikeus omistaa korkeintaan 30 poroa sijoitettuna porosaimelaisen, jota sanotaan toimiluvan haltijaksi, hoitoon. Suomessa on noin 7 100 poronomaistajaa. Pääasiallisen toimeentulonsa poronhoidosta saa noin 800 taloutta (Huttu-Hiltunen ym. 1992, Kojola 1997). Ruotsissa on noin 950 poronhoitoa harjoittavaa taloutta tai yritystä, mikä merkitsee, että noin 3 000 henkeä hankkii elantonsa kokonaan tai osittain poronhoidosta (SCB 1999).

nebär att person som äger eller brukar jordbruksfastighet och är bosatt inom nyss nämnt område äger rätt att ha högst 30 renar i vård hos en renskötande same, dvs. koncessionshavare. I Finland finns ca 7 100 renägare och av dessa får ca 800 hushåll sin huvudsakliga utkomst från renskötsel (Huttu-Hiltunen m.fl. 1992, Kojola 1997). I Sverige finns ca 950 hushåll eller företag som idkar renskötsel, vilket betyder att ca 3 000 personer livnär sig helt eller delvis på renskötsel (SCB 1999).

4.1 Voimatalous ja muu vesistörakentaminen

Vesivoima

Tornionjoen sivuvesistöistä ainoastaan Tengeliönjoki Suomen puolella ja Puostijoki Ruotsin puolella on padottu vesivoiman tuotantoa varten. Tengeliönjoen vesistöissä on neljä voimalaitosta, joista vuonna 1923 Haapakoskeen rakennettu laitos ei ole enää käytössä (kuva 4.1). Tengeliönjoen voimalaitosten yhteenlaskettu keskituotanto on noin 43 GWh/v. Voimalaitokset ovat pieniä verrattuna esimerkiksi Luulajanjoen tai Kemijoen voimalaitoksiin. Esimerkiksi Isohaaran voimalaitos Kemijoen alajuoksulla tuottaa energiaa noin 330 GWh/v.

Tengeliönjoen vesistöalueella on kolme säännösteltyä järveä, Raanujärvi, Vietonen ja Portimojärvi. Kahdessa ensiksi mainitussa vesivarastot täytetään kevättulvan ja kesän aikana lähelle säännöstelyn ylärajaa ja tyhjennetään talvella. Portimojärveä käytetään vuorokausisäännöstelyyn (Torniolaakson Sähkö Oy 1998).

Armasjoen vesistöön kuuluvassa Puostijoessa on kaksi voimalaitosta, Ekfors Kraftverksdamm 1 ja 2. Voimalaitokset on rakennettu vuosina 1959 ja 1961. Molempien voimalaitosten putouskorkeus on noin 10 metriä. Voimalaitosten yhteenlaskettu keskituotanto on noin 5–7 GWh/v. Vuorokausisäännöstelyyn voimalaitokset käyttävät Puostimojärveä, jonka säännöstelyväli on 2,5 m (Mikael Styrman, suull. tieto). Lisäksi aivan Pajalan alapuolella Torniojokivarressa on Kengisbrukin voimalaitos. Tornionjokea ei ole kuitenkaan padottu voimalaitoksen kohdalla, vaan vesi ohjataan voimalaitokseen eräänlaisen aal-

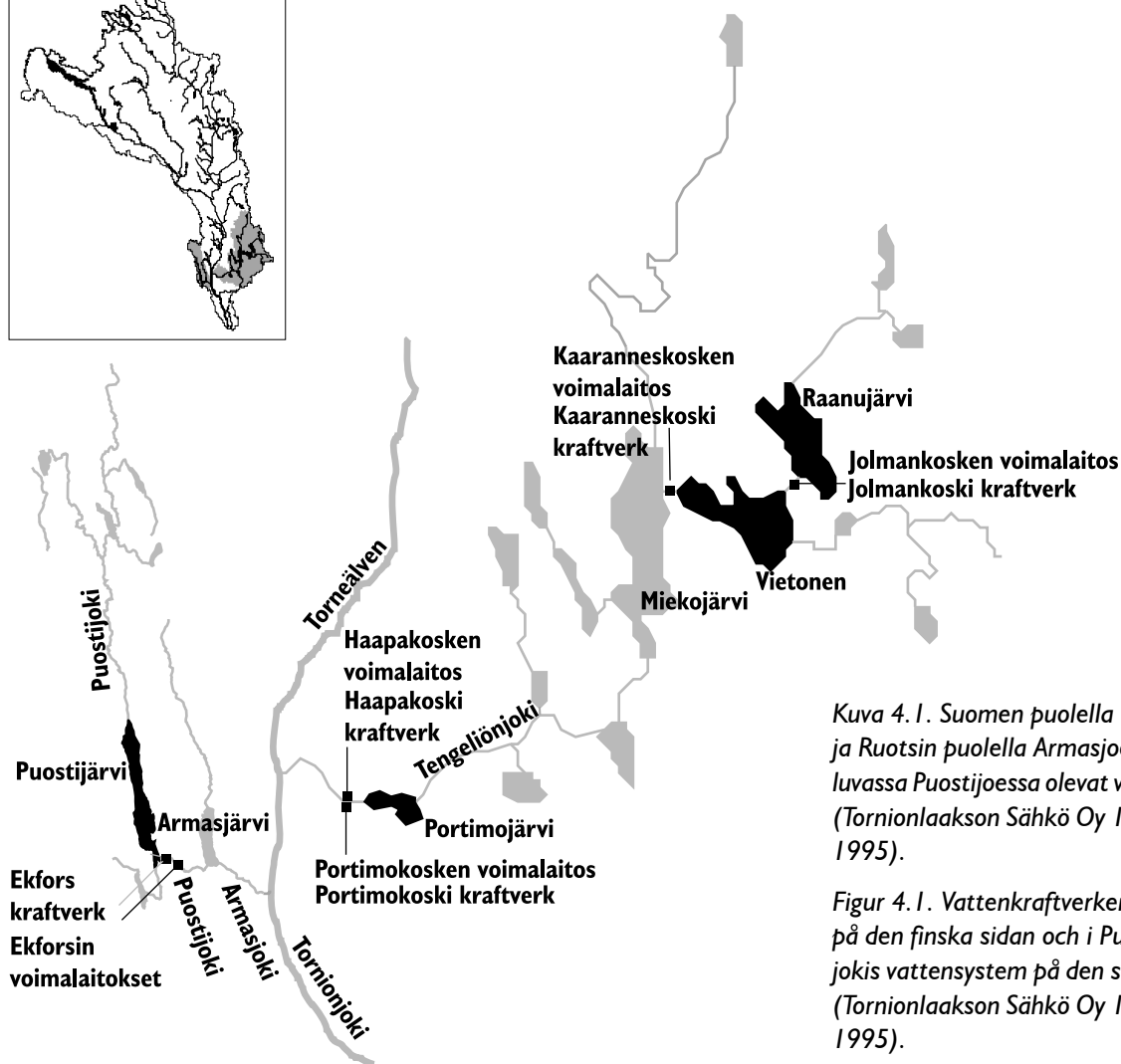
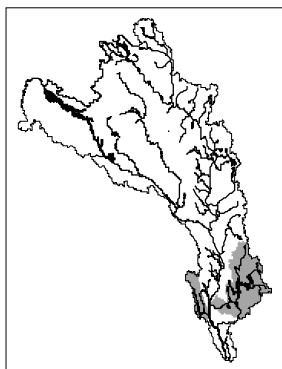
4.1 Vattenkraftverk och övrig utbyggnad av vattendraget

Vattenkraft

Av alla Torne älvs biflöden är Tengeliönjoki på den finska sidan och Puostijoki på den svenska sidan de enda som är uppdämda för produktion av vattenkraft. I Tengeliönjoki finns fyra kraftverk av vilka ett, anläggningen i Haapakoski, som byggdes 1923, inte längre är i bruk (figur 4.1). Kraftverken i Tengeliönjoki, som i genomsnitt producerar ca 43 GWh/år, är dock små jämfört med t.ex. kraftverken i Lule eller Kemi älvar. Som exempel kan nämnas att energiproduktionen i kraftverket i Isohaara i nedre loppet av Kemi älv är ca 330 GWh/år.

Det finns tre reglerade sjöar i Tengeliönjokis vattensystem, nämligen Raanujärvi, Vietonen och Portimojärvi. I de två först nämnda magasineras vatten från vårfloden och nederbörden under sommaren upp till den övre gränsen för regleringen för att sedan utnyttjas under vintern. I Portimojärvi tillämpas dygnsreglering (Torniolaakson Sähkö Oy 1998).

I Puostijoki i Armasjokis vattensystem finns två kraftverk, Ekfors Kraftverksdamm 1 och 2. Kraftverken byggdes 1959 resp. 1961 och de har båda en fallhöjd på ca 10 meter. Sammanlagt producerar kraftverken i genomsnitt 5–7 GWh/år. För dygnsregleringen utnyttjar kraftverken Puostijärvi, vars regleringsamplitud är 2,5 m (Mikael Styrman muntl. uppgift). Dessutom finns ett kraftverk i Kengis bruk i Torne älv vid Kengisfors strax nedströms Pajala. Älven är dock inte uppdämd vid kraftverket utan vattnet leds till kraftverket



Kuva 4.1. Suomen puolella Tengeliönjoessa ja Ruotsin puolella Armasjoen vesistöön kuuluvassa Puostijoessa olevat voimalaitokset (Tornionlaakson Sähkö Oy 1998, SMHI 1995).

Figur 4.1. Vattenkraftverken i Tengeliönjoki på den finska sidan och i Puostijoki i Armasjokis vattensystem på den svenska sidan (Tornionlaakson Sähkö Oy 1998, SMHI 1995).

lonmurtajan avulla. Kengisbrukin voimalaitos käyttää alle neljäsosan Tornionjoen virtaamasta.

Muu vesistörakentaminen

Vesistöjen virkistyskäyttöön ja tulvasuojeluun liittyvä rakentaminen joki- ja ranta-alueella keskittyy lähes kokonaan Suomen puolelle. Suomessa on tehty Tornion–Muonionjokivarteen ja muutamille järviolueille useita pienvenesatamia, veneenlaskupaikkoja ja rantautumispaikkoja. Enontekiölle on rakennettu myös muutamia vesilentosatamia. Merkittviä venereittejä on jokisuun alueella kolme ja Mietojärvellä yksi.

Vesistöjen virkistyskäyttöä varten on lisäksi kunnostettu joitakin taajamien läheisyydessä olevia vesialueita. Kunnostuksen syynä on tavallisesti ollut väylien mataloituminen ja vesistön

med hjälp av en stenarm. Kraftverket i Kengis bruk utnyttjar mindre än en fjärdedel av vattenföringen i älven.

Övrig utbyggnad av vattendraget

Byggnationer i och längs älven är nästan helt och hållet koncentrerade till finsk sida och omfattar förutom skydd mot översvämningar även anläggningar för friluftsliv. I Finland har man anlagt flera mindre småbåtshamnar, sjösättningsramper och naturhamnar längs Torne–Muonioälven samt i några sjöar. I Enontekis kommun har man också byggt några flyghamnar. Det finns även tre utprickade farleder i älvmynningen och en i Mietojärvi.

En del vattenområden nära tätorter har dessutom restaurerats för rekreatiönsändamål. Orsaken har vanligtvis varit att vattenlederna blivit grunda

umpeenkasvu. Veneilyn ja kalastusmahdollisuuksien lisäämiseksi vesialueita on ruopattu ja/tai vedenpintaa on nostettu pohjapatojen avulla.

Rantasuojauksilla pyritään estämään maa-aineksen kulkeutuminen jokeen. Rantojen eroosio on suurinta loppukeuhkaväällä, jolloin rannat ovat sulaneet, mutta tulva ei ole vielä laskenut. Eroosiosuojauksia on tehty Pyysaaren ja Alasaaren alueilla sekä Lappeen kylässä Kolariissa, Teikosuvannossa, Turtolassa ja Juoksengissa Pellossa sekä Tornionjoen alajuoksulla ja Liakanjoella Torniossa yhteensä noin 10 km:n pituudelta. Lisäksi rakennusten suojaamiseksi tulvalta on rakennettu tulvapenkereitä Sieppiärvälle ja Tornionjokivarteen Pellon Jolmanputaalle yhteensä 2,5 km. Tehtyjen rantasuojauksien ja tulvapenkereitten yhteenlaskettu pituus on noin 2,4 % pääuoman pituudesta.

Ihminen vaikuttaa toiminnallaan vesistön tilaan ja kuormitukseen. Esimerkiksi metsä- ja suo-ojitukset lisäävät vesistöön tulevia humus-, ravinne- ja kiintoainemääriä. Valuma-alueen kunnostuksella voidaan parantaa veden laatua vähentämällä valuma-alueelta vesistöön pääsevää kuormitusta. Ensimmäinen tällainen valuma-alueen oloihin vaikuttava kunnostus on tehty Lapissa Ylläsjoen valuma-alueen alaosalla, jossa on katkaistu suurten valtaojien lasku suoraan jokeen ja tehty pintavalutuskenttiä metsäojitusalueelle. Metsäojituksen aiheuttamien haittojen vähentäminen on ollut tavoitteena myös Martimo-Luomajoen valuma-alueen kunnostuksella, joka valmistui vuonna 2000. Naamijoen valuma-alueelle ollaan laatimassa kunnostussuunnitelmaa.

Tornion-Haaparannan kaupunginlahden kunnostus ja Tornionjokisuun tulvasuojelusuunnitelma ovat Suomen ja Ruotsin yhteisiä hankkeita. Kaupunginlahden kunnostus on valmistunut syksyllä 1999. Tornionjokisuun tulvasuojelusuunnitelma on tällä

och vattendragen börjat växa igen. För att öka möjligheterna till fiske och båt-liv har vattenområdena muddrats och/eller vattenytan höjts med hjälp av grunddammar.

Genom att bygga erosionsskydd försöker man hindra jorden vid stränderna från att spolats ut i älven. Erosionen vid stränderna är störst mot slutet av våren när tjälen gått ur jorden men vårflo-den ännu inte sjunkit. Erosionsskydd har byggts inom Pyysaari och Alasaari samt i Lappea by i Kolari, i byarna Teikosuvanto, Turtola och Juoksenki i Pello kommun samt i nedre loppet av Torne älv och i Liakanjoki i Torneå. Den sammanlagda längden är ca 10 km. Dessutom har det byggts sammanlagt 2,5 km vallar för att skydda byggnader mot översvämningar vid Sieppiärvä och i Pello längs Jolmanpudas, som är en sidogren till Torne älv. Totalt omfattar erosionsskydd och vallar 2,4 % av huvudfårans längd.

Människan påverkar med sin verksamhet tillståndet i och belastningen av vattendragen. Exempelvis ökar utdikningen av skogsmark och myrar mängden humus, närsalter och suspenderade (grumlande) ämnen i vattendragen. Genom olika åtgärder inom avrinningsområdet kan man minska belastningen av vattendragen och därigenom förbättra vattnets kvalitet. Det första projektet med syfte att påverka förhållandena i avrinningsområdet har genomförts i nedre delen av Ylläsjoen avrinningsområde i Lappland. Där har man skurit av stora utfallsdiken som haft sitt utlopp direkt i älven och man har också anlagt ytavrinningsfält i skogar som dikats ut. Genom restaurering av Martimo-Luomajoen avrinningsområde försöker man minska de negativa följder skogsdikningen medfört. Restaureringsarbetet slutfördes år 2000. En restaureringsplan håller på att utarbetas för Naamijoen avrinningsområde.

Restaureringen av stadsfjärden i Torneå-Haparanda samt planeringen av översvämningsskydd i Torne älvs mynning är två svensk-finska samarbetsprojekt. Stadsfjärdsprojektet blev färdigt hösten 1999. Planen för översvämningsskydd vid Torne älvs mynning behandlas för närvarande av gränsälvs-

hetkellä rajajokikomission käsiteltävänä. Suunnitelmassa on esitetty merialueen ruoppausta yli 6 km:n matkalla Tornionjoen edustalla. Ruopattava alue on suurimmaksi osaksi Ruotsin puolella.

4.2 Uitto

Uitto oli ennen tavallinen tapa kuljettaa tukkeja pitkiä matkoja. Pohjois-Ruotsissa ja -Suomessa uitto alkoi 1700-luvulla, kun ensimmäiset vesisahat perustettiin. Aluksi puutavaraa kuljetettiin yksityis-uittona lauttoina, mikä tarkoittaa sitä, että tukit pantiin virran vietäviksi yhteen köytettyinä. Myöhemmin metsänomistajat perustivat uittoyhdistyksiä, jotka harjoittivat yhteisuittoa yhdistysten käytössä olevilla yleisillä uittoväylillä. Yhteisuitto oli irtouittoa, missä tukkeja ei oltu niputettu yhteen, vaan ne kulkiivat virran mukana yksitellen. Tornion-Muonionjoella yhteisuitto aloitettiin suomalais-ruotsalaisena yhteistyönä vuonna 1917. Laajimmillaan uitto rajajoella oli 1950-luvun alussa (kuva 4.2). 1960-luvulta lähtien autokuljetukset yleistyivät nopeasti puutavaran kuljetuksessa ja sen myötä uitto loppui yhä useammalla joella. Tornionjoen uiton loppumiseen vaikutti myös uiton siirtyminen Ruotsin puolella yhä enemmän Kalixjokeen. Tornion-Muonionjoella ja sen sivuväylillä uitto loppui vuonna 1971.

Enontekiön kunnan rajalta alkavan Tornion-Muonionjoen uittoväylän pituus oli noin 330 km. Rajajokeen laskevissa Suomen puoleisissa sivuvesistöissä uittoväylien pituus on ollut yhteensä noin 950 km, josta yhteisuittoväylää on ollut noin 580 km. Ruotsin puoleisissa sivuvesistöissä on ollut uittoväyliä yhteensä noin 900 km (Vesihallitus 1984).

Uiton helpottamiseksi useimpia uittoväyliä oli perattava ja niihin oli rakennettava patoja ja uittolaitteita. Koskien perkauksilla hävitettiin monien kalalajien lisääntymisen ja kasvun kannalta välttämättömiä kutusoraikkoja ja suojapaikkoja. Koskien perkaukset ovat vaikuttaneet etenkin meritaimenen, mutta

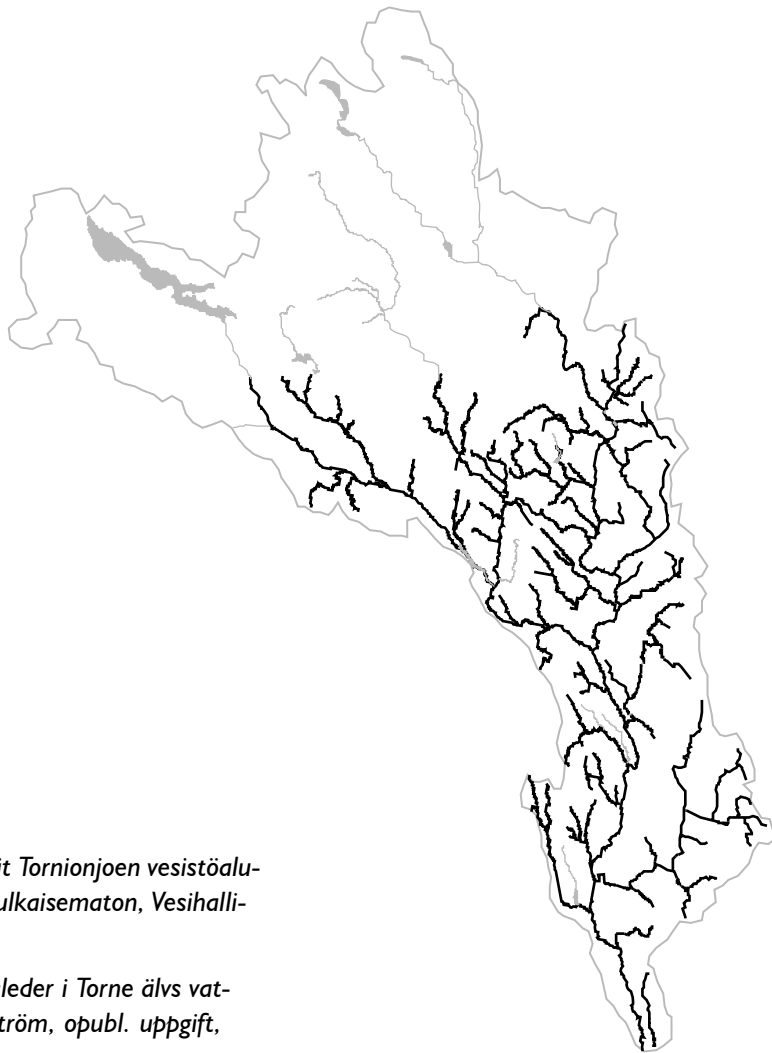
kommissionen. I planen föreslås att havsområdet utanför Torne älvs mynning muddras inom en sträcka på över 6 km. Största delen av området som ska muddras ligger på den svenska sidan.

4.2 Flottning

Flottning var förr ett vanligt sätt att transportera timmer längre sträckor. I både norra Sverige och Finland började timmerflottningen på 1700-talet då de första sågverken som drevs med vattenkraft anlades. Till en början flottades timret som enskild flottning, dvs. stockarna surrades samman till "flottar" som fick driva utmed vattendragen. Senare bildade skogsägarna flottningsandelslag som disponerade de allmänna flottningslederna och bedrev samflottning. Denna utfördes som lösflottning, dvs. stockarna surrades inte samman utan fick flyta fritt. I Torne-Muonioälven inleddes samflottningen som ett svenskt-finskt samarbete år 1917. Mest omfattande var flottningen i gränsälven i början av 1950-talet (figur 4.2). På 1960-talet blev det allt vanligare att transportera timmer med lastbil och därmed upphörde flottningen i många älvar. På den svenska sidan förlades dessutom flottningen alltmer till Kalixälven, vilket också bidrog till att flottningen i Torne-Muonioälven minskade alltmer för att slutligen upphöra 1971.

Den flottningsled som började vid gränsen till Enontekis kommun och gick längs Torne-Muonioälv var ungefär 330 km lång. I de biflöden som rinner ut i gränsälven på den finska sidan var flottningsledningarnas sammanlagda längd ca 950 km, varav samflottningsledningarna utgjorde ca 580 km. I biflödena på den svenska sidan har det funnits sammanlagt ca 900 km flottningsleder (Vesihallitus 1984).

För att underlätta flottningen rensades de flesta vattendragen. Även dammar och andra flottningsanordningar måste byggas. När forsarna rensades upp förstördes grusbäddar samt skyddade platser som var viktiga för många fiskarters fortplantning och uppväxt. Rensningarna har främst drabbat havsöring men även lax och harr har påverkats.



Kuva 4.2. Uittoväylät Tornionjoen vesistöalueella (S. Wikström julkaisematon, Vesihallitus 1984).

Figur 4.2. Flottningsleder i Torne älvs vattensystem (S. Wikström, opubl. uppgift, Vesihallitus 1984).

myös lohen ja harjuksen menestymismahdollisuuksiin. Ne ovat myös pienentäneet jokiluonnon monimuotoisuutta.

Tornionjokea ei ole tarvinnut perata yhtä paljon kuin monia muita jokia, sillä joki virtaa tasaisesti eikä koskia ole paljon. Vesistöalueella uittoperkaukset onkin tehty pääasiassa sivujokiin. Rajajokeen laskevien vesistöjen uittoväylillä on Suomen puolella tehty perkauksia noin 60 kilometrin matkalla. Ruotsin puolella tehdyistä perkauksista ei ole tarkkaa tietoa, mutta käytännössä perkauksia on tehty kaikkien uittoväylien koskiosuuksilla. Tehtyjen perkausten laajuus kuitenkin vaihtelee koskesta riippuen.

Uiton loputtua sivuvesistöistä on poistettu uittorakenteet ja perattuja koskia on kunnostettu. Suomen puoleisissa

Rensningarna har också bidragit till att den biologiska mångfalden i vattendragen minskat.

Torne älv har ett flackt lopp med få forsar och tack vare detta har det inte varit nödvändigt att i denna älv göra en lika kraftig upprensning som i många andra älvar. Rensningarna har till största delen utförts i biflödena. I de flottningsleder som mynnar i gränsälven på den finska sidan har en sträcka på sammanlagt ca 60 km rensats. Egentlig dokumentation över rensningarna av vattendragen på den svenska sidan saknas, men praktiskt taget alla forsavsnitt i flottningslederna har rensats. Rensningarnas omfattning har dock varierat beroende på forsarnas beskaffenhet.

När flottningen upphörde avlägsnades flottningsanläggningarna från biflödena och en del av de rensade forsarna har återställts. I biflödena på den

sivujoissa kunnostustyöt on tehty pääasiassa 1970-luvun lopussa ja 1980-luvun alussa. Tuolloin tehdyissä kunnostuksissa ei useinkaan otettu riittävästi huomioon entisten uittoväylien kalataloudellista kehittämistä ja uoman keskelle jätettiin uittoväylä mahdollisia kriisiaikoja varten. Sen vuoksi Jerisjoki ja Ylläsjoeki on kunnostettu 1990-luvulla uudelleen. Kunnostusten tavoitteena on ollut luoda meritaimenelle sopivia kutu- ja kasvualueita ja parantaa paikallisen kalan elinoloja. Äkäsjoenlaista kalataloudellista kunnostusta ollaan parhaillaan tekemässä ja Naamijoenlaista laatimassa kunnostussuunnitelmaa.

Ruotsissa useimpien sivujokien kunnostukset on tehty 1970-luvulla. Kalastuslaitoksen (Fiskeriverket) tekemän inventoinnin perusteella myös Ruotsissa on todettu, että osa vanhoista uittojoista tarvitsee uudelleen kunnostusta. Tornionjoen vesistössä on kunnostettu Alanen Kihlankijoki, mutta pienempiä toimenpiteitä on tehty lisäksi joissakin Muonionjoen sivujoissa. Kunnostukset on tehty Kalastuslaitoksen toimesta vuonna 1998 (Ingemar Perä suull. tieto)

Tornion–Muonionjoen Suomen puoleisissa sivujoissa on Pellon, Kolarin ja Muonion kunnissa vielä muutamia uittopatoja, joiden kunnossapito on määrätty Lapin ympäristökeskuksen tehtäväksi. Kunnossapidon tarkoituksena on säilyttää osa uittoperinnettä tuleville sukupolville. Vanhat uittopadot palvelevat myös kalastajia, metsästäjiä ja muita virkistyskäyttäjiä joen ylityspaikkoina. Ruotsin puolella on jäljellä yksi uittopato Kuittasjoessa Övertorneån kunnassa (SMHI 1995).

4.3 Asutuksen ja teollisuuden vedenhankinta

Vuoden 2000 syksyyn saakka Haaparannan kunta ja Tornion kaupunki ovat ottaneet suurimman osan talousvedestä Tornionjoesta, mikä merkitsee, että lähes kolmasosa Tornionjoen vesistö-

finska sidan har återställningsarbeten utförts huvudsakligen i slutet av 1970-talet och i början av 1980-talet. Vid dessa arbeten beaktades i många fall inte fiskerihushållningens framtida behov i tillräckligt hög grad och med tanke på en eventuell framtida kristid lämnades en flottningsled i mitten av fåran. Därför har Jerisjoki och Ylläsjoeki restaurerats på nytt under 1990-talet. Syftet med åtgärderna har varit att skapa gynnsamma lek- och uppväxtområden för havsöring samt att förbättra livsvillkoren för de stationära fiskbestånden. I Äkäsjoki pågår ett motsvarande restaureringsarbete och för Naamijoki utarbetas för närvarande en plan för hur restaureringen ska utföras.

I Sverige utfördes återställningsarbeten i de flesta biflödena under 1970-talet. På basis av en inventering som senare utförts av Fiskeriverket kunde det dock konstateras att även i Sverige måste en del av de gamla flottningsledningarna restaureras på nytt. I Torne älvs vattensystem har främst Alanen Kihlankijoki restaurerats, men smärre arbeten har utförts även i några biflöden till Muonioälv. Arbetet utfördes av Fiskeriverket 1998 (Ingemar Perä muntl. uppgift).

I Torne-Muonioälvens biflöden på finsk sida i kommunerna Pello, Kolari och Muonio finns fortfarande några flottningsdammar bevarade. Lapplands miljöcentral har fått i uppdrag att sörja för underhållet av dessa dammar så att de bevaras som kulturminnen från flottningssepoken för kommande generationer. De gamla flottningsdammarerna tjänar också som broar så att fiskare, jägare och andra som rör sig i området kan ta sig över älvarna. På svensk sida finns en flottningsdamm kvar i Kuittasjoki i Övertorneå kommun (SMHI 1995).

4.3 Vattenförsörjning till hushåll och industri

Fram till hösten år 2000 har Haparanda kommun och Torne stad tagit största delen av sitt dricksvatten från Torne älv,

alueen väestöstä on käyttänyt talousvetenä pintavettä. Pintaveden käytön haittana on ollut sen laadun vaihtelu, erityisesti kevättalven aikana juomavedessä on ollut ajoittain maku- ja hajuhaittoja. Tämän ongelman ratkaisemiseksi Kemi-Tornion alueella ollaan toteuttamassa pohjavesiprojektia, jonka valmistuttua syksyllä 2001 koko alue käyttää talousvetenä pohjavettä. Tornion kaupunki liitettiin kuitenkin jo vuonna 2000 pohjavesiverkostoon. Pohjaveden käyttöön siirtyminen ei ole ollut ongelmatonta, sillä alavalla rannikkoalueella pohjavedet sisältävät usein runsaasti mm. rautaa ja mangaania, minkä vuoksi ne vaativat puhdistuksen ennen käyttöä.

Myös Kilpisjärven vesilaitos Enontekiöllä sekä Kiirunan ja Vittangin vesilaitokset Kiirunan kunnassa käyttävät pintavettä (taulukko 4.1). Muut vesistöalueella sijaitsevat vesilaitokset käyttävät pohjavettä. Kunnallisen vesijohtoverkoston ulkopuolella olevalla haja-asutusalueella kotitaloudet käyttävät pääasiassa kaivovettä. Suurin osa kaivosteollisuuden käyttämästä vedestä on peräisin kaivoksesta pois pumpattavasta kuivatusvedestä ja pieni osa Kiirunan vesilaitokselta. Kiirunan vesilaitoksen ve-

vilket innebär att nästan en tredjedel av befolkningen i Torne älvs avrinningsområde fått sitt dricksvatten från ytvatten. Nack-delen med detta har varit en ojäm n vattenkvalitet och särskilt under vårfloden har smak och lukt i vattnet tidvis vållat problem. För att komma ifrån detta problem deltar Torne stad i ett större grundvattenprojekt inom Kemi-Torneå området. Detta projekt beräknas bli färdigt hösten 2001 och då kommer hela området att ha tillgång till grundvatten. Men redan 2000 kunde Torne stad anslutas till grundvattennätet. Övergången till att använda grundvatten har inte varit helt problemfri eftersom grundvattennätet i de låglänta kustområdena ofta innehåller höga halter av bl.a. järn och mangan, vilket innebär att vattnet måste renas innan det kan användas.

Även vattenverket i Kilpisjärvi i Enontekis kommun nyttjar ytvatten liksom också vattenverken i Kiruna och Vittangi i Kiruna kommun (tabell 4.1). De övriga vattenverken inom avrinningsområdet nyttjar grundvatten. De hushåll i glesbygden som inte är anslutna till de kommunala vattenledningsnäten använder huvudsakligen vatten ur egen brunn. Vattenbehovet inom gruvindustrin täcks till största delen med det dräneringsvatten som pumpas ur gruvan och till en liten del av vattenverket i Kiru-

Taulukko 4.1. Arvio Tornionjoen vesistöalueen kuntien vesilaitosten vedenkäytöstä vuoden 1997 tilastojen mukaan. Tiedot perustuvat vesilaitosten omiin ilmoituksiin.

Tabell 4.1. En uppskattning av vattenförbrukningen vid vattenverken enligt statistiska uppgifter för år 1997 för kommunerna inom Torne älvs avrinningsområde. Siffrorna baserar sig på vattenverkens egna uppgifter.

Kunta Kommun	Kulutus (m ³ /v) / Förbrukning (m ³ /år)		Liittynyt asukkaita Anslutna invånare
	Pohjavettä Grundvatten	Pintavettä Ytvatten	
Kiruna	313 000	3 634 000	24 000
Pajala	238 000		3 000
Övertorneå	500 000		*
Haparanda	712 000		8 600
Enontekiö	5 000	12 000	220
Muonio	107 000		550
Kolari	338 000		2 800
Pello	230 000		4 000
Ylitornio	402 000		5 700
Tornio	124 000	1 634 000	22 300

* Tiedot puuttuvat

* Uppgifter saknas

denkäyttö oli esim. vuonna 1997 noin 3,9 milj. m³, josta LKAB:n osuus oli noin 200 000 m³.

Kiirunan kaivosteollisuuden lisäksi huomattavia teollisuuden vedenkäyttäjiä alueella ovat Torniossa sijaitsevat Avestapolarit Oy:n terästehdas ja Oyj Hartwall Abp Lapin kunnan panimo. Nämä teollisuuslaitokset eivät ole liittyneet kunnallisiin vesilaitoksiin, vaan niillä on omat vedenottamot, jotka pumpaavat käyttöveden Tornionjoesta. Terästehtaiden vedenkäyttö oli vuonna 1997 noin 6,4 milj. m³ jokivettä ja 10,7 milj. m³ merivettä (PSV - Maa ja Vesi 1998). Hartwallin tehtaalla käytettiin jokivettä vuonna 1997 tuotantoon noin 649 000 m³ ja jäähdytysvedeksi noin 36 000 m³.

4.4 Kalastus

Tornionjokilaaksossa järvien ja jokien rannoilla asuville ihmisille kalastus on aina ollut tärkeää. Aikoinaan kalastuksella oli monille ihmisille huomattava merkitys toimeentulon lähteenä, mutta nykyisin suurin osa kalastuksesta on kotitarve- ja virkistyskalastusta. Tärkeimmät kotitarve- ja virkistyskalastajien saaliskalat Tornion-Muonionjoesta ja niiden sivuvesistöistä ovat lohi, taimen, siika, hauki, harjus, ahven ja muikku.

Tornionjoen vesistöalueella esiintyy yhteensä 24 kalalajia (taulukko 4.2) sekä nahkiainen (*Lampetra fluviatilis*) ja pikkunahkiainen (*L. planeri*), jotka eivät oikeastaan ole kaloja vaan kuuluvat ympyräsuisiin. Aivan Perämeren pohjukassa esiintyviä lajeja ovat myös silakka (*Clupea harengus*), härkäsimppu (*Trigloporus quadricornis*), kolmipiikki (*Gasterosteus aculeatus*), turska (*Gadus morhua*), kampela (*Platichthys flesus*) ja pikkutuu-lenkala (*Ammodytes tobianus*) (Koli 1990, Pm Fiskeriverkets utredningskontor, Luleå 2000).

Tornionjoen kalansaaliita koskevat arviot perustuvat sekä Ruotsin että Suomen puolella vuosittain tehtävien kalastuskyselyjen tietoihin. Kalastuskyselyjen toteutustavassa on kuitenkin eroja Ruotsin ja Suomen välillä (ks. myös luku 6.3 Kalakantojen seuranta).

na. Vattenförbrukningen vid vattenverket i Kiruna var t.ex. år 1997 ca 3,9 milj. m³, varav LKAB förbrukade ungefär 200 000 m³.

Betydande vattenförbrukare inom den lokala industrin är förutom gruvin-dustrin i Kiruna även Avestapolarit Oy:s stålverk och Oyj Hartwall Abp:s bryggeri Lapin kulta, vilka båda ligger i Tor-neå. Dessa industrianläggningar är inte anslutna till det kommunala vattenled-ningsnätet utan pumpar själva ytvatten från Torne älv. År 1997 var vattenförbruk-ningen vid stålverket ca 6,4 milj. m³ älv-vatten och ca 10,7 milj. m³ havsvatten. (PSV - Maa ja Vesi 1998). Vid Hartwalls bryggeri användes ca 649 000 m³ älv-vatten inom produktionen och ca 36 000 m³ som kylvatten år 1997.

4.4 Fisket

Fisket har alltid varit viktigt för de män-niskor som lever vid sjöar och vat-tendrag i Torne älvdal. Tidigare utgjorde fisket en betydande inkomstkälla medan fisket i dag i huvudsak är husbe-hovs- och fritidsfiske. I Torne-Muonio-älven och dess biflöden är lax, öring, sik, gädda, harr, abborre och siklöja de vik-tigaste fångstarterna för lokala husbe-hovs- och fritidsfiskare.

Inom Torne älvs avrinningsområ-de påträffas 24 fiskarter (tabell 4.2). Dessutom finns även flodnejonöga (*Lampetra fluviatilis*) och bäcknejonöga (*L. planeri*), vilka inte är egentliga fiskar utan hör till klassen rundmunnar. Längst inne i Bottenviken finns även ström-ming (*Clupea harengus*), hornsimpa (*Trigloporus quadricornis*), storspigg (*Gasterosteus aculeatus*), torsk (*Gadus morhua*), skrubbskädda (*Platichthys flesus*) och kusttobis (*Ammodytes tobianus*) (Koli 1990, Pm Fiskeriverkets utredningskon-tor, Luleå 2000).

Både på den svenska och den fins-ka sidan uppskattas fångstmängderna i Torne älv med hjälp av de uppgifter som samlas in vid årliga enkätundersökning-ar. Dessa görs dock på lite annat sätt i Sverige än i Finland (se även kap. 6.3 Övervakning av fiskbestånden). De fis-

Taulukko 4.2. Tornionjoen vesistöalueella esiintyvät kalalajit (Koli 1990, Pm Fiskeriverkets utredningskontor, Luleå 2000).

Tabell 4.2. Fiskarter som förekommer inom Torne älvs avrinningsområde (Koli 1990, Pm Fiskeriverkets utredningskontor, Luleå 2000).

Latinalainen nimi Latinskt namn	Suomalainen nimi Finskt namn	Ruotsalainen nimi Svenskt namn
<i>Abramis brama</i>	Lahna	Braxen
<i>Alburnus alburnus</i>	Salakka	Löja
<i>Anguilla anguilla</i>	Ankerias	Ål
<i>Carassius carassius</i>	Ruutana	Ruda
<i>Coregonus albula</i>	Muikku	Siklöja
<i>Coregonus spp</i>	Siika	Sik
<i>Cottus gobio</i>	Kivisimppu	Stensimpa
<i>Cottus poecilopus</i>	Kirjoeväsimppu	Bergsimpa
<i>Esox lucius</i>	Hauki	Gädda
<i>Gymnocephalus cernus</i>	Kiiski	Gärs
<i>Leuciscus idus</i>	Säyne	Id
<i>Leuciscus leuciscus</i>	Seipi	Stäm
<i>Lota lota</i>	Made	Lake
<i>Noemacheilus barbatula</i>	Kivenuoliainen	Grönling
<i>Osmerus eperlanus</i>	Kuore	Nors
<i>Perca fluviatilis</i>	Ahven	Abborre
<i>Phoxinus phoxinus</i>	Mutu	Elritsa
<i>Pungitius pungitius</i>	Kymmenpiikki	Småspigg
<i>Rutilus rutilus</i>	Särki	Mört
<i>Salmo salar</i>	Lohi	Lax
<i>Salmo trutta</i>	Taimen	Öring
<i>Salvelinus alpinus</i>	Nieriä	Röding
<i>Stizostedion lucioperca</i>	Kuha	Gös
<i>Thymallus thymallus</i>	Harjus	Harr

Esimerkiksi kalastuskyselyissä mukaan otettavat kalalajit ovat vaihdelleet eri vuosina. Suomen puolella kokonaissaalis oli vuosina 1987–1989 arvioilta noin 310–370 tonnia vuodessa. Ruotsin puolella on selvitetty vesistöalueen kokonaissaalessa vain vuonna 1983, jolloin vuosittainen kokonaissaalis arvioitiin olevan 168 tonnia (Bergelin 1984). 1990-luvulla tehdyissä kalastuskyselyissä sekä Ruotsin että Suomen puolella on selvitetty pääasiassa lohen ja taimenen kalastusta ja saaliita.

Vuosia 1987–1989 koskevan Suomen puolella tehdyn kalastuskyselyn mukaan paikalliset kotitarve- ja virkistyskalastajat kalastivat yli 70 % kokonaissaaliista. Ammattimaisen kalastuksen osuus kokonaissaaliista oli alle 20 % tärkeimpien saaliskalojen ollessa muikku ja siika (Nylander ym. 1991). Ulko- ja paikkakuntalaisten kalastusmatkailijoiden osuus saaliista oli noin 10–15 %.

karter som omfattas av enkäterna har t.ex. varierat mellan olika år. På finsk sida uppskattades den årliga totala fiskfångsten till 310–370 ton under åren 1987–1989. På svensk sida har den totala fiskfångsten i avrinningsområdet utretts endast för 1983 och uppgick då till ca 168 ton (Bergelin 1984). Vid de enkätundersökningar som gjordes på både den svenska och den finska sidan på 1990-talet utreddes huvudsakligen fiske och fångst av lax och öring.

Enligt de enkätundersökningar som gjorts på finsk sida under perioden 1987–1989 uppgick de lokala husbehovs- och fritidsfiskarnas fångst till över 70 % av den totala fiskfångsten i älven. Yrkesfiskarnas andel av fångsten var mindre än 20 % och de viktigaste fångstarterna för dem var siklöja och sik (Nylander m.fl. 1991). Turisternas andel av fångsten var 10–15 %.

1980-luvulla paikalliset kotitarve- ja virkistyskalastajat ovat pyytäneet lohisaaliista noin 80 %, ammattikalastajien osuus on ollut noin 15 % ja ulko- paikkakuntalaisten matkailukalastajien osuus noin 5 % (Karttunen & Pruuki 1992). Lohikannan elpymisen myötä pääuoman kalastus on alkanut kohdistua yhä enemmän loheen ja matkailijoiden osuus lohisaaliista on kasvanut (taulukko 4.3).

Aikaisemmin kotitarve- ja virkistyskalastajien yleisimmät kalastusvälineet ovat olleet verkot ja heittokalastusvälineet. Nykyisin lohta ja taimenta saa pyytää rajajoesta vähäisiä poikkeuksia lukuun ottamatta ainoastaan vavalla. Siian pyynnissä tärkeimmät pyyntivälineet ovat verkot sekä lippoaminen (Nylander ym. 1991).

Lippokalastuksella on ollut monissa Perämereen laskevissa joissa pitkät perinteet, mutta nykyisin lippokalastusta harjoitetaan vain muutamalla joella. Lippoamisella tarkoitetaan kalastusta, jossa pyydetään pääasiassa siikaa pitkävartisella haavilla, jonka halkaisija on noin 50–70 senttiä. Lippoamispaikalle rakennetaan tavallisesti pukkilineet ja silta, jolla seisten on helppo kalastaa lipolla kutunousulla olevia kaloja. Lippokalastusta harjoitetaan yleensä perinteisillä kalastuspaikoilla, jotka ovat aikojen kuluessa osoittautuneet hyviksi tähän pyyntimuotoon. Tornionjoen Kukkolankoski on tunnettu siian lippoamispaikka (kuva 4.3), jossa parhaina päivinä joesta nostetaan yli 3 000 siikaa (Hikipää ym. 1988).

Under 1980-talet uppgick de lokala husbehovs- och fritidsfiskarnas andel av laxfångsten till ungefär 80 %, medan yrkesfiskarnas andel var ca 15 % och turisternas andel ca 5 %. (Karttunen & Pruuki 1992). I och med att laxbestånden återhämtat sig har intresset för laxfisket i huvudfåran ökat och turisternas andel av laxfångsten har därmed också ökat (tabell 4.3).

Tidigare var nät och kastspö de viktigaste fångstredskapen i husbehovs- och fritidsfisket. Numera får med några få undantag lax och öring fångas enbart med spö och drag. I sikfisket är de viktigaste fångstredskapen nät och håv (Nylander m.fl. 1991).

Håvfisket har en lång tradition i många av de älvar som mynnar i Bottenviken, men numera fiskas med håv i endast ett fåtal älvar. Vid håvfiske fångas huvudsakligen sik med en långskaftad stor håv, vars diameter är 50–70 cm. På fångstplatsen byggs vanligtvis en brygga på bockar, en s.k. pata, där man kan stå och håva den fisk som är på väg uppströms för att leka. Håvfångst utövas i allmänhet på traditionella platser som visat sig vara lämpliga för den här fångstmetoden. I Torne älv är Kukkolaforsten en känd plats för håvfångst av sik (figur 4.3). Som mest har här fångats över 3 000 sikar per dag (Hikipää m.fl. 1988).

Taulukko 4.3. Tornionjoelle myytyjen kalastuslupien määrä ja matkailijoiden pyytämä osuus lohisaaliista (Romakkaniemi 1998).

Tabell 4.3. Antalet sålda fiskekort som gäller för Torne älv samt turisternas andel av laxfångsten (Romakkaniemi 1998).

	1982	1992	1996	1997
Lohen ja taimenen pyyntiin oikeuttavan luvan ostaneiden matkailijoiden määrä				
Antalet turistfiskare som köpt fiskekort för fiske av lax och öring	275	365	2 700	7 200
Yhteisluvan ostaneiden henkilöiden määrä (paikalliset ja matkailijat)	*	**	4 700	10 200
Antalet personer (ortsbor och turister) som köpt det s.k. gemensamma fiskekortet				
Matkailijoiden pyytämä osuus lohisaaliista				
Turisternas andel av laxfångsten	2,5 %	1,9 %	19 %	34 %

*Yhteislupa ei ollut käytössä / Det gemensamma fiskekortet var inte i bruk

**Tiedot puuttuvat / Uppgifter saknas



Kuva 4.3. Siian lippoamista Kukkolankoskella. (Kuva: Svante Spolander)

Figur 4.3 Håvfiske av sik i Kukkolaforsen. (Foto: Svante Spolander)

4.4.1 Kalastusoikeudet

Kalastuksen järjestely Tornion–Muonionjoessa ja Könkämäenossa perustuu Suomen ja Ruotsin välillä solmittuun rajajokisopimukseen (SopS 1971/53) ja sen liitteenä annettuun kalastussääntöön, joka uusittiin viimeksi vuonna 1987 (A 24.7.1987/677, SopS 43).

Lisäksi kalastusta koskevia säädöksiä on asianosaisten maiden kalastuslainsäädännöissä. Suomen puolella tällaisia ovat kalastuslaki (L 16.4.1982/286 muutoksineen) ja kalastusasetus (A 30.12.1982/1116 muutoksineen) sekä maa- ja metsätalousministeriön päätökset. Ruotsin puolella kalastuksesta säädetään kalastuslaissa (SFS 1993:787) ja kalastuslaitoksen (Fiskeriverket) säädöskokoelmassa (FIFS 1993:31) sekä maatalousministeriön erillisissä päätöksissä, jotka koskevat lohen ja meritaimenen kalastusta koko rajajokikomission alueella, sekä rannikolla että rajajoessa.

Lohen ja meritaimenen kalastusoikeus on koko rajajokikomission Suomen puoleisella osalla Suomen valtiolla. Sen sijaan Ruotsissa Ruotsin valtiolla on vastaavanlainen lohen- ja meritaimenen kalastusoikeus ainoastaan Haaparannan ja Övertorneån kunnissa. Kiirunan ja Pajalan kunnissa sekä Haaparannan sisäsaaristossa lohen ja

4.4.1 Fiskerätten

Regleringen av fisket i Torne-Muonio-Könkämä älvar grundar sig på gränsälvsavtalet som slöts mellan Finland och Sverige år 1971 (SopS 1971/53), samt på den fiskestadga som utfärdades i samband med avtalet. Fiskestadgan reviderades senast år 1987 (A 24.7.1987/677, SopS 43)

I respektive lands fiskelagstiftning ingår även andra författningar som berör fisket. I Finland gäller fiskelagen (L 16.4.1982/286 med ändringar) och fiskeförordningen (A 30.12.1982/1116 med ändringar) samt beslut som fattats vid jord- och skogsbruksministeriet. I Sverige regleras fisket genom fiskelagen (SFS 1993:787) och Fiskeriverkets författningssamling (FIFS 1993:31) samt genom Jordbruksdepartementets separata beslut som gäller fiske av lax och havsöring inom hela kommissionsområdet, dvs. såväl vid kusten som i gränsälven.

Fiskerättigheten till lax och havsöring på hela den finska sidan av gränsälvskommissionens område innehas av finska staten. I Sverige däremot har svenska staten motsvarande lax- och havsöringsfiskerättigheter endast i kommunerna Haparanda och Övertorneå. I kommunerna Kiruna och Pajala samt i

meritaimenen kalastusoikeus on kyläkunnilla ja suuremmilla maanomistajilla.

Suomen puolella lähes kaikki jokivarren kalastuskunnat, jakokunnat ja Metsähallitus ovat vuosittain sopineet rajajokikomission kanssa ns. yhteislupamenettelystä. Yhteisluvassa on ollut mukana myös Ruotsin puolelta useita maa- ja vesialueiden yhteisomistajia, kalastuskuntia ja suurempia maanomistajia, esim. Sveaskog. Yhteislupa koskee vapakalastusta. Yhteisluvan ostaneet saavat kalastaa vavalla lohta ja meritaimenta sekä paikallisia kalalajeja niillä vesialueilla, jotka sisältyvät lupaan.

Ruotsissa on ostettava paikalliselta kalastusoikeuden haltijalta kalastuslupa niillä alueilla, missä yhteislupa ei ole käytössä. Haaparannan ja Övertorneån kunnissa lohen ja meritaimenen pyyntiin on ostettava erillinen lupa rajajokikomissiolta.

4.4.2 Lohi-, meritaimen- ja siikasaaliit

Lohi

Varhaisimmat tiedot Tornion–Muonionjoen lohisaaliista ovat verotusasiakirjoista ja kruununvoutien kertomuksista 1500-luvulta. Vuosina 1539–1562 Tornionjoen vuotuiset lohisaaliit ovat olleet keskimäärin 43 tonnia (Luukko 1954). Lohen pyyntiin käytettiin tuolloin lähes yksinomaan kulleverkkoja. 1600-luvulla otettiin käyttöön karsinapadot, minkä seurauksena saalismäärät kasvoivat arviolta 120 tonniin vuodessa. Suurimmillaan vuotuinen saalis oli noin 360 tonnia.

1800-luvulla keskimääräinen Tornionjoen lohisaalis oli noin 100 tonnia vuodessa. Vuosien väliset erot saalismäärissä olivat kuitenkin suuria. 1900-luvun alkupuolella keskimääräiset saaliit olivat noin 50 tonnia vuodessa ja parhaimmat saaliit noin 100 tonnia vuodessa. Kun lohen avomerikalastus laajeni 1940-luvun lopulla, jokisaaliit pienenevät jyrkästi. 1950- ja 1960-luvuilla Tornionjoen vuosittainen lohisaalis arvioitiin Ruotsin puolella olevan yli 10

den inre skärgården i Haparanda äger byalag och ägare till större marker dessa fiskerättigheter.

I Finland har nästan alla fiskelag och skifteslag utmed gränsälven samt Forststyrelsen varje år ingått ett avtal med gränsälvskommissionen om ett s.k. gemensamt fiskekort. På den svenska sidan har även många samfällighets- och fiskevårdsområdesföreningar samt större markägare, som t.ex. Sveaskog, anslutit sig till detta avtal. Innehavaren av det gemensamma fiskekortet har rätt att fiska lax och havsöring samt lokala fiskarter med drag, fluga och pilk inom de fiskevatten som ingår i avtalet.

I Sverige måste ett fiskekort köpas av den lokala fiskerättsägaren inom de områden, där det gemensamma fiskekortet inte gäller. För att fiska lax och havsöring i Haparanda och Övertorneå kommuner måste man köpa ett separat fiskekort av gränsälvskommissionen.

4.4.2 Fångst av lax, havsöring och sik

Lax

De äldsta uppgifterna om laxfångsten i Torne-Muonio älv är från 1500-talet och härrör dels från skattedokument och dels från kronofogdens redovisningar från den tiden. Under åren 1539–1562 var de årliga laxfångsterna i genomsnitt 43 ton (Luukko 1954). Fiske med kolknot var då den helt dominerande fångstmetoden. På 1600-talet tog man i bruk pator (ett slags stängselliknande avspärrningsanordning), vilket ledde till att laxfångsten ökade till uppskattningsvis 120 ton per år. Den årliga fångsten var som störst ca 360 ton.

Under 1800-talet var den genomsnittliga laxfångsten i Torne älv ca 100 ton per år, men fångstmängderna kunde variera mycket mellan olika år. I början av 1900-talet var de genomsnittliga fångsterna ca 50 ton per år och som störst ca 100 ton per år. När laxfisket till havs ökade i slutet av 1940-talet medförde detta en drastisk minskning av fångsten i älven. På 1950- och 1960-talen uppskattades den årliga laxfångsten på den svenska

tonnia (Karlström 1990). Vastaavasti rajajoen Suomen puolen lohisaaliiksi vuosina 1959–1961 arvioitiin 10 tonnia vuodessa. Pienimmillään Tornionjoen lohisaaliit olivat vain muutamia tonneja 1980-luvun puolivälissä (kuva 4.4) (Karttunen & Pruuki 1992, ICES CM 1998).

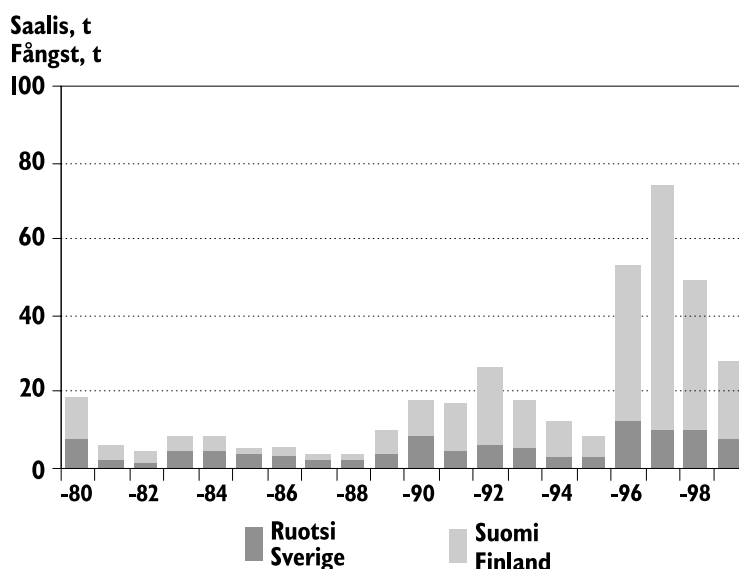
1990-luvun alussa Tornionjoen vesistöalueen kokonaislohisaalis kasvoi selvästi, mutta vuosien 1993–1995 jälkeen saaliit pienenivät jälleen. Vuonna 1996 saatiin lähihistorian ennätysmaalit, yhteensä 52 tonnia. Vuoden 1997 lohisaalis oli vieläkin suurempi, noin 74 tonnia, josta Suomen puolella saatiin noin 64 tonnia (ICES CM 1998, Romakkaniemi ym. 2000). Ruotsin lohisaalis on ollut 1990-luvulla pienempi kuin Suomen, mutta saalismäärissä tapahtunut kehitys on ollut pääpiirteissään samanlainen.

Vuosien 1996 ja 1997 suuret lohisaaliit johtuivat pääasiassa vuoden 1991 hyvästä poikastuotannosta ja vuodesta 1996 alkaen voimaan astuneesta Suomen rannikkokalastuksen voimakkaasta rajoittamisesta. Myös Ruotsin rannikkokalastuksen säätelyllä on voinut olla vaikutusta saaliiden kasvuun. Vuoden 1991 jälkeen kuoriutui useana vuonna vähän luonnonpoikasia, mikä aiheutui pääasiassa M74-oireyhtymästä (ks. myös luku 2.5.1 Vaelluskalat ja luku 7.6.3 Orgaaniset ympäristömyrkyt vesiympäristössä). Huonosta poikastuotannosta

sidan av Torne älv till drygt 10 ton (Karlström 1990). På den finska sidan av gränsläven uppskattades den årliga laxfångsten till 10 ton under perioden 1959–1961. I mitten av 1980-talet, när laxfångsten i Torne älv var som minst, fångades endast några få ton per år (figur 4.4) (Karttunen & Pruuki 1992, ICES CM 1998).

I början av 1990-talet ökade den totala laxfångsten i Torne älvs vattensystem tydligt men den minskade sedan åter under åren 1993–1995. Fångsten var 1996 större än på flera decennier, sammanlagt 52 ton och påföljande år, 1997, ökade fångsten ytterligare till ca 74 ton, varav huvuddelen, ca 64 ton, fångades på finska sidan av älven (ICES CM 1998, Romakkaniemi m.fl. 2000). På svensk sida har laxfångsten under 1990-talet varit mindre än på finska, men fångstmängden har utvecklats i huvuddrag på samma sätt.

De stora laxfångsterna under åren 1996 och 1997 var huvudsakligen ett resultat av den goda produktionen av fiskungar år 1991 samt av att kustfisket i Finland begränsades kraftigt fr.o.m. 1996. Regleringen av det svenska kustfisket har också bidragit till fångstökningen. Under flera år efter 1991 var produktionen av fiskungar låg, vilket huvudsakligen berodde på det s.k. M74-syndromet (se även kap. 2.5.1 Vandringsfisk och kap. 7.6.3 Organiska miljögifter i vattenmil-



Kuva 4.4. Lohisaalis Tornion-Muonionjoesta ja sen sivuvesistöistä vuosina 1980–1999 (Romakkaniemi ym. 2000, ICES CM 2000).

Figur 4.4. Laxfångsten i Torne-Muonioälven och i dess biflöden under åren 1980–1999 (Romakkaniemi m.fl. 2000, ICES CM 2000).

johtuen jokeen odotetaan nousevan vähän lohia 2000-luvun vaihteessa, mikä on jo näkynyt pienentyneenä saaliina vuonna 1999. Vuosina 1996–1998 lohen poikastuotanto oli jälleen runsasta, minkä vuoksi kutemaan nousevien lohien määrän odotetaan jälleen lisääntyvän 2000-luvun alkuvuosina (Romakkaniemi ym. 2000).

Vuosien 1996–1998 suuri lohivaelus on kasvattanut viime vuosina poikastiheyttä ja lohenpoikasia esiintyy nykyisin enemmän tai vähemmän koko vesistöalueen suurissa joissa. Vuonna 1999 poikaskuolleisuus M74-oireyhtymän seurauksena oli kuitenkin noin 60 %, mikä oli huomattavasti suurempi verrattuna vuoteen 1998, jolloin kuolleisuus oli 25 % (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 1999).

Meritaimen

Tornionjoen meritaimenen saaliista ei ole yhtä yksityiskohtaisia tietoja kuin lohen saaliista. Tämä johtuu mm. siitä, että vesistöissä esiintyy sekä merelle vaeltavaa että joessa koko elämänsä viettävää taimenmuotoa ja näiden kalojen erottaminen toisistaan on hankalaa. Tiedetään kuitenkin, että meritaimenkanta heikentyi selvästi 1960-luvulla ja sen jälkeen. Esimerkiksi vuosina 1959–1960 ruotsalaisten meritaimensaalis Tornionjoen pääuomasta oli keskimäärin 12 500 kg vuodessa, mutta vuosina 1962–1974 vain keskimäärin 1 600 kg vuodessa (Petersson 1975). Meritaimenkannan pieneneminen jatkui 1980-luvulla. Kalastuskyselyjen mukaan paikallisten vapaa-ajankalastajien vuosittainen meritaimensaalis Suomen puoleisella vesistöalueella oli 1980-luvulla vain 200–800 kg (kuva 4.5). Meritaimenia alkoi nousta Tornionjokeen kudulle aikaisempaa enemmän 1980-luvun lopulta lähtien ja saalismäärät kasvoivat Suomen puolella 1980-luvun alkuun verrattuna. Vuosina 1990–1997 meritaimenen saalis vesistöalueen Suomen puoleisella osalla on ollut noin 1 700–3 800 kg vuodessa (Nylander & Romakkaniemi 1995, Romakkaniemi 1999).

jöer). Kring år 2000 väntas därför färre laxar stiga upp i älvarna, vilket redan observerats som minskade fångster under 1999. I början av 2000-talet förväntas återigen en ökning av mängden uppvandrande lax som en följd av en god produktion av fiskungar under åren 1996–1998. (Romakkaniemi m.fl. 2000).

De stora laxvandringarna under åren 1996–1998 har resulterat i en ökad täthet av laxungar de senaste åren och dessa förekommer för närvarande i de stora älvarna i så gott som hela vattensystemet. De yngel som kläcktes 1999 har dock drabbats av M74-syndromet, vilket decimerat yngelbeståndet med 60 %, vilket är betydligt högre än 1998 då dödligheten var 25 % (Riista- och kalataloens uttömmelse 1999).

Havsöring

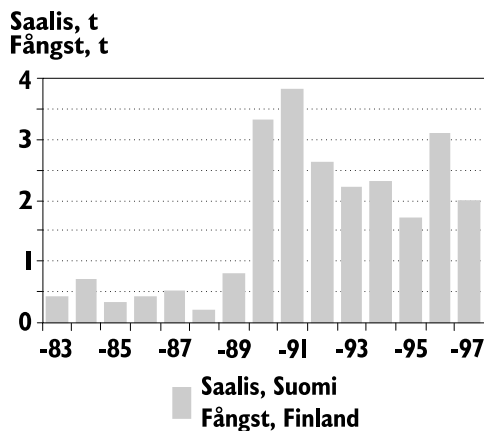
Det finns inte lika detaljerade uppgifter om fångsten av havsöring i Torne älv som det finns om laxfångsten. Detta beror bl.a. på att det förekommer två olika öringar i älven. Den ena vandrar till havet medan den andra lever hela sitt liv i älven och det är svårt att skilja dessa fiskar från varandra. Det är dock känt att havsöringsstammen försvagades klart under 1960-talet och framöver. I Torne älvs huvudfåra var fångsten av havsöring på den svenska sidan under perioden 1959–1960 i genomsnitt 12 500 kg per år men under perioden 1962–1974 sjönk den årliga fångsten till 1 600 kg (Petersson 1975). Tillbakagången av havsöringsstammen fortsatte på 1980-talet. Enligt enkätundersökningar som utförts på den finska sidan var de lokala fritidsfiskarnas årliga havsöringsfångst under 1980-talet endast 200–800 kg (figur 4.5). Mot slutet av 1980-talet började havsöringen stiga upp i Torne älv i större mängder än tidigare och fångsten på den finska sidan ökade jämfört med början av 1980-talet. Under perioden 1990–1997 var fångsten av havsöring på den finska sidan av vattensystemet 1 700–3 800 kg per år (Nylander & Romakkaniemi 1995, Romakkaniemi 1999).

Kuvassa 4.5 on esitetty Tornion-Muonionjoen ja sen sivuvesistöjen meritaimensaaliiden kehitys vuosina 1983–1997. Suomen osalta kuvassa on esitetty meritaimenen arvioitu kokonaissaalis. Ruotsin puolella meritaimensaaliista ei ole tehty kokonaisarviota. Ruotsin puolen saalis tarkoittaa sen vuoksi Kalastuslaitoksen (Fiskeriverket) vuosittaisissa kalastuskyselyissä ilmoitettuja saalismääriä. Kokonaissaalis on arvioiden mukaan noin 2–3 kertaa suurempi kuin ilmoitettu saalis, koska kalastuskyselyä ei lähetetä kaikille kalastajille (ICES CM 1999).

Tornionjoen meritaimenkannat ovat edelleen erittäin uhanalaisia. Laajat 1990-luvun alkupuolella aloitetut meritaimenen istutukset eivät ole voimistaneet luontaista lisääntymistä ennen istutuksia vallinnutta tasoa korkeammaksi (Romakkaniemi ym. 2000).

Siika

Tornionjoesta kalastettava siikasaalis koostuu sekä paikallisista jokisiikakannoista että Perämereltä jokeen kudulle nousevasta vaellussiikasta. Vaellussiika on kuitenkin jokialueen taloudellisesti tärkein siikamuoto. Sen kuttousun pohjoisraja on Aavasaksan ja Turtolan välillä, noin 80 km päässä jokisuulta. Tornion-Muonionjoen siikasaaliista Suomen puolella on viimeksi tehty kalastuskysely vuonna 1989. Sen mukaan siikasaaliit ovat olleet 18 500–28 100 kg vuodessa vuosien 1983–1989 aikana (Karttunen 1991).

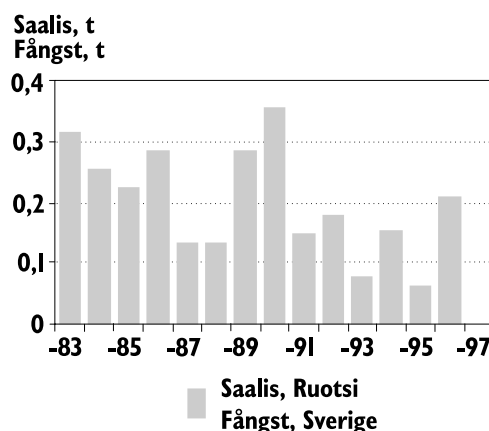


I figuren 4.5 visas utvecklingen av havsöringsfångsten i Torne-Muonioälv och dess biflöden under perioden 1983–1997. För Finlands del har den totala fångsten uppskattats. På den svenska sidan har det inte gjorts någon heltäckande uppskattning av havsöringsfångsten. Uppgifterna från den svenska sidan baserar sig därför på de fångster som rapporterats i Fiskeriverkets årliga enkät-undersökning. Den totala fångsten är uppskattningsvis 2–3 gånger större än den mängd som rapporteras vid enkät-undersökningarna eftersom enkäterna inte skickas till alla fiskare (ICES CM 1999).

Bestånden av havsöring i Torne älv är fortfarande mycket hotade. De storskaliga utplanteringarna av havsöring sedan början av 1990-talet har inte ökat den naturliga reproduktionen över den nivå som rådde före utplanteringarna (Romakkaniemi m.fl. 2000).

Sik

Sikfångsten i Torne älv består både av fisk från stationära bestånd och av älvsik från Bottenviken som söker sig upp i älven för att leka. Älvsiken är dock den ekonomiskt mest viktiga siken i älvmrådet. Nordgränsen för älvsikens vandring ligger mellan Aavasaksa och Turtola, ca 80 km uppströms älvmynningen. Den senaste enkätundersökningen om sikfångsten i Torne-Muonio-Könskämä älvarna utfördes på den finska sidan 1989. Enligt undersökningen uppgick den årliga sikfångsten till 18 500–28 100 kg under perioden 1983–1989 (Karttunen 1991).



Kuva 4.5. Meritaimensaalis Tornion-Muonionjoesta ja sen sivuvesistöistä vuosina 1983–1997 (Nylander & Romakkaniemi 1995, Fiskeriverket 1998, Romakkaniemi 1999).

Figur 4.5. Fångstmängderna av havsöring i Torne-Muonioälven och dess biflöden under perioden 1983–1997 (Nylander & Romakkaniemi 1995, Fiskeriverket 1998, Romakkaniemi 1999).

Ruotsissa siikasaaliin kokonaisarvio on tehty vain vuonna 1983. Silloin Tornion–Muonionjoen Ruotsin puolen siian kokonaissaaliiksi arvioitiin 48 700 kg. Suomen puoleinen saalis oli samana vuonna 22 200 kg, siten jokialueen kokonaissaalis oli 70 900 kg vuonna 1983 (Karttunen 1991).

Vaellussiikakannan kehitystä 1990-luvulla voidaan arvioida Suomen puolella Kukkolankosken siiankalastusyhitymän saaliskirjanpidon avulla (kuva 4.6). 1990-luvun alun jälkeen lipposaaliks on vähentynyt ja saaliskalojen keskikoko on pienentynyt. Myös muiden Perämeren jokien vaellussiikakannoissa on tapahtunut vastaavia muutoksia. Muutoksen syynä on todennäköisesti se, että Pohjanlahden eteläosista syönnökseltä palaavien nopeakasvuisten siikojen määrä on vähentynyt liian tehokkaan merikalastuksen vuoksi. Tällöin Perämerellä eläneiden hidaskasvuisten siikojen osuus kudulle nousevista kaloista on vastaavasti kasvanut (Jokikokko ym. 1998).

4.4.3 Istutukset

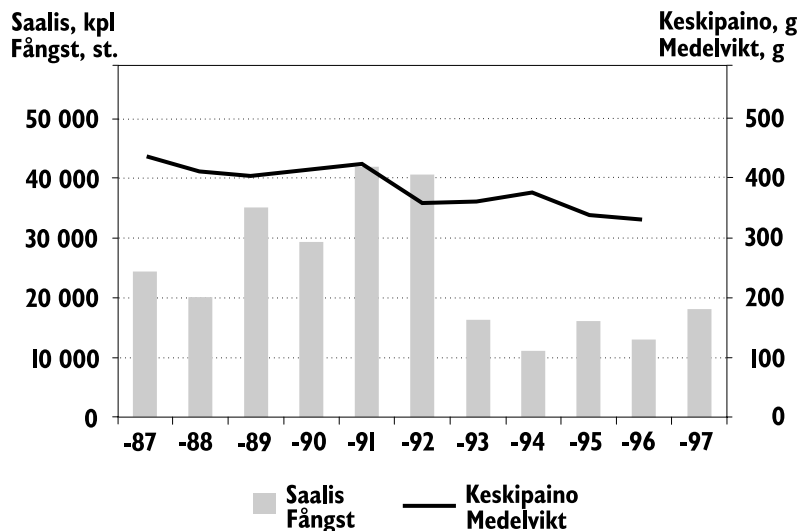
Vaikka Tornionjoessa on luonnonvaraisesti lisääntyvät lohi- ja meritaimenkanat, jokeen istutetaan joka vuosi viljeltyjä lohia ja meritaimenia. Istutuskalat kasvatetaan Muonion ja Tornionjoen kalanviljelylaitoksilla Tornionjoen emokalastoista. Meritaimenistutuksia Tornion–Muonionjokeen on tehty vuodesta 1973 lähtien (Pruuki ym. 1985). Ensimmäiset lohi-istutukset Tornionjokeen tehtiin vuonna 1975, kun lohen luontainen lisääntyminen oli vaarassa loppua kokonaan. Sen jälkeen istutuksia on tehty sekä Suomen että Ruotsin puolella vuoteen 1995 saakka, jolloin Ruotsin puolella lopetettiin lohi-istutukset. Vuonna 1996 lopetettiin myös meritaimenistutukset. Istutusten lopettaminen Ruotsin puolella johtui siitä, että viljelykalojen istuttamisella ajatellaan olevan negatiivinen vaikutus luonnonkannan geneettiseen monimuotoisuuteen. Lisäksi katsotaan, että istutukset mahdollistavat voimakkaan kalastuksen jat-

En uppskattning av den totala sikfångsten på den svenska sidan har endast gjorts för 1983. Då uppskattades totalfångsten av sik till 48 700 kg på den svenska sidan av Torne-Muonioälv. Fångsten på den finska sidan var under samma år 22 200 kg. Den sammanlagda fångsten i vattensystemet var således 70 900 kg (Karttunen 1991).

Utvecklingen av älvsikbeståndet på den finska sidan under 1990-talet kan uppskattas med hjälp av statistik som Kukkolaforsens sikfiskeandelslag fört över fångsten (figur 4.6). Sedan början av 1990-talet har den fångst som man fått med häv minskat och även medelstorleken på den fångade fisken har blivit mindre. Motsvarande förändringar i älvsikbestånden har även ägt rum i andra älvar som mynnar i Bottenviken. Förändringarna beror troligtvis på att mängden snabbväxande sik som återvänder från uppväxtområdena i de södra delarna av Bottniska viken, har minskat till följd av ett effektivt fiske till havs. Av de fiskar som söker sig till älven för att leka har därför andelen av de mer långsamt växande sikarna som har sina uppväxtområden i Bottenviken ökat i motsvarande grad (Jokikokko m.fl. 1998).

4.4.3 Utplanteringar

Även om det finns naturligt reproducerande bestånd av lax och havsöring i Torne älv utplanteras också odlad fisk varje år. Uppfödningen av den fisk som sätts ut i älven sker i fiskodlingsanläggningar i Muonio och Torne älv. Vid uppfödningen används avelsfiskar från Torne älv. Havsöring har utplanterats i Torne-Muonioälv sedan 1973 (Pruuki m.fl. 1985). De första utplanteringarna av lax i Torne älv gjordes år 1975 då laxens naturliga reproduktion ansågs vara hotad. Utplanteringar har sedan dess utförts både på finsk och svensk sida ända till 1995 då utplanteringen av lax upphörde på den svenska sidan. I Sverige upphörde även utsättningen av havsöring 1996. Orsaken var att man i Sverige anser att utplantering av odlad fisk har en negativ inverkan på den genetis-



Kuva 4.6. Kesällä 1987–1997 Tornionjoen Kukkolankoskelta lipolla pyydettyjen siikojen lukumäärä ja keskipaino Suomen puoleisen siiankalastusyhtymän kirjanpidon mukaan (Jokikokko ym. 1998).

Figur 4.6. Den håvfångade sikens antal och medelvikt i Kukkolaforsen i Torne älv under somrarna 1987–1997 enligt finska sikfiskeandelslagets fångststatistik (Jokikokko m.fl. 1998).

kumisen niin joessa kuin merialueella-kin, mikä kohdistuu myös luonnonvaraisiin meritaimenkantoihin.

Vaelluskalat istutetaan tavallises-
ti joen yläjuoksulle. Vaelluskalat lei-
mautuvat siihen jokeen, missä ne viet-
tävät poikasvaiheensa ja siten ne osaa-
vat nousta merivaiheen jälkeen synty-
mäjokeensa kutemaan. Leimautuminen
tapahtuu merelle vaeltamisen aikana,
jolloin lohta ja meritaimenta nimitetään
smolteiksi eli vaelluspoikasiksi. Pohjois-
Ruotsissa ja -Suomessa smolttiutuminen
tapahtuu tavallisesti noin 2–4-vuotiaa-
na (Romakkaniemi ym. 2000). Smoltti-
utumiseen liittyy sarja sisäisiä ja ulkoi-
sia muutoksia, joiden ansiosta vael-
luspoikaset sopeutuvat elämään meres-
sä, esim. jokipoikasen täplikkyys hävi-
ää ja väri muuttuu hopeanhoitoiseksi.
Suotuisissa olosuhteissa, esim. kalan-
viljelylaitoksissa poikaset voivat smoltti-
utua jo kaksivuotiaana, koska smoltti-
vaiheeseen kypsyminen riippuu suureksi
osaksi kalan kasvusta (McKinnel 1996).

Viljelypoikasen mahdollisuus saa-
vuttaa täysikasvuisuus riippuu suureksi
osaksi siitä, minkä kokoinen kala on ist-
utettaessa. Vuonna 1991 Suomessa teh-
dyn vaelluspoikaspyynnin perusteella
näyttää siltä, että noin 10 % yksivuoti-
aista lohi-istukkaista saavuttaa vaellus-
poikasvaiheen. Ruotsissa on saatu vas-
taavissa tutkimuksissa suurin piirtein
samanlaisia tuloksia (Karttunen & Pru-
ki 1992).

ka variationen hos de naturliga bestån-
den. Dessutom anses utplanteringen
bidra till att upprätthålla förutsättningar-
na för ett fortsatt hårt fisketryck såväl i
älven som till havs, vilket drabbar även
de naturliga havsöringsbestånden.

Vandringsfisk utplanteras vanli-
gen i älvarnas övre lopp. Vandringsfis-
ken präglas nämligen på den älv där den
växer upp och fisken kan då hitta tillba-
ka till sin födelseälv när det är dags för
lek. Präglingen sker i samband med att
fisken vandrar till havet. Hos lax och
havsöring kallas detta stadium smolt-
stadium. I norra Sverige och Finland in-
träffar smoltstadiet normalt vid 2–4 års
ålder (Romakkaniemi m.fl. 2000). Här-
vid genomgår fisken en rad inre och ytt-
re förändringar som anpassar den till det
kommande livet i havet, bl.a. blir fisken
som varit fläckigt tecknad, silverblank.
Vid gynnsamma förhållanden, som t.ex.
i fiskodlingsanläggningar, kan fisken nå
smoltstadiet redan vid två års ålder,
eftersom fiskens tillväxt till stor del
styr denna utveckling (McKinnel 1996).

Möjligheten för odlade fiskungar
att uppnå vuxen storlek beror till stor
del på fiskens storlek vid utplantering-
en. En finsk undersökning, som gjor-
des 1991 och som bygger på fångst av
smolt, visade att endast ca 10 % av ett-
åriga laxungar uppnår smoltstadiet.
Liknande undersökningar i Sverige har
gett ungefär samma resultat (Karttu-
nen & Pruuki 1992).

Lohi

Lohi-istutuksia on tehty sekä Tornion–Muonionjoen pääuomaan että sivuvesistöihin. Istukkaiden ikä on vaihdellut mätiaisteesta emokaloihin. 1980-luvulla istutettiin pääasiassa jokipoikasia keskimäärin 164 000 kpl vuodessa. Lisäksi vaelluspoikasia istutettiin vuosittain noin 21 000 kpl (Karttunen & Pruuki 1992). Luvut sisältävät sekä Suomen että Ruotsin puolelle tehdyt istutukset. 1990-luvulla istutusmäärät olivat suurempia kuin 1980-luvulla. Jokipoikasia istutettiin 1990-luvulla vuosittain noin 520 000 kpl ja vaelluspoikasia noin 44 000 kpl. Lisäksi alle 1-kesäisiä lohenpoikasia istutettiin noin 290 000 kpl vuosittain. Vuonna 1993 istutettiin 200 emokalaa (Juha Iivari kirj. tieto 3.3.2000). Vuodesta 1996 lähtien lohi-istutuksia on tehty vain vesistöalueen Suomen puoleisella osalla.

Meritaimen

Myös meritaimenistutuksia on tehty sekä Tornion–Muonionjoen pääuomaan että sivuvesistöihin. 1980-luvulla istutuksissa käytettiin eniten alle 1-kesäisiä poikasia. Vuosittaiset istutusmäärät olivat noin 18 650 kpl. Lisäksi istutettiin jokipoikasia noin 3 800 kpl ja vaelluspoikasia noin 8 100 kpl vuosittain. 1990-luvulla istutuksissa käytettiin eniten jokipoikasia, joita istutettiin noin 202 000 kpl vuosittain. Lisäksi alle 1-kesäisiä istutettiin noin 42 000 kpl ja vaelluspoikasia noin 3000 kpl vuosittain. Vuodesta 1997 lähtien meritaimenistutuksia on tehty vain Suomen puolella (Juha Iivari kirj. tieto 3.3.2000).

Siika

Vesistöalueelle istutetaan myös vaellussiikaa. Istutukset aloitettiin vuonna 1973 ja niitä on tehty ainoastaan Suomen puolella. 1980-luvulla Tornion–Muonionjokeen ja sen sivuvesistöihin istutettiin vuosittain noin 1,5 milj. yksikesäistä siianpoikasta. Lisäksi Muonionjokeen ja sen sivuvesistöihin istutettiin vuosina 1982, 1984 ja 1985 yhteensä noin 6,8 milj. vastakuoriutunutta sii-

Lax

Lax har utplanterats både i Torne-Muonioälvens huvudfåra och i dess biflöden. Förutom fisk av olika ålder har även rom utplanterats. Under 1980-talet utplanterades årligen i genomsnitt sammanlagt 164 000 sammargamla–ettåriga laxungar samt ca 21 000 smolt på både på den finska och den svenska sidan (Karttunen & Pruuki 1992). Under 1990-talet var mängden utplanterad fisk större än under 1980-talet och årligen utplanterades ca 520 000 sammargamla–ettåriga laxungar och ca 44 000 smolt. Dessutom utplanterades varje år ca 290 000 laxungar som var yngre än en sommar gamla. 1993 utplanterades 200 avelsfiskar (Juha Iivari skriftl. uppgift 3.3.2000). Sedan 1996 har lax utplanterats enbart på den finska sidan av vattensystemet.

Havsöring

Även havsöring har utplanterats både i Torne-Muonioälvens huvudfåra och i dess biflöden. Under 1980-talet utplanterades oftast yngel som var yngre än en sommar gamla. Årligen sattes ca 18 650 yngel ut. Dessutom utplanterades ca 3 800 sammargamla–ettåriga havsöringsungar och 8 100 smolt per år. Under 1990-talet utplanterades oftast sammargamla–ettåriga havsöringsungar och den mängd som utplanterades uppgick till ca 202 000 st. per år. Dessutom utplanterades varje år också ca 42 000 yngel, som var yngre än sammargamla, samt ca 3 000 smolt. Sedan år 1997 har havsöring utplanterats enbart på den finska sidan (Juha Iivari skriftl. uppgift 3.3.2000).

Sik

Även älvsik utplanteras i vattensystemet. Utplanteringen påbörjades 1973 och har utförts endast på finsk sida av älven. Under 1980-talet utplanterades årligen ca 1,5 miljoner sammargamla sikungar i Torne-Muonioälven och dess biflöden. Därtill utplanterades sammanlagt ca 6,8 miljoner nykläckta sikyngel i Muonio älv och dess biflöden under åren

anpoikasta (Karttunen 1991). Vuosien 1990–1997 aikana Tornion–Muonionjokeen on istutettu vuosittain noin 900 000 yksikesäistä siianpoikasta.

Vaelluskalaistutukset jokisuulla ja merialueella

Kalaistutuksia tehdään myös suoraan mereen tai jokisuulle. Merelle istutetut vaelluskalat voivat nousta istutuspai-kan lähellä oleviin useampiin jokiin, koska istukkaat eivät ole leimautuneet tiettyyn jokeen. Siten Tornionjoen suu-alueella tehtävät istutukset voivat osaksi vaikuttaa Tornionjoen vesistö-alueen lohen, meritaimenen ja siian jo- kivaellukseen ja kalastukseen.

Perämeren alueella tehtävistä ka- laistutuksista suurimpia ovat Kemijo- en voimalaitosrakentamiseen liittyvät velvoiteistutukset, jotka aloitettiin vuonna 1984. Meritaimenta on istutet- tu Suomen puolella Perämeren pohjois- osiin jo vuodesta 1959 lähtien. Velvoi- teistutuksia ovat tehneet lisäksi eräät vesistöjä kuormittavat teollisuuslai- tokset. Vaellussiikaistutukset Peräme- ren alueelle aloitettiin puolestaan vuonna 1980. Istutuksia ovat tehneet pääasiassa voimayhtiöt ja teollisuus.

Ruotsin puolella ei lohia tai meri- taimenia istuteta suoraan Perämereen. Ruotsalaisille voimayhtiöille määrätty velvoiteistutukset tehdään jokien latva- osiin. Norrbottenin läänissä velvoiteis- tutuksia tehdään vain Luulajanjoella.

4.5 Matkailu ja virkistyskäyttö

Matkailu on yksi Lapin ja Norrbottenin läänien nopeimmin kehittyvistä elinkei- noista. Vuonna 1997 Lapin läänissä rekis- teröitiin 1,45 milj. yöpymistä hoteleissa, lomakylissä, retkeilymajoissa ja leirintä- alueilla (Tilastokeskus 1998), minkä li- säksi tilastoimattomia yöpymisiä on moninkertainen määrä. Esimerkiksi vuonna 1995 tilastoimattomien yö- pymisten määräksi arvioitiin lähes 4 milj. vuorokautta Lapin läänissä (Järvi- luoma & Saarinen 1997). Yöpymisvuo-

1982, 1984 och 1985 (Karttunen 1991). Under perioden 1990–1997 har ca 900 000 sommargamla sikungar årligen utplan- terats i Torne-Muonioälven.

Utplantering av vandringsfisk vid älv- mynningen och i havet

Fisk kan också planteras ut direkt i ha- vet eller vid älvmynningen. Då vand- ringsfisk sätts ut direkt i havet präglas fisken inte på något speciellt vattendrag och lekvandringen kan därför spridas på flera vattendrag som ligger i närheten av utsättningsplatsen. Därför kan både fångsten och lekvandringen av lax, havs-öring och sik i Torne älvs vatten- system påverkas till en viss del av de utplanteringar som görs i närheten av älvmynningen.

De största utplanteringarna av fisk direkt i Bottenviken utförs av kraftbola- gen i Kemi älv som kompensation för det bortfall av fiskproduktion som orsakas av kraftverksutbyggnaden. Dessa ut- planteringar påbörjades 1984. I Finland har havsöring utplanterats i de norra de- larna av Bottenviken sedan 1959. Kom- pensationsutplanteringar har även ut- förts av några industrianläggningar som belastar vattendragen. Utplanteringar av älvsik i Bottenvikens havsområde påbör- jades 1980. Dessa har huvudsakligen ut- förts av kraftbolagen och industrin.

På den svenska sidan förekommer ingen utplantering av lax eller havsöring direkt i Bottenviken. Den fisk som de svenska kraftbolagen ålagts att utplan- tera som kompensation för älvutbygg- naderna släpps i stället ut uppe i älvarna. I Norrbotten utförs kompensations- utplanteringar endast i Lule älv.

4.5 Turism och friluftsliv

Turismen är en av de snabbast växande näringarna i Lapplands och Norrbottens län. 1997 registrerades 1,45 miljoner gäst- nätter på hotell, vandrarhem, camping- platser och i stugbyar i Lapplands län (Ti- lastokeskus 1998). Antalet icke registre- rade övernattningar är mångfalt större och uppskattades t.ex. 1995 till nära 4 miljoner (Järviluoma & Saarinen 1997).

rokausion määrä Tornion–Muonionjo-
kivarren Suomen puoleisissa kunnissa
on ollut noin 380 000 vuosittain (Tilas-
tokeskus 1996, 1998). Norrbottenin lää-
nissä tilastoitiin vuonna 1997 yhteensä
1,6 milj. yöpymistä hotelleissa, lomaky-
lissä, retkeilymajoissa ja leirintäalueilla
(Pantzare Information 2000). Jos luvus-
ta vähennetään leirintäalueilla yöpy-
neet matkustajat, yöpymisvuorokausi-
en määräksi jää 922 000, joista Tornion-
jokivarren kunnissa on ollut 310 000
(SCB 1999) (taulukko 4.4).

Matkailun on laskettu työllistä-
neen Lapissa vuonna 1995 lähes 4 000 ih-
mistä. Norrbottenin läänissä matkailus-
sa arvioitiin olleen vuonna 1994 yli 2 500
kokopäiväistä työpaikkaa. Matkailualal-
la olevien työpaikkojen määrää Lapissa
ja Norrbottenissa ei voi kuitenkaan suo-
raan verrata toisiinsa, koska asiaa kos-
keva tilastointi on Suomessa ja Ruotsis-
sa hieman erilaista (Järviluoma & Saari-
nen 1997, Länsstyrelsen i Norrbottens
län 1996).

Matkailututkimusten mukaan
luonto ja siihen liittyvät harrastusmah-
dollisuudet ovat matkailijoille tärkeim-
mät syyt matkustaa Lappiin. Perinteisesti
kalottialueen matkailu on perustunut
tunturihiihtoon, lasketteluun, retkeilyyn
ja kalastukseen. Talvimatkailu on keskit-
tynyt suureksi osaksi muutamiin tunturi-
keskuksiin, kesämatkailu on ollut alu-
eellisesti hajautuneempaa. Matkailu-
elinkeinon kasvaessa on kehitetty uu-
sia matkailuaktiviteettejä ja tapahtu-
mia, joilla on pyritty vähentämään mat-
kailun sesonkiluonnetta. Tällaisia mat-
kailutuotteita ovat esimerkiksi mootto-
rikelkka-, koiravaljakko- ja porosafarit,
koskenlasku ja melonta sekä erilaiset
kulttuuri- ja musiikkitapahtumat. Myös
erilaiset elämys- ja seikkailumatkat
ovat lisääntyneet viime vuosien matkai-
lutarjonnassa. Tornionjoen vesistöalu-
eella on luontomatkailun vetovoimate-
kijöiden lisäksi paljon myös kulttuuri-
matkailukohteita, kuten muinaismuis-
toja, kulttuurihistoriallisesti arvokkai-
ta rakennuksia ja ympäristöjä sekä
museoita ja muita nähtävyyksiä.

Suomessa ja Ruotsissa periaatteil-
taan samanlaiset jokamiehen oikeudet
antavat niin matkailijoille kuin paikal-

Antalet gästnätter i kommunerna på den
finska sidan av Torne-Muonioälven har
uppgått till ca 380 000 per år (Tilastokes-
kus 1996, 1998). 1997 registrerades i Norr-
bottens län totalt 1,6 miljoner gästnätter
på hotell, vandrarhem, campingplatser
och i stugbyar (Pantzare Information
2000). Om man inte räknar med över-
nattningarna på campingplatser återstår
922 000 gästnätter, varav 310 000 över-
nattningar skett i kommunerna längs
Torne älv (SCB 1999) (tabell 4.4).

Turismen beräknades 1995 syssel-
sätta nästan 4 000 personer i Lappland. I
Norrbottens län uppskattades turismen
sysselsätta över 2 500 heltidsanställda
år 1994. Antalet arbetsplatser som turis-
men ger i Lappland och Norrbotten kan
dock inte direkt jämföras med varandra
eftersom statistikföringen är något oli-
ka i Sverige och Finland (Järviluoma &
Saarinen 1997, Länsstyrelsen i Norrbot-
tens län 1996).

Vid de besöksenkäter som utförts
har turisterna uppgett naturen och de
möjligheter till friluftsliv och andra ak-
tiviteter naturen kan erbjuda som de
främsta motiven för dem att resa till
Lappland. Traditionellt har turismen
inom kalottområdet baserat sig på
turåkning, utförsåkning, friluftsliv och
fiske. Vinterturismen har till stor del
koncentrerats till ett mindre antal fjäll-
anläggningar medan sommarturismen
regionalt har varit mer utspridd. I och
med att turistnäringen ökar har man för-
sökt minska säsongsb beroendet genom
att utveckla nya turistaktiviteter och
anordna evenemang, som t.ex. snösko-
ter-, hundspanns- och rensafaris, fors-
färder och paddling samt kultur- och
musikevenemang av olika slag. Under
de senaste åren har utbudet ytterligare
ökats med upplevelse- och äventyrs-
resor. Förutom den lockande naturen i
Torne älvs avrinningsområde finns
inom området också många kulturellt
intressanta utflyktsmål, så som forn-
minnen, kulturhistoriskt värdefulla
byggnader och miljöer samt museer
och andra sevärdheter.

liselle väestöllekin hyvät mahdollisuudet luonnossa liikkumiseen. Tärkeitä jokamiehenoikeuksia luonnon virkistyskäytön kannalta on oikeus poimia marjoja ja sienä. Jokamiehenoikeuksiin sisältyy aina vaatimus niiden harmittomuudesta; oikeutta ei saa käyttää niin, että aiheutetaan vahinkoa luonnolle tai häiriötä eläimille ja ihmisille (Ympäristöministeriö 1997).

4.5.1 Kalastusmatkailu ja muu virkistyskäyttö

Tornionjoen merkitys kalastusmatkailualueena on kasvanut viime vuosina, kun jokeen on noussut enemmän lohia kuin moniin vuosiin (ks. luku 4.4 Kalastus). Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (RKTL) tekemän Tornionjoen Suomen puoleisen osan kalastusmatkailua koskevan selvityksen mukaan 1980-luvulla vain kolmannes matkailijoista piti Tornionjoella kalastamista pääsyynä matkalle lähtöön. Ensikertalaisia kalastajien joukossa oli noin viidennes. Hyvien lohivuosien 1996–1997 myötä Tornionjoelle on tullut lisää kalastusmatkailijoita. Vuonna 1997 matkailijoista peräti 69 % oli joella ensimmäistä kertaa ja 74 % tuli joelle nimenomaan kalastuksen takia. 1980-luvulla lohien osuus kalastusmatkailijoiden kokonaissaaliista oli vain muutama prosentti, kun se vuonna 1997 oli 78 % (Romakkaniemi 1998).

Taulukko 4.4. Tilastoitujen yöpymisten määrä kunnittain Tornionjokivarressa. Torniota ja Ylitorniota koskevat tiedot ovat vuodelta 1995, muita kuntia koskevat tiedot vuodelta 1997 (Tilastokeskus 1996, 1998, SCB 1999).

Tabell 4.4. Antalet registrerade gästnätter i kommunerna längs Torne älv. Uppgifterna gäller år 1997 utom för Torneå och Ylitornio där uppgifterna är från år 1995 (Tilastokeskus 1996, 1998, SCB 1999).

Kunta Kommun	Yöpymisvuorokausien määrä Antal gästnätter
Haparanda + Övertorneå	23 327
Pajala	17 658
Kiruna	273 182
Tornio*	38 772
Ylitornio*	25 001
Pello	10 212
Kolari	139 252
Muonio	75 221
Enontekiö	93 642
* 1995	

I princip är allemansrätten lika både i Sverige och i Finland och den ger såväl turister som lokalbefolkning goda möjligheter att röra sig fritt i naturen. En rekreationsform som är tillåten enligt allemansrätten är bär- och svampplockning under förutsättning att den bedrivs på ett sådant sätt att den inte medför skada i naturen eller stör människor och djur (Ympäristöministeriö 1997).

4.5.1 Fisketurism och andra friluftaktiviteter

Torne älvs betydelse för fisketurismen har ökat under de senaste åren, då det stigit upp mer lax i älven än på många år (se kap. 4.4 Fisket). Enligt en utredning, som Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet i Finland (RKTL) gjort om fisketurismen på den finska sidan av Torne älv under 1980-talet, uppgav bara var tredje turist att fisket var huvudorsaken till resan. Cirka en femtedel av fisketuristerna var förstagångsbesökare. Den goda tillgången på lax under åren 1996–1997 lockade ett ökat antal fisketurister till Torne älv. År 1997 var t.o.m. 69 % av turisterna första gången vid älven och 74 % kom till älven enbart för fiskets skull. På 1980-talet utgjorde laxen bara några procent av fisketuristernas totala fångst medan andelen år 1997 var 78 % (Romakkaniemi 1998).

Tornionjokivarren kalastusmatkailun arvoksi Suomen puolella vuonna 1998 on laskettu noin 16 milj. markkaa (noin 23 milj. kruunua). Kalastusvuorokauden hinta on noin 500 mk (n. 700 kruunua). 1980-luvulla matkailijoiden arvioitiin kuluttaneen Tornionjoen kalastusmatkoillaan vuosittain enintään noin miljoona markkaa (n. 1,5 milj. kruunua) (Romakkaniemi ym. 2000).

Ruotsin puolella ei ole vielä selvitetty Tornionjoen kalastusmatkailun kehittymistä. Sitä vastoin on tutkittu lohien urheilukalastusmahdollisuuksia Norrlannissa sijaitsevilla joilla, mm. Tornionjoella. Tutkimuksen mukaan häiritsemätön lohennousu Tornionjokeen voisi "riittää" noin 50 000 kalastusvuorokautteen (mukaan luettuna Suomen puoli). Hyvät liikenneyhteydet ja eriytynyt palveluvarustus samaten syrjäisten "erämaa-alueiden" olemassaolo saavat aikaan sen, että Tornionjoella on hyvät edellytykset vetää puoleensa suuri osa urheilukalastajista (Weissglas ym. 1996). Rakentamaton Tornionjoki sivuvestistöineen tarjoaa hyvät mahdollisuudet kalastuksen ohella myös muihin aktiviteetteihin, kuten koskenlaskuun ja melontaan.

Metsähallituksen julkaisema kalastus- ja retkeilykartta on yksi esimerkki niistä toimenpiteistä, joilla pyritään lisäämään jokialueen virkistyskäyttöä. Karttaan on merkitty ohjeelliset vene- ja kanoottireitit, sekä mm. kosket, jokivarressa sijaitsevat veneenlaskuluiskat, tulipaikat, kalastusluvan ostopaikat, moottorikelkkaurat, kävelyreitit, nähtävyydet ja leirintäalueet sekä vuokramökkit (kuva 4.7) (Metsähallitus, Villi Pohjola 1996a, 1996b).

4.5.2 Matkailukeskukset ja muu palveluvarustus

Vesistöalueen suurimmat hiihto- ja laskettelukeskukset sijaitsevat tunturialueilla Riksgränsenillä, Abiskossa, Björklidenissä sekä Ylläksellä ja Oloksella. Matkailupalveluita on myös Kiirunassa, Jukkasjärvellä, Pullingissa ja Aavasaksalla. Laskettelu ja latuhiihdon li-

Fisketurismin i Torne älv på den finska sidan beräknades 1998 omsätta ca 23 miljoner kr. (ca 16 miljoner FIM). Varje fiskare beräknades spendera ca 700 kr. (ca 500 FIM) per fiskedygn. Under 1980-talet uppskattade man att fisketurismen vid Torne älv årligen omsatte högst ca 1,5 miljoner kr. (ca en miljon FIM) (Romakkaniemi m.fl. 2000).

På den svenska sidan har man ännu inte utrett hur fisketurismen i Torne älv utvecklats. Däremot har man undersökt möjligheterna till sportfiske av lax i de norrländska älvarna, däribland även Torne älv (Weissglas m.fl. 1996). Enligt den undersökningen skulle laxen om den ostört fick stiga upp i Torne älv kunna "räcka" till ca 50 000 fiskedygn (inklusive den finska sidan). Tack vare goda kommunikationer och en differentierad service samt avlägset belägna "vildmarksområden", har Torne älv goda förutsättningar att vara ett attraktivt mål för sportfisketuristerna (Weissglas m.fl. 1996). Den outbyggda Torneälven och dess biflöden erbjuder goda möjligheter förutom till fiske också till andra aktiviteter, som t.ex. forsfärder och paddling.

Ett exempel på de insatser som görs för att stimulera turistverksamheten kring älven är den fiske- och friluftskarta som Forststyrelsen i Finland utger med bl.a. båt- och kanotleder utmärkt. På kartan finns även information om bl.a. forsar, sjösättningsramper, eldstäder, inköpsställen för fiskekort, snöskoterleder, vandringsleder, sevärdheter och campingplatser samt hyrstugor (figur 4.7) (Metsähallitus, Villi Pohjola 1996a, 1996b).

4.5.2 Turist- och serviceanläggningar

De största skidcentra för både motions- och utförsåkning inom avrinningsområdet finns i fjällområdena i Riksgränsen, Abisko, Björkliden samt i Ylläs och Olos. Turistanläggningar finns också i Kiruna, Jukkasjärvi, Pullinki och Aavasaksa. Fjällområdena erbjuder möjligheter förutom till motions- och utförs-

säksi tunturialueilla voi harrastaa hiihtovaellusta lähes erämaisessa luonnossa. Tornionjärven seudulla sijaitsevat esimerkiksi Abiskon ja Vadvetjäkkan kansallispuistot ja Tornionjoen ja Lainionjoen välisellä alueella on laaja domänenreservat -alue. Suomen puolella sijaitsevat esim. Ylläs-Aakenuksen luonnonsuojelualue, Pallas-Ounastunturin kansallispuisto ja Käsivarren sekä Tarvantovaaran erämaa-alueet.

Retkeilijöitä varten vesistöalueella on paljon erilaisia maksullisia varaustupia ja muuta vuokramajoitusta. Lisäksi Suomen puolella on Metsähallituksen ylläpitämiä autiotupia, joissa retkeilijät voivat tilapäisesti yöpyä ilmaiseksi. Metsähallitus on myös tehnyt valtion maille merkittyjä retkeilyreittejä ja luontopolkuja.

Moottorikelkkailu on viime vuosien aikana nopeasti kasvanut vapaa-ajanharrastus. Suomessa moottorikelkkailuun tarvitaan maanomistajan lupa. Poikkeuksina ovat jääpeitteiset vesialueet, joilla moottorikelkkailija saa ajaa ilman maanomistajan lupaa. Ruotsissa moottorikelkkailuun ei tarvita lupaa, vaan moottoriajoneuvon käyt-

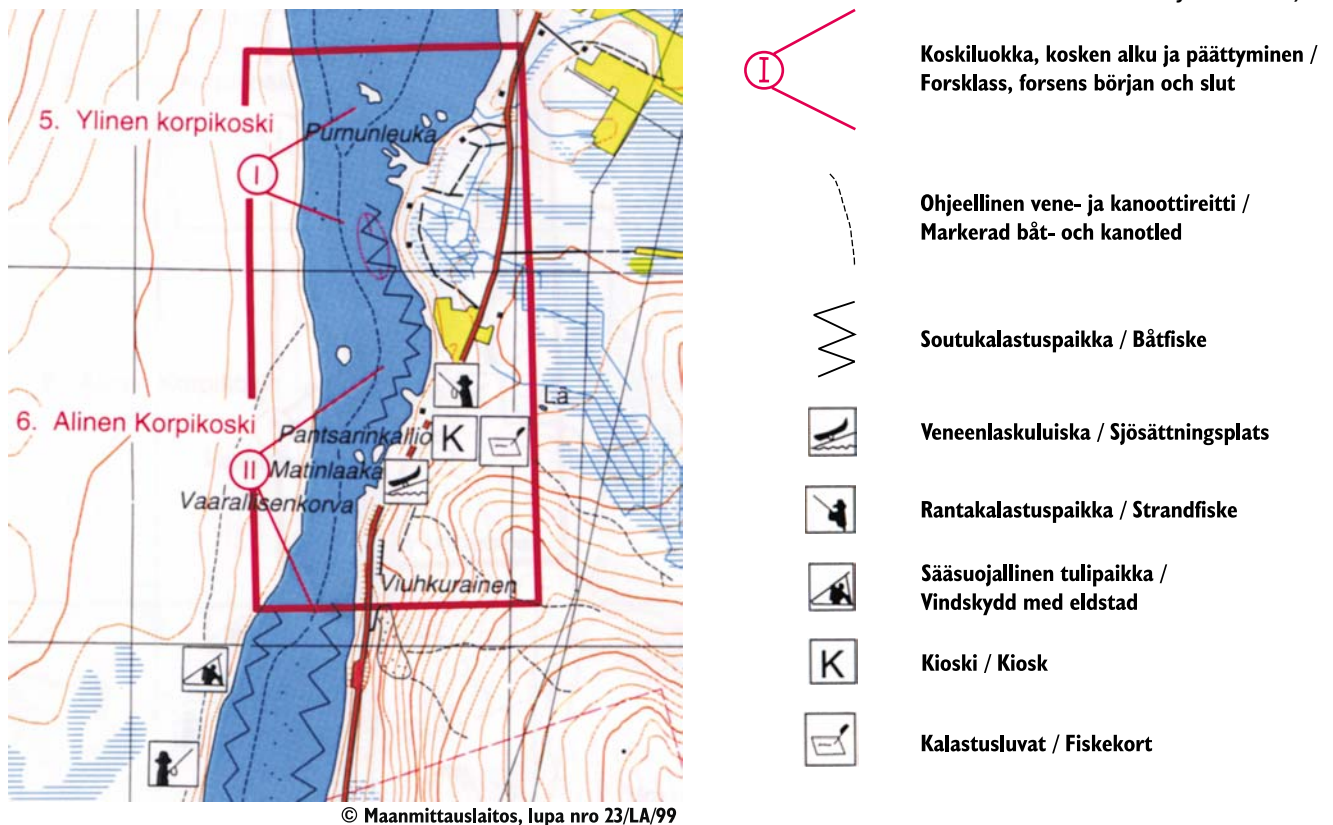
ätkäminen myös turvakäyttöön i en nästan orörd vildmarksnatur. I trakten av Torneträsk finns t.ex. Abisko och Vadvetjäkka nationalparker och i området mellan Torne älv och Lainio älv ligger ett stort domänenreservat. På den finska sidan finns t.ex. Ylläs-Aakenus naturskyddsområde, Pallas-Ounastunturi nationalpark och vildmarksområdena Käsivarsi och Tarvantovaara.

Inom Torne älvs avrinningsområde finns förutom många avgiftsbelagda uthyrningsstugor av olika slag även andra inkvarteringsalternativ för vandrare. I Finland finns dessutom raststugor som underhålls av Forststyrelsen och där vandrare tillfälligt kan övernattna kostnadsfritt. Forststyrelsen har också iordningställt och märkt ut vandringsleder och naturstigar på statens mark.

Snöskoteråkning är en fritidsaktivitet som ökat snabbt under de senaste åren. I Finland måste man ha markägarens tillstånd för att få färdas med snöskoter i terrängen. Undantag är isbelagda vattenområden, där man får åka utan markägarens tillstånd. I Sverige behövs inte något tillstånd för att köra snöskoter fritt i terrängen eftersom framföran-

Kuva 4.7. Kalastus- ja retkeilykartta Tornionjoen Korpikoskesta (Metsähallitus, Villi Pohjola 1996b).

Figur 4.7. Fiske- och friidrettskartta över Torne älv vid Korpikoski (Metsähallitus, Villi Pohjola 1996b).



tö lumipeitteisillä alueilla on yleensä sallittua. Vahinkojen välttämiseksi moottorikelkkailu taimikoissa ja pelloilla on kuitenkin kielletty. Lisäksi monilla alueilla, esimerkiksi kansallispuistoissa ja tunturialueilla, kelkkailu on kielletty lukuun ottamatta moottorikelkkareittejä.

Vapaa-ajan kelkkailu on Suomessa pyritty ohjaamaan tietyille kelkkaurille, koska moottorikelkkailusta aiheutuu ympäristöhaittoja ja se voi tuottaa häiriötä (melu) sekä ihmisille että eläimille. Myös Ruotsissa on viime vuosina pyritty ohjaamaan kelkkailu määrätyille reiteille. Tornionjokivarressa reittien suunnittelusta vastaavat osapuolet pyrkivät siihen, että reitit jatkuvat yhtenäisinä valtakunnan rajan molemmin puolin. Lähiajan tavoitteena on mm. moottorikelkkareitin tekeminen Kiirunasta Rovaniemelle.

det av terrängfordon på snötäckta marker i allmänhet är tillåtet. För att undvika skador på träd och gröda är det dock förbjudet att köra i ungskog (skogsplanteringar) och över jordbruksmark. Inom många områden, som t.ex. nationalparker och fjällområden, får man köra med snöskoter endast längs markerade leder.

Eftersom snöskoterkörning belastar miljön och kan verka störande (buller) på både människor och djur har man i Finland därför strävat efter att styra fritidsåkandet till bestämda snöskoterleder. Även i Sverige har man under de senaste åren gått in för att styra snöskoteråkningen till bestämda leder. De som ansvarar för planeringen av snöskoterlederna i Torne älvadal försöker länka samman lederna på bägge sidor om riksgränsen. Målsättningen för den närmaste framtiden är bl.a. att dra en snöskoterled från Kiruna till Rovaniemi.

Järviin ja jokiin virtaava vesi sisältää aineita, jotka huuhtoutuvat maaperästä tai laskeutuvat joko kuivalaskeuman tai sateen mukana. Nämä aineet kulkeutuvat sitten pinta- ja pohjavesien mukana päätyen vähitellen mereen. Osa niistä sedimentoituu valuma-alueelle tai sitoutuu luonnon kiertokulkuun. Jos huuhtoutuminen ympäröivältä maa-alueelta tapahtuu ihmisen toiminnasta riippumatta, sitä kutsutaan luonnonhuuhtoumaksi. Täysin puhtaita alueita ei kuitenkaan enää maapallolta löydy, vaan happamoittavat aineet ja ympäristömyrkyt vaikuttavat myös alueilla, jotka ovat kaukana päästölähteistä. Tällaisilta alueilta tulevat valumavedet sisältävät siten luonnollisen huuhtouman lisäksi aineita, jotka ovat joko suoraan peräisin ihmisen muualla tapahtuvasta toiminnasta tai vapautuvat mineraali- maasta tällaisesta toiminnasta aiheutuvan kuormituksen johdosta. Tällöin käytetään termiä taustakuormitus, ja se koostuu siten sekä luonnonhuuhtoumasta että epäorgaanisista ja orgaanisista aineista, jotka laskeutuvat ilmasta tai vapautuvat maasta ilmalaskeuman seurauksena ja kulkeutuvat alueen vesistöihin.

Tässä luvussa käsitellään pääasiallisesti vesistöihin tulevaa ravinnekuormitusta ja happamoittavaa laskeumaa. Raskasmetallien ja orgaanisten ympäristömyrkkujen laskeumaa ja esiintymistä Tornionjoen vesistöalueella käsitellään luvussa 7.6. Suoraan ihmisen toiminnasta vesistöihin aiheutuva ravinnekuormitus voidaan jakaa päästölähteiden perusteella kahteen ryhmään, piste- ja hajakuormitukseen. Yhteen purkupaikkaan tulevaa pistekuormitusta aiheuttavat esim. taajamat, teollisuus ja kalankasvatus. Myös turvetuotanto luetaan tässä selvityksessä pistekuormittajiin. Turvetuotannon aiheuttamas-

I det vatten som rinner ut i sjöar och vattendrag finns ämnen som urlakas från marken eller deponeras med luft och nederbörd. Dessa ämnen förs sedan med yt- och grundvatten så småningom ut i havet, men en del kan också sedimenteras inom avrinningsområdet eller bindas i kretsloppen i naturen. Om urlakningen från omgivande marker sker oberoende av människans verksamhet betraktas den som en naturlig urlakning. I dag finns det inte några helt opåverkade områden utan även områden som ligger långt från föroreningskällor påverkas av försurande ämnen och miljögifter. Urlakningsvattnet i dessa områden innehåller förutom ämnen som kommer från den naturliga urlakningen även dels ämnen som kommer direkt från människans verksamhet, dels ämnen som frigörs från mineraljorden som en följd av den belastning människan orsakar, dvs. antropogen belastning. Det här kallas bakgrundsbelastning som alltså består både av ämnen som kommer från den naturliga urlakningen och av oorganiska och organiska ämnen som deponerats eller som frigjorts från marken och transporteras ut i vattendragen i området.

I detta kapitel behandlas närsaltsbelastning samt deposition av försurande ämnen. Deposition och förekomst av tungmetaller och organiska miljögifter i Torne älvs avrinningsområde behandlas i kapitel 7.6. Närsaltsbelastning till vattendragen orsakad av antropogen verksamhet kan delas in i två grupper, punktbelastning och diffus belastning, beroende på typ av utsläppskälla. Punktbelastning till en recipient kan exempelvis orsakas av utsläpp från tätorter, industrier och fiskodlingar. Utsläpp som kommer från torvbrytning räknas i denna utredning även som en

sa kuormituksessa on suuria vuodenaikaisia vaihteluja, sillä kuormitus riippuu hyvin paljon sademäärästä ja valunnasta. Maa- ja metsätalouden sekä yleisen viemäriverkon ulkopuolisen haja-asutuksen aiheuttama kuormitus luetaan hajakuormitukseen. Hajakuormitukselle on tyypillistä, että sen aiheuttamat päästöt eivät joudu vesistöön yhden purkupaikan kautta, vaan aineet kulkeutuvat maakerrosten läpi vesistöön useista kohdista.

Taajamien jätevedenpuhdistamoiden ja haja-asutuksen päästöt kuormittavat vesistöjä ravinteilla, liukoisilla orgaanisilla yhdisteillä sekä ulosteista peräisin olevilla bakteereilla, jotka voivat aiheuttaa vesistöissä rehevöitymistä, hapen kulumista ja hygieenistä haittaa. Terästeollisuudesta ja kaivostoiminnasta aiheutuu metallipäästöjä sekä kiintoaine- ja ravinnekuormitusta. Kalankasvatus aiheuttaa ravinnekuormitusta, mikä on peräisin kaloille annettavasta ravinnosta ja kalojen eritteistä.

Turvetuotannon ja metsätalouden vaikutukset ovat samansuuntaisia. Kaikenlainen maanpinnan käsittely, kuten maanmuokkaus tai ojitus, aiheuttaa ravinteiden, kiintoaineen, humuksen ja metallien, etenkin raudan, huuhtoumista vesistöihin. Tämä voi aiheuttaa rehevöitymistä, liettymistä ja hapen puutetta sekä humus- ja metallipitoisuuksien kasvua, mikä heikentää mm. monien kalojen ja pohjaeläinten elinmahdollisuuksia. Maataloudesta vesistöihin joutuu ravinteita ja bakteereita, mikä ilmenee rehevöitymisenä, hapen määrän vähenemisenä ja hygieenisenä haittana (Räinä 1997).

5.1 Pistekuormitus

Tornionjoen vesistöalueen pistekuormittajista suurin osa on yhdyskuntajätevesien käsittelylaitoksia, joissa jätevesien puhdistustehokkuus vaihtelee laitoistain. Kummallakin puolella rajaa on myös muutamia turvetuotantoalueita ja lisäksi Suomen puolella on muutamia kalankasvatuslaitoksia. Vesistöalueen suurteollisuutta edustavat Avestapolarit Stain-

punktkäällä. Den belastning som kommer härifrån varierar mycket under året och beror av nederbörd och avrinning. Jord- och skogsbruk samt enskild bebyggelse som inte är ansluten till kommunalt avloppssystem betraktas som diffusa belastningar. Karaktäristiskt för den diffusa belastningen är att den inte har ett tydligt utsläpp i en specifik punkt utan att det sker en ämnestransport genom marklagren till vattendragen från många olika platser.

Utsläpp från avloppsreningsverk i tätorter och glesbygd belastar vattendragen med näringsämnen, lösta organiska föreningar samt bakterier från sanitetsavlopp. Detta kan förorsaka övergödning och syreförbrukning samt sanitära problem i vattendragen. Stålintusti och gruvverksamhet förorsakar utsläpp av olika metaller samt suspenderade ämnen och näringsämnen. Fiskodlingar ger upphov till näringsbelastning som en följd av fiskarnas utfodring och utsöndring.

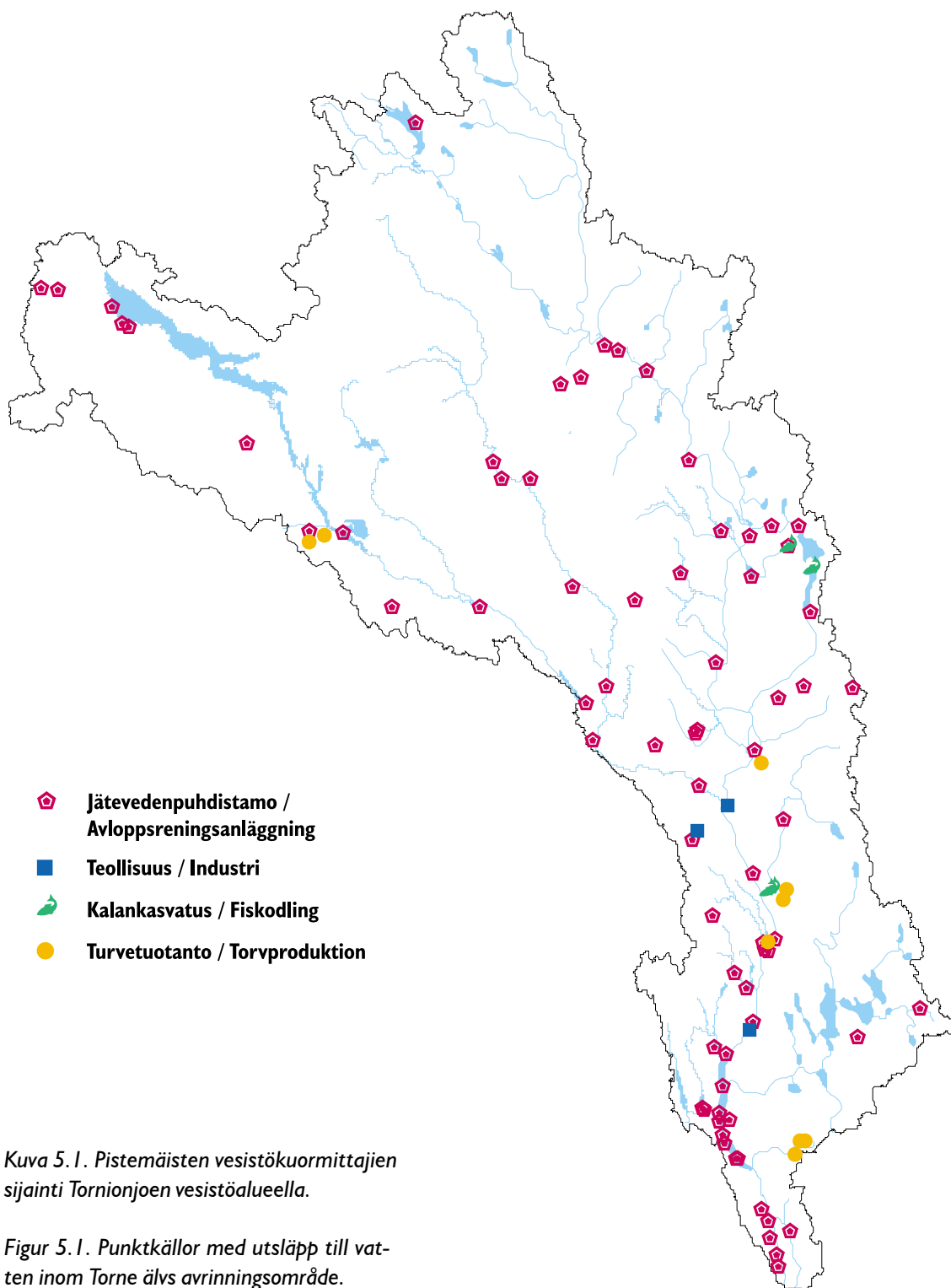
Påverkan från torvbrytning och skogsbruk är likartad. Alla ingrepp som påverkar markytan, såsom markberedning eller dikning, orsakar urlakning av näringsämnen, suspenderade ämnen, humus och metaller, speciellt järn, till vattendragen. Detta kan medföra övergödning, igenslamning och syrebrist samt en ökning av halterna av humus och metaller, vilket försämrar livsbetingelserna för bl.a. fiskar och bottenlevande djur. Från jordbruk kommer näringsämnen och bakterier som hamnar i vattendragen, vilket kan orsaka övergödning, en minskning av syrehalten och sanitära olägenheter (Räinä 1997).

5.1 Punktblastning

En majoritet av punktkällorna i Torneälvns avrinningsområde utgörs av kommunala avloppsreningsanläggningar med olika grad av rening. Det finns även ett antal torvtäkter på båda sidor av gränsen och i Finland finns dessutom några fiskodlingar. Områdets största industrier, Avestapolarit Stainless Oy:s stålverk i

less Oy:n terästehtaat Torniossa sekä LKAB:n kaivokset ja pellettitehtaat Kii-runassa ja Svappavaarassa. Suurteollisuuden jätevedet johdetaan kuitenkin Tornionjoen vesistöalueen ulkopuolelle. Kuvassa 5.1 esitetään kaikki Tornionjoen vesistöalueen pistemäiset kuormituslähteet.

Torneå samt LKAB:s gruvor och pelletsverk i Kiruna och Svappavaara, har sina utsläppspunkter utanför Torne älvs avrinningsområde. I figur 5.1 visas samtliga punktkällor i Torne älvs avrinningsområde.



Kuva 5.1. Pistemäisten vesistökuormittajien sijainti Tornionjoen vesistöalueella.

Figur 5.1. Punktkällor med utsläpp till vatten inom Torne älvs avrinningsområde.

5.1.1 Jätevedenkäsittelylaitokset

Suurin osa Tornionjoen vesistöalueen väestöstä on liittynyt yli 20 asukkaan jätevedenkäsittelylaitoksiin. Vuonna 1992 liittyneiden määrä oli noin 69 % väestöstä Suomen puolella ja vuonna 1995 noin 87 % väestöstä Ruotsin puolella (taulukko 5.1). Vuonna 1997 Suomen puolella oli 19 jätevedenpuhdistamoa (kuva 5.1). Näistä Ylitornion, Pellon, Kolarin ja Muonion kirkonkylien jätevedenpuhdistamoiden liittyjämäärä on yli 1 000 asukasta. Neljässä puhdistamossa liittyjämäärä on 200–1 000 asukasta ja 11 muussa puhdistamossa alle 200 asukasta. Tornion kaupungin jätevedet johdetaan Haaparannan jätevedenpuhdistamolle lukuun ottamatta Karungin ja Kourilehdon jätevesiä, jotka käsitellään paikallisissa jätevedenpuhdistamoissa. Kolarin kuntaan Äkäsjokisuuhun valmistui vuonna 1998 uusi jätevedenpuhdistamo, jonka liittyjämäärä on alle 200 asukasta. Puhdistamo on mitoitettu niin, että siihen voidaan tarvittaessa koota myös ympäröivän haja-asutusalueen jätevedet.

Ruotsin puolella on noin 60 kunnallista yli 20 asukkaan jätevedenkäsittelylaitosta (kuva 5.1), joista osa on varsinaisia jätevedenpuhdistamoita ja osa pienempiä maapuhdistamoja, joissa on

5.1.1 Avloppsreningsanläggningar

En majoritet av hushållen i Torne älvs avrinningsområde är anslutna till avloppsreningsanläggningar dimensionerade för mer än 20 invånare. År 1992 var ca 69 % av invånarna på finska sidan anslutna till reningsverk och 1995 var 87 % anslutna på den svenska sidan (tabell 5.1). År 1997 fanns 19 reningsverk på den finska sidan av Torne älv (figur 5.1). Av dessa har kyrkbyarna Ylitornio, Pello, Kolari och Muonio avloppsreningsverk med vardera mer än 1 000 invånare anslutna. Fyra av reningsverken har 200–1 000 invånare anslutna och de resterande 11 har färre än 200 anslutna. Avloppsvattnet från Torneå stad leds till avloppsreningsverket i Haparanda medan avloppsvatten från Karunki och Kourilehto behandlas i lokala reningsverk. I Äkäsjokisuu i Kolari kommun färdigställdes år 1998 ett nytt reningsverk till vilket färre än 200 invånare är anslutna. Reningsverket är dock dimensionerat så att man vid behov kan ansluta avloppsvatten även från den omgivande glesbygden.

På den svenska sidan finns ca 60 kommunala avloppsreningsanläggningar dimensionerade för mer än 20 personer (figur 5.1), varav en del är

Taulukko 5.1. Väestön määrä ja yleiseen viemäriverkostoon liittyneen väestön osuus Tornionjoen vesistöalueella. Suomen puolen tiedot ovat vuodelta 1992 ja Ruotsin puolen tiedot vuodelta 1995 (Tilastokeskus 1994, SCB 1998).

Tabell 5.1. Antal invånare i de olika delområdena och andelen av dessa som var anslutna till det kommunala avloppsnätet 1992 på finsk sida respektive 1995 på svensk sida av Torne älv (Tilastokeskus 1994, SCB 1998).

Suomen puoli v. 1992 / Finsk sida 1992 Ruotsin puoli v. 1995 / Svensk sida 1995			
Asukkaita / Antal invånare	Liittyneiden määrä (%) / Andel anslutna (%)	Asukkaita / Antal invånare	Liittyneiden määrä (%) / Andel anslutna (%)
Tornionjoen yläosa / Torne älvs övre del		24 100	96
Tornionjoen keskiosa / Torne älvs mellersta del		3 000	72
Lainionjoki / Lainio älv		1 100	59
Muonionjoki / Muonio älv	6 800 47	2 200	55
Tornionjoen alaosa / Torne älvs nedre del	32 100 72	14 100	84
Tornionjoen vesistöalue / Torne älvs avrinningsomr.	38 900 69	44 500	87

jätevesien puhdistusta varten joko pelkästään sakokaivo tai sakokaivo ja maa-suodatin. Suurimmat puhdistamot ovat Haaparannan-Tornion ja Kiurunan kaupungin jätevedenpuhdistamot. Niihin molempiin on liittynyt noin 21 000 asukasta. Pajalan ja Övertorneån jätevedenpuhdistamoiden liittyjämäärä on yli 1 000 asukasta. Kahdeksassa puhdistamossa liittyjämäärä on 200–1 000 asukasta. Muut Ruotsin puolen puhdistamot ovat pieniä, alle 200 asukkaan jätevedenkäsittelylaitoksia.

Matkailun sesonkiluonteesta johtuu, että matkailukeskusten alueella jätevesien määrä ja siten myös kuormitus vaihtelevat huomattavasti. Pienten puhdistamoiden voi olla vaikeaa puhdistaa jätevedet tyydyttävästi sesonkien aikana. Sen vuoksi Rautuvaaraan on rakennettu keskuspuhdistamo, jonne tullaan kokoamaan kaikki Ylläksen ja Äkäslompolon alueen taajamien, matkailukeskusten ja loma-asutuksen jätevedet. Jätevedenpuhdistamo valmistui vuonna 1997 ja se on mitoitettu 37 200 asukkaan jätevesien käsittelyä varten Ylläksen alueen yleiskaavan mukaisesti. Äkäskeron, Olostunturin, Jerisjärven, Palojärven ja Ritavalkean jätevedenpuhdistamot ovat pieniä matkailualueilla sijaitsevia puhdistamoja, joiden jätevesikuormitus tulee lähes kokonaan matkailusesonkien aikana. Ruotsin puolella vastaavia matkailualueiden jätevedenpuhdistamoita ovat mm. Abiskon, Björklidenin ja Riksgränsenin jätevedenpuhdistamot. Tornionjärvi on suojeltu ympäristölainsäädännön nojalla (miljöbalken MB 1998, luku 9, 4 §). Suojelumääräysten mukaan järveen kohdistuva kuormitus ei saa ylittää vuoden 1974 tasoa. Siksi edellä mainittujen matkailualueiden puhdistamoiden kapasiteettia on jouduttu lisäämään sitä mukaa kun matkailijoiden määrä on lisääntynyt.

Taajamien jätevedenpuhdistamoille tuleva jätevesi on pääasiassa tavallista asumisjätevettä. Teollisuusjätevesien määrä on vähäinen. Vesistöalueella on mm. pienimuotoista elintarvike-, tekstiili-, elektroniikka- ja puunjalostusteollisuutta, joka on liittynyt suurimmaksi osaksi yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoihin. Tarkkoja lukuja teollisuu-

egentliga avloppsreningsverk och en del är mindre anläggningar utrustade med antingen enbart slamavskiljare eller slamavskiljare och markbädd. De största anläggningarna är reningsverken i Haparanda-Torneå och Kiruna med vardera ca 21 000 personer anslutna. Reningsverken i Pajala och Övertorneå har fler än 1 000 personer anslutna. Åtta avloppsreningsverk har mellan 200 och 1 000 anslutna. Övriga avloppsreningsanläggningar på den svenska sidan har färre än 200 personer anslutna.

Eftersom turismen är säsongsbetonad så ökar avloppsvolymer och belastningen på reningsverken periodvis. För mindre avloppsreningsanläggningar kan detta medföra svårigheter med att tillfredsställa rena avloppsvatten. Därför har man byggt ett centralt reningsverk i Rautavaara, till vilket avloppsvatten från tätorter, turistanläggningar och fritidsbebyggelse i områdena Ylläs och Äkäslompolo skall ledas. Reningsverket stod färdigt 1997 och är dimensionerat för 37 200 p.e. (person-ekvivalenter), enligt generalplanen för Ylläsområdet. Reningsverken i Äkäskero, Olostunturi, Jerisjärvi, Palojärvi och Ritavalkea är små reningsverk som ligger i turistområden vars belastning huvudsakligen infaller under turistsäsongen. Inom turistområdena på svensk sida finns reningsverk med periodvis mycket hög belastning i Abisko, Björkliden och Riksgränsen. Torneträsk är skyddat enligt kap. 9 § 4 miljöbalken (MB 1998). Enligt skyddsbestämmelserna får inte belastningen överskrida 1974 års nivå. Därför har man varit tvungen att öka kapaciteten vid de reningsverk som ligger i ovannämnda områden i takt med att antalet turister ökat.

Det avloppsvatten som leds till tätorternas reningsverk är i huvudsak vanligt hushållsavloppsvatten. Andelen avloppsvatten från industrin är liten. Inom avrinningsområdet finns bl.a. småskaliga livsmedels-, textil-, elektronik- och träförädlingsindustrier, där de flesta är anslutna till de kommunala reningsverken. Exakta uppgifter om mängden avloppsvatten från industrin finns inte men vid exempelvis Övertorneås reningsverk uppskattas att 1995 kom ca

den jätevesien määrästä ei ole, mutta esimerkiksi Övertorneån jätevedenpuhdistamolla on arvioitu, että vuonna 1995 noin 10 % jätevesistä oli peräisin teollisuudesta. Kiirunan jätevedenpuhdistamolle tulevien teollisuusjätevesien määrän arvioitiin vuonna 1998 vastaavan 3 100 asukkaan biologisen hapenkulutuksen kuormitusta (BOD_7) (Kiruna kommun 1998). Svappavaarassa sijaitsevan pellettitehtaan jätevesiä ei johdeta Kiirunan kaupungin jätevedenpuhdistamolle saniteettivesiä lukuun ottamatta. Myöskään Kiirunan kaivoksen jätevedet eivät tule kaupungin jätevedenpuhdistamolle, vaan ne puhdistetaan kaivosyrityksen omissa jätevedenpuhdistamoissa, minkä jälkeen ne johdetaan Kalixjoen vesistöön (ks. myös luku 5.1.2 Teollisuus ja kaivostoiminta).

Haaparannan ja Tornion yhteisellä jätevedenpuhdistamolla teollisuusjätevesien määrä on suurempi kuin asumisjätevesien määrä, sillä jätevedenpuhdistamon liittyjämäärä on noin 21 000 asukasta, mutta puhdistamolle tulevien Oyj Hartwall Abp Lapin Kullan jätevesien lasketaan vastaavan noin 35 000 asukkaan biologisen hapenkulutuksen kuormitusta (BOD_7).

Seuraavassa esitetään jätevedenpuhdistamoiden aiheuttama keskimääräinen vuosittainen vesistöön menevä fosfori-, typpi- ja BOD_7 -kuormitus Tornionjoen vesistöalueella. Kuormitus on saatu Suomen puolella laskemalla yhteen kaikkien jätevedenpuhdistamoiden keskimääräinen kuormitus vuosina 1993–1997. Osa jätevedenpuhdistamoista on kuitenkin niin uusia, ettei niiltä ole kuormitustietoja koko havaintojaksolta. Lisäksi Äkäslompolon puhdistamon toiminta lopetettiin vuonna 1996, kun Ylläksen uusi keskuspuhdistamo aloitti toimintansa. Niissä tapauksissa, joissa tietoja ei ole koko jaksolta, keskiarvo on laskettu niiden vuosien keskiarvona, joista kuormitustiedot on saatu. Joissakin tapauksissa kuormitustieto on vain yhdeltä vuodelta.

Ruotsin puolella kuormitustiedot on laskettu vastaavalla tavalla kuin Suomen puolella niiden jätevedenpuhdistamoiden osalta, joiden kuormitus

10 % avloppsvattnet från industrin. I Kiruna uppskattades 1998 att mängden avloppsvatten från industrin till det kommunala reningsverket, motsvarar belastningen av biologiskt syreförbrukande ämnen (BOD_7) från ca 3 100 p.e. (Kiruna kommun 1998). Pelletsverket i Svappavaara är bortsett från sanitetsavloppet inte anslutet till det kommunala reningsverket. Likaså är industriavloppet från Kirunavaaragruvan inte heller anslutet till det kommunala reningsverket utan behandlas i företagets egna reningsanläggningar som har sitt avlopp till Kalixälvens vattensystem (se även kap. 5.1.2 Industri och gruvverksamhet).

Det gemensamma reningsverket för Haparanda och Torneå belastas mera från industrin än från privathushållen. Avloppsvattnet från bryggeriet Oyj Hartwall Abp Lapin Kulta beräknas bidra med en belastning av biologiskt syreförbrukande ämnen (BOD_7) motsvarande ca 35 000 p.e. medan antalet personer som är anslutna till reningsverket är ca 21 000.

Den årliga mängden fosfor, kväve och BOD_7 , som i genomsnitt tillförs Torne älvs vattensystem via avloppsreningsanläggningar presenteras nedan. På finsk sida har belastningen beräknats som ett medelvärde av den årliga tillförseln från samtliga reningsanläggningar i avrinningsområdet för perioden 1993–1997. Några av reningsanläggningarna är dock så nya att det för dessa inte finns uppgifter om utsläppen för hela femårsperioden. Dessutom har reningsverket i Äkäslompolo lagts ner då det nya centrala reningsverket i Ylläs togs i bruk 1997. I de fall där belastningsvärden inte funnits för hela perioden har medelvärdet räknats för de år där tillgängliga uppgifter finns att tillgå. I vissa fall finns belastningsuppgifter bara för ett enda år.

På den svenska sidan har belastningsuppgifterna för de reningsanläggningar, vars utsläpp har mätts, beräknats på samma sätt som på den finska sidan. Belastningen från de anläggningar som saknar mätvärden, har beräknats med

on mitattu. Muiden puhdistamoiden osalta kuormitus on laskettu vastaavanlaisten jätevedenpuhdistamoiden keskimääräisten mittaustulosten avulla. Jos jätevedenkäsittelylaitoksena on pelkästään sakokaivo tai sakokaivo ja maasuodatin, on kuormitus laskettu liittyjä määrän ja näille laitoksille arvioitujen keskimääräisten puhdistustehokkuuksien perusteella.

Jätevedenpuhdistamoiden aiheuttaman ravinnekuormituksen Tornionjoen vesistöalueella lasketaan edellä mainittujen lähtötietojen mukaan olevan noin 7 500 kg fosforia ja noin 260 000 kg typpeä vuodessa. BOD₇-kuormitus on noin 272 000 kg vuodessa (taulukko 5.2). Haaparannan-Tornion jätevedenpuhdistamon aiheuttama kuormitus ei sisälly näihin lukuihin, sillä puhdistamon vedet johdetaan aivan jokisuulle, joten ne eivät kuormita Tornionjokea. Jos Haaparannan ja Tornion yhteisen jätevedenpuhdistamon kuormitus lasketaan mukaan, on jätevedenpuhdistamoiden kuormitus vesistöalueella noin 12 700 kg fosforia ja 348 100 kg typpeä vuodessa. BOD₇-kuormitus on noin 460 500 kg vuodessa.

Tornionjoen yläosalla suurin kuormittaja on Kiirunan jätevedenpuhdistamo, josta tulee noin 90 % tämän alueen taajamien typpi- ja fosforikuormituksesta. Vastaava luku BOD₇ osalta on noin 80 %. Tornionjoen alaosan yhdyskuntien jätevesikuormituksesta suurin osa on peräisin Övertorneån, Ylitornion ja Pellon jätevedenpuhdistamoista.

hjälp av medelvärden av mätresultat från motsvarande reningsanläggningar. Om reningsanläggningen endast har slamavskiljare eller slamavskiljare och markbädd har belastningen beräknats utifrån uppgifter om antal anslutna hushåll och uppskattade genomsnittliga reningseffekter för dessa anläggningar.

Med utgångspunkt från ovan nämnda uppgifter har den årliga när-saltsbelastningen från avloppsreningsverken längs Torne älvs vattensystem beräknats uppgå till ca 7 500 kg fosfor och ca 260 000 kg kväve. Den årliga BOD₇-belastningen är ca 272 000 kg (tabell 5.2). Belastningen från reningsverket i Haparanda-Torneå ingår inte i dessa beräkningar eftersom spillvattnet leds ända ut till älvmynningen och det belastar därför inte Torne älv. Om utsläppen från Haparandas och Torneås gemensamma reningsverk inkluderas blir den sammanlagda belastningen från avloppsreningsverken inom avrinningsområdet ca 12 700 kg fosfor, 348 100 kg kväve och 460 500 kg BOD₇ per år.

I den övre delen av Torne älvs avrinningsområde står reningsverket i Kiruna för huvuddelen av belastningen från de kommunala avloppen. Ca 90 % av belastningen av kväve och fosfor kommer från detta reningsverk. Motsvarande siffra för BOD₇ är ca 80 %. I Torne älvs nedre del är reningsverken i Övertorneå, Ylitornio och Pello de dominerande utsläppskällorna.

Taulukko 5.2. Jätevedenpuhdistamoiden keskimääräinen fosfori- (P), typpi- (N) ja happea kuluttavien aineiden (BOD₇)-vuosikuormitus Tornionjoen vesistöön vuosina 1993–1997. Haaparannan ja Tornion yhteisen jätevedenpuhdistamon tiedot eivät sisälly lukuihin. Tiedot on esitetty osa-alueittain.

Tabell 5.2. Genomsnittliga årliga utsläpp av fosfor (P), kväve (N) och biologiskt syreförbrukande ämnen (BOD₇) från avloppsreningsanläggningarna till Torne älvs vattensystem under perioden 1993–1997. Utsläppen från det gemensamma reningsverket i Haparanda-Torneå är ej inkluderade. Uppgifterna är fördelade på delavrinningsområden.

Osa-alue Delområde	Kok. P (kg/v) Total-P (kg/år)	Kok. N (kg/v) Total-N (kg/år)	BOD ₇ (kg/v) BOD ₇ (kg/år)
Tornionjoen yläosa / Torne älvs övre del	3 800	145 800	135 000
Tornionjoen keskiosa / Torne älvs mellersta del	200	10 200	13 900
Lainionjoki / Lainio älv	100	3 700	6 800
Muonionjoki / Muonio älv	1 200	40 600	35 100
Tornionjoen alaosa / Torne älvs nedre del	2 200	59 100	81 200
Yhteensä / Sammanlagt	7 500	259 400	272 000

Muonionjoen alueella suurin kuormittaja on aikaisemmin ollut Äkäslompolon jätevedenpuhdistamo, jossa on käsitelty Ylläksen alueen jätevedet. Vuodesta 1997 lähtien Ylläksen alueen jätevedet on puhdistettu uudessa keskuspuhdistamossa, jonka vesistökuormitus on huomattavasti pienempi kuin vanhan puhdistamon. Tornionjoen keskiosan asumisjätevesien kuormitus kertyy kolmesta jätevedenpuhdistamosta. Näistä suurin on Pajalan puhdistamo, josta tulee noin 75 % tämän alueen taa-
jamien fosforikuormituksesta ja 96 % typpikuormituksesta. Lainionjoen alueella on kahdeksan jätevedenpuhdistamoa, joiden yhteenlaskettu kuormitus on vähäistä.

5.1.2 Teollisuus ja kaivostoiminta

Vesistöalueella on suurteollisuutta Torniossa ja Kiirunassa. Avestapolarit Stainless Oy:n ja Avestachrome Oy:n Tornion tehtaat tuottavat ferrokromia ja jaloterästä. Tehtaiden tuotannossa syntyvät jäte- ja jäähdytysvedet johdetaan Perämereen suomalais-ruotsalaisen rajajokikomission päätökseen perustuvalla luvalla (M22/96, 18.11.1997). Myös saniteettijätevedet johdetaan puhdistuksen jälkeen suoraan mereen, joten nekään eivät kuormita Tornionjokea. Tehtaiden jätevesissä on raskasmetalleja, kromia, nikkeliä, sinkkiä ja syanidia. Useimpien aineiden kuormitus on pienentynyt selvästi verrattuna 1980-lukuun. Kromin kuormitus on kuitenkin kasvanut 1990-luvulla. Tornion tehtaiden keskimääräinen kuormitus vuosina 1990–1997 on ollut 160 t typpeä, 2300 kg kromia, 1100 kg nikkeliä ja 900 kg sinkkiä vuodessa (PSV-Maa ja vesi 1998). Tehtaiden fosfori- ja BOD₇-kuormitus on hyvin vähäistä ja aiheutuu lähes yksinomaan saniteettijätevesistä.

Kiirunassa sijaitsee Luossavaara-Kiirunavaara AB:n (LKAB) maailman suurin maan alla oleva rautamalmikaivos. Vuonna 1898 avattu Kiirunavaaran kaivos on tällä hetkellä ainoa toiminnassa oleva rautakaivos Kiirunan kunnassa. Aikaisemmin rautamalmia on louhittu myös Luossavaarassa (1921–

I Muonio älv har den största belastningen tidigare kommit från avloppsreningsverket i Äkäslompolo, där man behandlade avloppsvatten från Ylläsområdet. Men efter att man 1997 började rena detta avloppsvatten i det nya centrala reningsverket i Rautavaara har belastningen minskat betydligt på Torne älv. I Torne älvs mellersta del finns tre avloppsreningsverk, av vilka reningsverket i Pajala är det största. Utsläppen från detta motsvarar 75 % av fosforbelastningen och 96 % av kvävebelastningen från tätorterna i området. I Lainio älv finns åtta avloppsreningsverk, vars sammanlagda belastning är liten.

5.1.2 Industri och gruvverksamhet

Basindustrier inom avrinningsområdet finns i Torneå och Kiruna kommuner. Avestapolarit Stainless Oy:s och Avesta-chrome Oy:s fabriker i Torneå producerar ferrokrom och rostfritt stål. Kyl- och processavloppsvatten från fabrikerna leds till inre Bottenviken i enlighet med tillstånd från finsk-svenska gränsälvs-kommissionen (M22/96, 18.11.1997). Även fabrikernas sanitetsavloppsvatten leds efter rening direkt till havet och belastar således inte heller Torne älv. Avloppsvattnet från fabrikerna innehåller tungmetaller, krom, nickel, zink samt cyanid. Utsläppen av de flesta ämnen har minskat betydligt sedan 1980-talet. Under 1990-talet har dock utsläppen av krom ökat. Under perioden 1990–1997 var de genomsnittliga utsläppen av kväve 160 ton/år, krom 2 300 kg/år, nickel 1 100 kg/år och zink 900 kg/år (PSV-Maa ja vesi 1998). Fabrikerna har mycket små utsläpp av fosfor och BOD₇ och dessa härrör nästan enbart från sanitetsavlopp.

I Kiruna kommun driver LKAB världens största järnmalmshuvudgruva under jord. Kirunavaaragruvan som öppnades 1898, är i dag den enda järnmalmshuvudgruva som är i drift i kommunen. Tidigare bröts järnmalm även i Luossavaara (1921–1967 och 1980–1985), Svappavaara (1964–1982) och Tuolluvaara (1904–

1967 ja 1980–1985), Svappavaarassa (1964–1982) ja Tuolluvaarassa (1904–1982) (Norrländsk uppslagsbok 1995, 1996). Rautakaivosten lisäksi Kiirunassa on ollut kuparikaivos, Viscaria, jonka toiminta lopetettiin vuonna 1997.

Kiirunavaaran kaivoksesta on tähän asti louhittu yli miljardi tonnia rautamalmia, ja vuosittainen tuotanto on tällä hetkellä noin 20 miljoonaa tonnia. Alun perin malmiesiintymä ulottui maan pinnalle saakka ja malmikenttää louhittiin aluksi avolouhoksena. Nykyään louhinta tapahtuu kokonaan maan alla, ja kaivoskuilut ulottuvat noin tuhannen metrin syvyyteen (Bernes 1996).

Kiirunavaaran kaivos sijaitsee Tornionjoen ja Kalixjoen vesistöjen vedenjakaja-alueella. Kaivos täyttyisi vedellä, ellei siitä pumpattaisi jatkuvasti suuria määriä (noin 10 milj. m³/v 1990-luvulla) vettä pois. Kaivoksesta pois pumpattava vesi on osaksi suhteellisen puhdasta pohjavettä, osaksi kaivoksesta tulevaa vettä, jossa on kohonneita typpi-, fosfori- ja metallipitoisuuksia.

Kuivatusvedestä suuri osa käytetään prosessivetenä malminrikastuksessa ja pellettiteollisuudessa. Sen jälkeen vesi johdetaan laskeutusaltaisiin, jotka sijaitsevat kaivoksen länsipuolella Kalixjoen vesistöalueella. Siten laskeutusaltaista tapahtuvat päästöt eivät kuormita Tornionjokea. Kaivoksen pohjoispuolella sijaitseva Luossajärvi kuuluu Tornionjoen vesistöön. Luossajärven eteläpäähän voidaan johtaa prosessivesiä pumppujen ollessa epäkunnossa ja muissa vastaavissa tilanteissa. Jotta kaivostointiminta olisi mahdollista Luossajärven eteläosan alla, järveen on rakennettu pato ja järven eteläpää on kuivattu vuonna 1998 (kuva 5.2). Mahdollisten ylijuoksutusten järveen tuoma vesi kulkeutuu siten takaisin kaivokseen järven pohjan kautta.

Rautamalmin jalostus tapahtuu sekä Kiirunassa että Svappavaarassa. Tuotannosta rautapelletit muodostavat suurimman osan. Lisäksi LKAB tuottaa mm. matalafosforista hienorikastetta. Vuonna 1997 LKAB:n tuotanto oli 3,5 milj. tonnia hienorikastetta ja 11 milj. tonnia pellettejä.

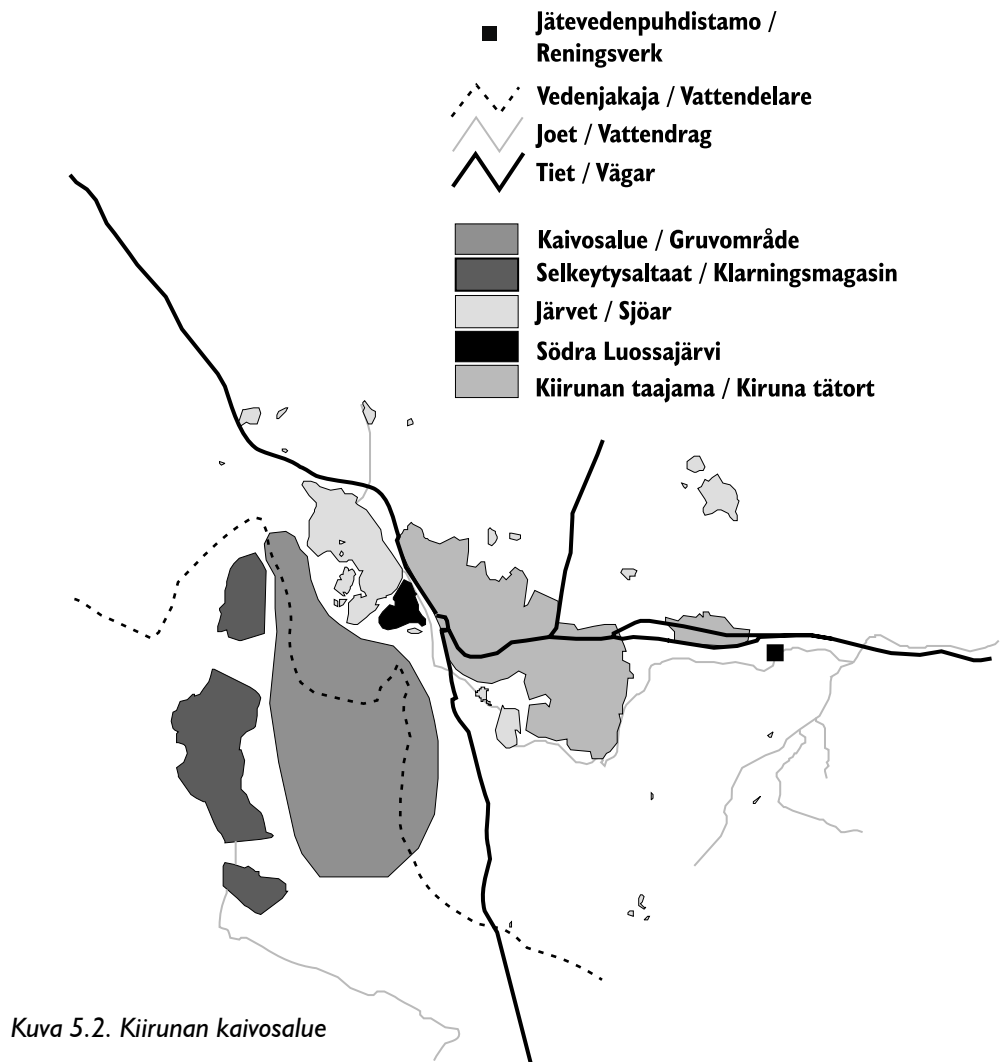
1982) (Norrländsk uppslagsbok 1995, 1996). Förutom järngruvor har det även funnits en koppargruva i Kiruna, Viscariagruvan, vars verksamhet lades ner 1997.

I Kirunavaaragruvan har hittills brutits över en miljard ton järnmalm, och den årliga produktionen är i dag ca 20 miljoner ton. Från början sträckte sig malmfyndigheten upp till markytan och malmkroppen bröts till en början i dagbrott. Numera sker brytningen helt och hållet under jord och gruvschakten når ner till cirka tusen meters djup (Bernes 1996).

Kiirunavaaragruvan ligger mitt under vattendelaren mellan Torne älvs och Kalix älvs avrinningsområden. Stora volymer dräneringsvatten pumpas ständigt upp ur gruvan (ca 10 milj. m³/år under 1990-talet) som annars skulle fyllas med vatten. Dräneringsvattnet utgörs dels av förhållandevis rent grundvatten, dels av gruvvatten som innehåller förhöjda mängder av kväve, fosfor och metaller.

En stor del av dräneringsvattnet används som processvatten i anrikningsprocessen och till kulsinterverket. Vattnet går därefter vidare till de sedimentationsdammar som ligger väster om gruvan. Dammarna tillhör Kalixälvens vattensystem och belastar således inte Torne älv. Sjön Luossajärvi strax norr om gruvan tillhör däremot Torne älvs vattensystem och i dess södra del finns ett bräddvattenavlopp för processvattnet i händelse av pumphaverier och dylikt. För att möjliggöra gruvbrytning under Luossajärvis södra del har denna del av sjön delats av med en dammvall och tömts på vatten under 1998 (figur 5.2). Eventuellt bräddvatten till sjön kommer numera därför att återgå till gruvan genom läckage genom sjöbotten.

Järnmalm förädlas i både Kiruna och Svappavaara. Största delen av produktionen utgörs av järnpellets. Dessutom producerar LKAB lågfosforhaltig järnmalmsslig. År 1997 producerade LKAB 3,5 miljoner ton järnmalmsslig och 11 miljoner ton pellets.



Kuva 5.2. Kiirunan kaivosalue

Figur 5.2. Gruvområdet i Kiruna.

Svappavaarassa sijaitsevan LKAB:n pellettitehtaan prosessivedet kiertävät suljetussa systeemissä. Siihen kuuluu useita laskeutusaltaita, joiden kautta vesi johdetaan uudelleenkäyttöön. Viimeisen 20 vuoden aikana laskeutusaltaat ovat tulvineet yli vain vuonna 1981, jolloin 12 000 m³ vettä pääsi vuotamaan Tornionjokeen. Altaiden alapuolella sijaitsevasta Liukattijoesta on kuitenkin mitattu hieman kohonneita typpiä. Kohonneet pitoisuudet johtuvat todennäköisesti siitä, että laskeutusaltaiden patojen läpi pääsee vuotamaan vettä. Sen määrää ei ole kuitenkaan arvioitu.

Tornionjoen vesistöalueella oleva pieni ja keskiuuri teollisuus on muuttamassa poikkeusta lukuun ottamatta liittynyt yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoihin (ks. myös luku 5.1.1 Jäteveden-

Processvatnnet från LKAB:s pelletsverk i Svappavaara återanvänds i ett slutet system där vattnet leds till ett antal dammar där det magasineras innan det återanvänds. Bräddning från dammarna har endast skett en gång de senaste 20 åren och det var 1981 då 12 000 m³ vatten bräddades till Torne älv. Dock har något förhöjda kvävehalter uppmäts i Liukattijoki nedströms dammarna. Detta beror sannolikt på ett läckage genom dammavallarna men mängderna har inte uppskattats.

Små och medelstora industrier inom Torne älvs avrinningsområde är med några få undantag, anslutna till kommunala avloppsreningsverk (se även kap. 5.1.1 Avloppsreningsanläggningar). Keros läder AB, som finns i Sat-

käsittelylaitokset). Sattajärven kylässä Pajalassa sijaitseva Keros läder AB on nahkurinversta, joka on aloittanut toimintansa vuonna 1928. Keros läder AB muokkaa pääasiassa poronnahkaa. Vastaan jätevedet käsitellään omassa jätevedenpuhdistamossa, josta ne johdetaan Tupojoen kautta Tornionjokeen. Fosforikuormitus vuosina 1993–1995 on ollut keskimäärin 10 kg/v ja BOD₇-kuormitus 1 500 kg/v. Nahan parkitsemisaineena versta käyttää mm. kromia. Jäteveden kromikuormitus vuosina 1993–1995 on ollut keskimäärin 2,7 kg vuodessa.

Juureksia ja vihanneksia jalostava North Fresh Ky on aloittanut toimintansa Pellon Juoksengissa 1990-luvun alussa. Vuonna 1998 North Fresh sai rajajokikomissiolta luvan (M12/98) uusien tuotantotilojen ja jätevedenpuhdistamon rakentamiseen Pellon Lempeään. Uudet tuotantotilat valmistuivat lokakuussa 1999, jolloin toiminta siirtyi Juoksengin laitokselta Lempeään. Juoksenin laitoksella saa ainoastaan varastoida, lajitella ja pakata multaperunaa.

5.1.3 Kalankasvatus

Kalankasvatuslaitoksen perustamiseen Tornionjoen vesistöalueelle tarvitaan suomalais-ruotsalaisen rajajokikomission lupa. Vesistöalueella on neljä kalankasvatuslaitosta, jotka kaikki sijaitsevat Suomen puolella (taulukko 5.3). Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen 1958 perustettu Muonion kalanviljelylaitos sijaitsee Särkijärvellä ja 1987 perustettu Tornionjoen kalanviljelylaitos sijaitsee Leustojärvellä. Laitoksilla säilytetään alueen arvokalakantoja emokalanviljelyssä. Laitokset kasvattavat myös lohen, meritaimenen, vaellussiian ja nieriän poikasia Tornionjokeen ja sen sivuvesistöihin tehtäviä kalaistutuksia varten (ks. myös luku 4.4.3 Istutukset). Kirjolohen (*Oncorhynchus mykiss*) kasvatuslaitoksia ovat Pellossa Naamijoen alajuoksulla sijaitsevat Naamijoen lohi Ky ja Uusitalon kala-altaat. Uusitalon laitoksessa on kasva-

tajärvi i Pajala kommun, är ett lädergarveri som startade sin verksamhet 1928 och som huvudsakligen bereder renskinn. Avloppsvattnet från garveriet behandlas i ett eget reningsverk varifrån det sedan leds till Torne älv via Tupojoki. Fabrikens genomsnittliga årliga utsläpp av fosfor och BOD₇ under 1993–1995 har varit ca 10 respektive 1 500 kg/år. Som garvningsämne för lädret använder fabriken bl.a. krom. Utsläppen av krom var under perioden 1993–1995 i genomsnitt ca 2,7 kg per år.

North Fresh Ky är ett företag i finska Pello som förädlar rotfrukter och grönsaker. Företaget inledde sin verksamhet i Pello i Juoksenki i början av 1990-talet. Gränsälvskommissionen beviljade North Fresh tillstånd att bygga en produktionsanläggning och ett avloppsreningsverk i Lempeä i Pello. Dessa blev färdiga i oktober 1999 och då flyttades produktionen från anläggningen i Pello till Lempeä. Vid anläggningen i Juoksenki får företaget endast lagra, sortera och packa otvättad potatis.

5.1.3 Fiskodling

För att anlägga en fiskodling i Torne älvs vattensystem krävs tillstånd från finsk-svenska gränsälvskommissionen. Det finns i dag fyra fiskodlingsanläggningar inom avrinningsområdet, alla på finska sidan (tabell 5.3). Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet har två anläggningar, den ena, Muonios fiskodlingsanläggning, ligger i Särkijärvi, där har man odlat fisk sedan 1958. Den andra, Torne älvs fiskodlingsanläggning, etablerades 1987 i Leustojärvi. Vid båda anläggningarna odlas avelsfisk av de ädelfiskstammar som lever i Torne älvs vattensystem. Dessutom produceras fiskyngel av lax, havsöring, älvsik och röding till de fiskutsättningar som görs i Torne älv och dess biflöden (se även kap. 4.4.3 Utplanteringar). I nedre delen av Naamijoki i Pello kommun finns två privata odlingsanläggningar, Naamijoen lohi Ky och Uusitalon kala-altaat där man föder upp regnbåge (*Oncorhynchus mykiss*). Vid an-

Taulukko 5.3. Tornionjoen vesistöalueen kalankasvatustilokset ja niiden lupaehdot; kalantuotannolle sekä fosforikuormitukselle asetetut raja-arvot (VAHTI 1999a).

Tabell 5.3. Fiskodlingsanläggningar inom Torne älvs avrinningsområde och deras tillståndsvillkor; gränser för fiskproduktion respektive utsläpp av fosfor (VAHTI 1999a).

Laitos Anläggning	Osa-alue Delområde	Purkuvesistö Recipient	Lupaehdot / Tillståndsvillkor		
			Kalaa kg/v Fiskprod. kg/år	Rehua kg/v Foderåtgång kg/år	Fosforikuorm. Fosforbelastning kg/år
Muonion kvl, Särkijärvi	Muonionjoki / Muonio älv	Särkilompola	4 800	8 000	35
Tornionjoen kvl, Leustojärvi	Muonionjoki / Muonio älv	Leustojärvi	8 700	14 790	60
Naamijoen Lohi Ky	Tornionjoen alaosa / Torne älvs nedre del	Naamijoki	40 000	52 000	*
Uusitalon kala-altaat	Tornionjoen alaosa / Torne älvs nedre del	Naamijoki	5 000	7 000	*

* ei fosforiehtoa / inget fosforvillkor

tettu kirjolohia viimeksi vuonna 1995, mutta laitoksen toimilupa on kuitenkin voimassa vuoteen 2005 saakka.

Kalankasvatuksen ravinnekuormitus aiheutuu kaloille annettavasta ravinnosta ja kalojen eritteistä. Siten kuormitus on suurimmillaan kalojen kasvuvaiheessa, jolloin rehua käytetään eniten. Kirjolohta tuottavilla laitoksilla kasvatuskausi ajoittuu touko-syyskuulle. Lohen ja meritaimenen poikastuotantolaitoksilla kasvatuskuukaudet ovat huhti-marraskuu. Kalankasvatuksen vesistökuormitus laske-
taan tavallisesti siten, että käytetyn rehun sisältämistä ravinteista vähennetään kalojen kasvuun sitoutunut ravinnemäärä. Kalankasvatuksen keskimääräinen fosforikuormitus koko Tornionjoen vesistöalueella vuosina 1993–1997 oli 270 kg vuodessa ja keskimääräinen typpikuormitus 2 180 kg vuodessa (taulukko 5.4).

längningen i Uusitalo odlades regnbåge senast 1995, men anläggningens drifts-tillstånd är dock giltigt till 2005.

Näringsbelastning från fiskodlingar orsakas av foderspill och avsöndringar från fisken. Belastningen står således i relation till hur mycket foder som förbrukas, vilket också innebär att belastningen koncentreras till fiskarnas tillväxstsäsong när foderåtgången är som störst. Regnbåge i odling har sin tillväxstsäsong i maj – september medan lax och öring i yngelproduktionsanläggningar har sin tillväxstsäsong under april – november. Näringsbelastningen från fiskodlingar beräknas vanligtvis genom att ta näringsinnehållet i den totala mängden foder som förbrukats och dra ifrån den mängd näring som bundits upp i fiskens vävnader. Den sammanlagda fosforbelastningen från samtliga fiskodlingar i Torne älvs vattensystem under 1993–1997 var i genomsnitt ca 270 kg per år och kvävebelastningen var i genomsnitt ca 2 200 kg per år (tabell 5.4).

Taulukko 5.4. Kalankasvatuksen keskimääräinen tuotanto ja vesistökuormitus vuosina 1993–1997 Tornionjoen vesistöalueella (VAHTI 1999b).

Tabell 5.4. Fiskodlingens genomsnittliga produktion och belastning på vattendragen i Torne älvs vattensystem åren 1993–1997 (VAHTI 1999b).

Osa-alue Delområde	Tuotanto kalaa t/v Fiskproduktion ton/år	Fosforikuormitus kg/v Fosforbelastning kg/år		Typpikuormitus kg/v Kvävebelastning kg/år	
Muonionjoki / Muonio älv	10	100		700	
Tornionjoen alaosa / Torne älvs nedre del	31	170		1 500	

5.1.4 Turvetuotanto

Suomen puolella Tornionjoen vesistöaluetta on kuusi turvetuotantoaluetta, joiden yhteenlaskettu pinta-ala on noin 800 ha. Tästä noin 120 ha ei ole tällä hetkellä tuotannossa ja kunnostusvaiheessa on noin 20 ha. Suurin tuotantoalue on Kolarissa sijaitseva Teuravuoma, noin 450 ha. Muut turvetuotannossa Suomen puolella olevat suot ovat Naamijoen eteläpuolella Pellossa sijaitsevat Jaivuoma ja Teikovuoma sekä Martimojoen vesistöalueella sijaitsevat Leväjänkä, Martimo ja Laukkuvuoma. Leväjängän turvetuotantoalueen laajentaminen 45 hehtaarilla on parhaillaan lupakäsittelyssä.

Ruotsin puolella vesistöaluetta on turvetuotantoa Välimanvuomalla Övertorneålla ja Kauppisenvuomalla sekä Piekkusvuomalla Kiirunassa. Tuotantoalueiden yhteenlaskettu pinta-ala on noin 150 ha. Lisäksi kahdelle suoalueelle, Isovuomalle ja Kaartivuomalle, on lupa turvetuotannon aloittamiseen. Isovuoma (156 ha) sijaitsee Övertorneålla ja Kaartivuoma (619 ha) Haaparannalla.

Turvetuotantoalueen ojitus muuttaa voimakkaasti suon hydrologiaa ja lisää huomattavasti alueelta tapahtuvaa valuntaa. Tämä yhdessä turpeenoston kanssa aiheuttaa eroosiota, mikä on suurin syy kiintoaineen ja humuksen huuhtoutumisen kasvuun. Kiintoaine voi vahingoittaa kaloja ja vedessä eläviä hyönteisiä kiinnittymällä muniin, mätiin ja kiduksiin ja aiheuttaa siten tukehtumisen (Naturvårdsverket 1986). Turvetuotanto lisää myös orgaanisen ja liuenneen epäorgaanisen typen sekä raudan huuhtoutumista. Sen sijaan epäorgaanisen fosforin huuhtoutuminen on yleensä melko vähäistä, mutta eroosion johdosta fosforipitoista maa-ainesta voi huuhtoutua alapuolisiin vesistöihin. Vesistökuormituksen vähentämiseksi turvetuotantoalueilla on käytössä joko laskeutusaltaat tai pintavalutuskentät, joiden kautta kuivatusalueelta tulevat vedet johdetaan purkuvesistöön.

5.1.4 Torvproduktion

På den finska sidan av Torne älvs avrinningsområde finns sex torvtäkter, med en sammanlagd yta på ca 800 ha, varav ca 120 ha inte är i produktion för närvarande och ca 20 ha har dikats ut för kommande torvproduktion. Den största torvtäkten, ca 450 ha, finns på myren Teuravuoma i Kolari kommun. Övriga myrar med torvtäkter på den finska sidan är Jaivuoma och Teikovuoma söder om Naamijoki i Pello kommun samt Leväjänkä, Martimo och Laukkuvuoma i Martimojokis avrinningsområde. Tillståndet för en utökning av torvtäktsområdet med 45 hektar på Leväjänkä prövas för närvarande.

På den svenska sidan av avrinningsområdet finns torvtäkter på myrarna Välimanvuoma i Övertorneå kommun samt Kauppisenvuoma och Piekkusvuoma i Kiruna kommun. Torvtäkternas sammanlagda yta är ca 150 ha. Dessutom har tillstånd att påbörja torvbrytning beviljats för ytterligare två myrområden, Isovuoma (156 ha) i Övertorneå kommun och Kaartivuoma (619 ha) i Haparanda kommun.

Den dikning som utförs i samband med torvbrytning kan ge upphov till drastiska förändringar i myrens hydrologi. Den ökade avrinningen tillsammans med exponering av torven orsakar en erosion, vilket är den främsta orsaken till en förhöjd uttransport av suspenderade ämnen och humus. Dessa suspenderade partiklar kan vara skadliga för fisk och vattenlevande insekter bl.a. genom att de kan fästa på ägg, rom och gälar och därmed orsaka kvävning (Naturvårdsverket 1986). Torvbrytning kan även öka utläckaget av organiskt och oorganiskt kväve samt järn. Läckaget av oorganisk fosfor är normalt ganska obetydligt men som en följd av erosionen kan jordpartiklar som innehåller fosfor sköljas ur till vattendrag nedströms. För att minska belastningen på vattendragen i torvproduktionsområden konstrueras antingen sedimentationsbassänger, eller ytvattenfält, genom vilka vattnet från dikningsområdena leds innan det går ut till vattendraget.

Suomen puolella turvetuotannon ympäristökuormitusta seurataan teke-mällä vuosittain tuotantoalueiden käy-töstä ja vesistökuormituksesta selvityk-set. Aikaisemmin eri tuotantoalueiden tarkkailu tehtiin lähes samanlaisin oh-jelmin. Vedenlaatutuloksia analysoita-essa todettiin kuitenkin, että muutam-an kerran vuodessa tehtävä havainnointi ei anna riittävästi tietoa kuormitukses-ta eikä vesistövaikutuksista. Tyypillis-ten kuormitustekijöiden, kuten kiinto-aineen, kokonaistypen ja ammonium-typen pitoisuuksissa havaittiin olevan erittäin suuria vaihteluja eri havainto-kertojen välillä. Tämä johtuu siitä, että turvetuotannon vesistökuormitus riip-puu voimakkaasti valumasta. Rankka-sateiden aikana kuormitus on monin-kertaista tavanomaiseen verrattuna (Lapin vesi- ja ympäristöpiiri 1993).

Turvetuotantoalueiden kuormi-tustarkkailu on Suomessa tapahtunut vuodesta 1994 lähtien muutamien inten-siiviseen tarkkailuun kuuluvien soiden avulla. Näiltä soilta laskettavat ns. omi-naiskuormitusluvut perustuvat jatku-viin virtaamamittauksiin ja usein tapah-tuvaan näytteenottoon. Muiden soiden kuormitus lasketaan näiden ominais-kuormituslukujen perusteella (Kaikko-nen ym. 1998). Kuormitusmittaukset tehdään tuotantokaudella, joka kestää tavallisesti kesäkuun alusta syyskuun loppuun. Tässä käytetyt ominaiskuor-mitusluvut perustuvat kuuden Lapin läänissä sijaitsevan turvetuotantoalu-een keskimääräiseen kuormitukseen vuosina 1995 ja 1996. Turvetuotantoalu-eiden keskimääräinen kiintoainehuuhtouma on ollut 120 g/ha, kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn}) 177 g/ha, ko-konaisfosfori 0,65 g/ha ja kokonaistyp-pi 13,65 g/ha vuorokaudessa (Kaikko-nen ym. 1998).

Koko vuoden kuormituksen arvi-oimiseksi on lisäksi oletettu, että koko-naisfosforin huuhtouma tuotantokau-della on 45 % koko vuoden huuhtou-masta. Vastaava luku kokonaistypen osalta on 54 %, kiintoaineen osalta 46 % ja kemiallisen hapenkulutuksen osalta 63 % (PSV 1995). Ruotsin puolen turve-tuotannon kuormitus on laskettu sa-

På finsk sida övervakas effekterna av torvbrytningen på miljön genom år-liga kontroller av torvtäkternas verksam-het och deras belastning på vattendra-gen. Tidigare övervakades de olika torv-täkterna med i stort sett likadana pro-gram. Det konstaterades dock att vatten-kvalitetsmätningar som utförs några få gånger per år inte ger tillräcklig informa-tion om belastning och påverkan på vat-tendragen. Belastningsfaktorer såsom halter av suspenderade ämnen, totalkvä-ve och ammoniumkväve, visade mycket stora skillnader från det ena provtag-ningstillfället till det andra. Det beror på att torvtäkternas belastning på vat-tendragen är starkt beroende på avrin-ningen. Vid kraftiga regn är belastningen mångfalt större jämfört med det norma-la (Lapin vesi- ja ympäristöpiiri 1993).

Sedan 1994 har övervakningen av torvtäkter i Finland utförts genom in-tensiv övervakning av ett fåtal täktmy-rar. Genom fortlöpande flödesmätning-ar och täta provtagningar av dessa och med hjälp av erhållna mätresultat har den s.k. specifika belastningen beräk-nats. Denna har sedan använts för att beräkna belastningen från andra myrar (Kaikkonen m.fl. 1998). Belastningen mäts under torvtäkternas produktions-period som normalt varar från början av juni till slutet av september. De värden för den specifika belastningen som an-vänds i denna utredning baserar sig på den genomsnittliga belastningen vid sex torvtäkter i Lapplands län under åren 1995 och 1996. I genomsnitt har läckaget från torvtäkterna varit 120 g/ha/dygn av fasta ämnen, 177 g/ha/dygn av kemiskt syreförbrukande ämnen (COD_{Mn}), 0,65 g/ha/dygn av totalfosfor samt 13,65 g/ha/dygn av totalkväve (Kaikkonen m.fl. 1998).

Utöver den belastning som upp-mäts under torvtäkternas produk-tionsperiod har det uppskattats att läcka-get av totalfosfor under produktionspe-rioden är 45 % av det totala läckaget un-der hela året. Motsvarande siffror är för läckage av totalkväve 54%, för fasta äm-nen 46 % och för syreförbrukande äm-nen 63 % (PSV 1995). Eftersom den spe-cifika belastningen inte undersökts i norra Sverige har samma specifika be-

Taulukko 5.5. Turvetuotannon laskettu kuormitus osa-alueittain (kg/v) Tornionjoen vesistöalueella.

Tabell 5.5. Beräknad belastning från torvtäkter (kg/år) i de olika delområdena inom Torne älvs avrinningsområde.

	Pinta-ala (ha) Yta (ha)	Fosfori Fosfor	Typpi Kväve	Kiintoaine Suspenderade ämnen	COD _{Mn} COD _{Mn}
Tornionjen yläosa / Torne älvs övre del	122	20	400	3 800	4 100
Muonionjoki / Muonio älv	374	70	1100	11 700	12 600
Tornionjoen alaosa / Torne älvs nedre del	326	60	1 000	10 200	11 000
Yhteensä / Sammanlagt	822	150	2 500	25 700	27 700

moilla ominaiskuormitusluvuilla kuin Suomen puolella, koska vastaavat turvetuotannon ominaiskuormitusluvut puuttuvat Pohjois-Ruotsista.

Tornionjoen vesistöalueen turvetuotannon laskettu fosforikuormitus on noin 150 kg ja typpikuormitus noin 2 500 kg vuodessa (taulukko 5.5). Kiintoainekuormitus on noin 25 700 kg vuodessa. Lukuja on pidettävä karkeana arviona turvetuotannon kokonaiskuormituksesta, koska turvetuotannon aiheuttamassa kuormituksessa on hyvin suuria alueellisia ja vuosittaisia vaihteluita. Lisäksi laskeutusaltaiden koko ja kunnossapito vaikuttavat turvetuotantoalueelta alapuoliseen vesistöön huuhoutuvan kuormituksen määrään.

lastningsvärden som använts i Finland även tillämpats då belastningen från torvtäkter på den svenska sidan beräknats.

Fosforbelastningen från torvtäkterna inom Torne älvs avrinningsområde har beräknats uppgå till ca 150 kg/år och kvävebelastningen till ca 2 500 kg/år (tabell 5.5). Belastningen av suspenderade ämnen är ca 25 700 kg per år. Värdena skall betraktas som grova uppskattningar eftersom det finns stora variationer i hur mycket en torvtäkt belastar det avrinnande vattnet mellan olika år och olika områden. Sedimentationsbassängernas storlek och underhåll har också visat sig vara av stor betydelse för läckaget av belastande ämnen från torvtäkter.

5.2 Hajakuormitus

5.2.1 Haja-asutus

Tässä selvityksessä haja-asutuksella tarkoitetaan kuormituslaskelmissa sitä osaa väestöstä, jolla on talokohtainen jätevesien käsittely tai jotka ovat liittyneet alle 20 asukkaan jätevedenkäsittelylaitoksiin. Tämän määritelmän mukaan Suomen puolella lähes kolmannes väestöstä ja Ruotsin puolella noin 12 % väestöstä eli noin joka viides asukas Tornionjoen vesistöalueella lasketaan kuuluvan haja-asutusalueen väestöön (taulukko 5.6).

Aikaisemmin jätevedet johdettiin yksiosaisten sakokaivojen kautta suoraan avo-ojaan tai vesistöön, tai imeytettiin kivipesän kautta maahan. Nykyisin jätevesien käsittelyyn kuuluu taval-

5.2 Diffus belastning

5.2.1 Glesbygd

I belastningsberäkningarna i denna utredning menas med glesbygd den del av bebyggelsen som är ansluten till avloppsreningsanläggningar dimensionerade för mindre än 20 personer eller som har enskilt avlopp. Enligt denna definition bor nära en tredjedel av den finska och ca 12 % av den svenska befolkningen, dvs. ungefär var femte invånare, i Torne älvs avrinningsområde i glesbygd (tabell 5.6).

Tidigare leddes avloppsvattnet till enkla slamavskiljare som mynnade direkt i öppna diken eller vattendrag, eller också infiltrerades det till marken via ett stenfilter. Numera behandlas avloppsvattnet oftast först i en slamavskiljare innan det leds till någon form av infiltr-

lisesti sakokaivon lisäksi jonkinlainen suodatusmenetelmä, joko maahanimeytys tai ns. maasuodatin. Sakokai-vosta jätevedet johdetaan tavallisesti imeytyskenttään. Jos maaperän vas-taanottokyky on heikko, esim. pohja-veden korkeuden tai saven aiheuttaman huonon läpäisevyyden vuoksi, jäteve-den puhdistamista varten rakennetaan sorasta ja hiekasta vettä helpommin lä-päisevä suodatuskerros ns. maasuoda-tin. Suodatuskerroksesta jätevesi koo-taan salaojiin ja johdetaan joko järveen tai jokeen. Ruotsissa jätevesien käsitte-ly haja-asutusalueella on usein järjestet-ty siten, että useammalla taloudella on yhteisenä joku edellä kuvatuista jäte-vedenkäsittelymenetelmistä.

Jätevesien puhdistuminen maa-hanimieytyksessä tai maasuodattimes-sa perustuu siihen, että veden kulkeu-tuessa maakerrosten läpi maahiukkas-ten pinnalla elävät mikro-organismit muuntavat ja hajottavat kuormittavia aineita. Puhdistusteho riippuu monista eri tekijöistä, kuten lämpötilasta, happi-pitoisuudesta sekä maaperän fysikaali-sista ja kemiallisista ominaisuuksista.

Loma-asuntojen määrä oli Suomen puolella 3 200 vuonna 1992. Näistä 420 oli liittynyt yleiseen viemäriverkos-toon, joten haja-asutuksen kuormitus-laskelmissa on otettu huomioon 2780 loma-asuntoa. Ruotsin puolella loma-asuntoja oli 2 400 vuonna 1995. Taulu-kossa 5.6 esitetään myös haja-asutuk-sen määrä osa-alueittain Tornionjoen vesistöalueella. Ruotsin puolella esite-tään erikseen väestön määrä, jolla on talokohtainen jätevesien käsittely sekä sen väestön määrä, jolla jätevesien kä-sittely puuttuu. Lisäksi pienestä osasta haja-asutusalueen väestöä puuttuu tie-dot jätevesien käsittelystä. Talokohtai-seen jätevesien käsittelyyn on laskettu kuuluvan sen vuoksi 50 % siitä väestös-tä, jonka jätevesien käsittelytilanteesta ei tällä hetkellä ole tietoa (SCB 1998). Toiset 50 % tästä väestöstä voi asua vuokralla, teollisuuslaitoksiksi luokitel-luissa taloissa, hoitolaitoksissa tai vas-taavissa, minkä vuoksi on oletettu, että näistä tuleva kuormitus sisältyy piste-kuormitukseen.

ration, antingen till marken eller gen-om en markbädd. Om marken har en hög grundvattennivå eller låg gen-omsläpplighet orsakad av t.ex. lera an-läggs en markbädd av grus och sand som lättare släpper igenom vatten. Efter en markbädd uppsamlas avloppsvattnet i en dräneringsledning och leds till en re-cipient som kan vara en sjö eller ett vat-tendrag. På den svenska glesbygden behandlas avloppsvattnet från flera hushåll ofta i en gemensam reningsan-läggning av någon av de ovan beskriv-na typerna.

Rening av avloppsvatten genom infiltration bygger på principen att vatt-net renas genom att mikroorganismer som lever på kontaktytan mellan jord-partiklarna och vattnet omvandlar och bryter ner de belastande ämnena. Re-ningseffekten är beroende av flera oli-ka faktorer, som t.ex. temperatur, syre-förhållanden samt markens fysikaliska och kemiska egenskaper.

På den finska sidan av Torne älv fanns 3 200 fritidsbostäder 1992. Av des-sa var 420 anslutna till det kommunala avloppsnätet varför de har undantagits vid beräkningen av den belastning som kommer från glesbygd. Således ingår 2 780 fritidsbostäder på finsk sida i den-na beräkning. År 1995 var antalet fritids-bostäder på den svenska sidan 2 400. Av tabell 5.6. framgår hur många perso-ner som bor i glesbygd i Torne älvs av-rinningsområde. På svensk sida har en uppdelning gjorts så att det antal per-soner som har enskilt avlopp och de som saknar avlopp redovisas var för sig. Uppgift om anslutning till avloppssys-tem saknas dock för en mindre del av glesbygdsbefolkningen. I kategorin "enskilt avlopp" ingår därför 50 % av den del av befolkningen för vilken upp-gifter om avloppsreningsystem saknas (SCB 1998). De övriga 50 % kan var frå-ga om personer som bor i hyreshus och vårdhem, fastigheter som taxerats som industrifastigheter, eller liknande, vilket innebär att belastningen ingår i de tidi-gare redovisade utsläppen från punkt-källor.

Haja-asutuksen ravinnekuormitus on laskettu siten, että yhden ihmisen aiheuttaman potentiaalisen ominaiskuormituksen on arvioitu olevan fosforin osalta 0,66 kg vuodessa ja typen osalta 4,4 kg vuodessa ennen jätevesien puhdistusta (Rontu & Santala 1995). Haja-asutuksen lopullinen vesistökuormitus riippuu mm. vesijohtoveden ja vesikäymälöiden yleisyydestä, jätevesien käsittelymenetelmästä, maaperän laadusta, pohjaveden asemasta, ojien virtaussuhteista sekä asuntojen etäisyydestä vesistöistä.

Kiinteistökohtaisia tietoja jätevesien käsittelystä vesistöalueella ei ollut käytettävissä. Haja-asutusalueen jätevesien aiheuttama vesistökuormitus on sen takia laskettu olettamalla, että jätevesien käsittely haja-asutusalueella jakaantuu niin, että 50 % talouksista on pelkkä sakokaivo ja 50 % talouksista sakokaivo ja maahanimeytys tai maasuodatin. Pelkän sakokaivon on arvioitu vähentävän vesistöön menevää fosfori- ja typpikuormitusta 15 % ja sakokaivon ja maahanimeytyksen tai maasuodattimen fosforikuormitusta 40 % ja typpikuormitusta 30 % (Naturvårdsverket 1996). Jos viemäri puuttuu, on useinmiten kyseessä kuivakäymälä ja tällöin vesistöihin me-

Näringsbelastningen från permanentboende i glesbygd har beräknats med framtagna schablonvärden, där belastningen av fosfor beräknas vara 0,66 kg/person/år och av kväve 4,4 kg/person/år före reningsåtgärder (Rontu & Santala 1995). Belastningen på vattendraget från enskilda hushåll beror bl.a. på hur vanligt det är med indragen vattenledning och vattenklosetter, hur avloppsvattnet behandlas, markens beskaffenhet, grundvattnets nivå, dikenas flödesförhållanden samt bostädernas avstånd från vattendraget.

I dag saknas tillgång till fastighetsvisa uppgifter om avloppsvattnets behandling. Belastningen på vattendragen i glesbygd har därför beräknats med antagandet att 50 % av hushållen har endast slamavskiljare och 50 % har både slamavskiljare och infiltration eller markbädd. Om endast slamavskiljare finns antas att fosfor- och kvävebelastningen till vattendragen minskar med 15 %. Om slamavskiljare och infiltration eller markbädd finns antas att fosforbelastningen minskar med 40 % och kvävebelastningen med 30 % (Naturvårdsverket 1996). Om avlopp helt saknas, är det oftast fråga om hus med torrklosett, och då antas att disk- och tvättvatten årligen belastar

Taulukko 5.6. Haja-asutusalueen väestön ja loma-asuntojen määrä osa-alueittain Tornionjoen vesistöalueella. Suomen puolen tiedot ovat vuodelta 1992 ja Ruotsin puolen tiedot vuodelta 1995 (SCB 1998, Tilastokeskus 1994).

Tabell 5.6. Antalet personer som bor i glesbygd samt antalet fritidsbostäder i de olika delområdena i Torne älvs avrinningsområde. Uppgifterna från finsk sida är från år 1992 och uppgifterna från svensk sida är från 1995 (SCB 1998, Tilastokeskus 1994).

	Suomen puoli v. 1992 / Finsk sida år 1992		Ruotsin puoli v. 1995 / Svensk sida år 1995		
	Haja- asutuksen määrä (hlö) / Antal personer i glesbygd	Loma- asuntojen määrä (kpl) / Antal fritidshus	Talokohtainen jätevesien käsittely (hlö) / Enskilt avlopp (ant. pers.)	Jätevesien puhdistus puuttuu (hlö) / Avlopp saknas (ant. pers.)	Loma- asuntojen määrä (kpl) / Antal fritidshus
Tornionjoen yläosa /					
Torne älvs övre del			850	200	900
Tornionjoen keskiosa /					
Torne älvs mellersta del			750	0	200
Lainionjoki / Lainio älv			250	100	300
Muonionjoki / Muonio älv	3 600	950	900	100	300
Tornionjoen alaosa					
Torne älvs nedre del	8 500	1 830	2 300	100	700
Koko vesistöalue /					
Hela avrinningsområdet	12 100	2 780	5 050	500	2 400

nevien tiski- ja pesuvesien aiheuttaman fosforikuormituksen on arvioitu olevan 0,25 kg/as ja typpikuormituksen 0,3 kg/as vuodessa (Rontu & Santala 1995).

Loma-asutuksen vesistökuormituksen laskemisessa on käytetty viemäröityjen loma-asuntojen osalta puhdistustehokkuuksia 40 % fosforille ja 30 % typelle. Suomen puolella noin 36 % loma-asunnoista on viemäröityjä (Tilastokeskus 1994). Ruotsin puolelta loma-asuntojen varustetasosta ei ole tietoja, minä vuoksi viemäröityjen loma-asuntojen määrän on arvioitu olevan yhtä suuri (36 %) kuin Suomessa. Kuivakäymälällä varustettujen loma-asuntojen vesistökuormitus on arvioitu olevan fosforin osalta 0,02 kg/as/vuosi ja typen osalta 0,05 kg/as/vuosi. Oletus perustuu loma-asutuksen valtakunnallisiin keskiarvoihin Suomessa. Lomailijoiden määräksi on molemmissa tapauksissa oletettu 3 henkilöä/loma-asunto ja yöpymisvuorokausien määräksi 60 vrk (Rontu & Santala 1995).

Haja-asutusalueen vesistökuormitus laskettuna edellä esitetyllä tavalla on noin 8 900 kg fosforia ja 61 700 kg typpeä vuodessa. Kuormituksesta noin 60 % tulee Tornionjoen alaosalta, jossa on eniten haja-asutusta (taulukko 5.7).

5.2.2 Metsätalous

Havumetsät ja suot hallitsevat Tornionjoen vesistöalueen maisemaa. Karkean arvion mukaan vesistöalueen pinta-alasta on metsää noin 39 % ja suota 18 % (taulukko 5.8). Eniten soita on Pajalan ja Pellon sekä Karunginseudulla (ks. luku 2.4 Kasvillisuus ja maisema).

Suojelualueet, joita vesistöalueen pinta-alasta on noin 23 %, ovat suurimmaksi osaksi kokonaan puuntuotannon ulkopuolella (ks. luku 2.6 Suojelualueet). Lisäksi metsänrajan tuntumassa metsätalouden harjoittamista rajoitetaan erityisin säädöksiin molemmissa valtioissa. Tavoitteena on turvata metsän säilyminen äärevissä oloissa. Ruotsissa noin puolet metsänrajametsistä (fjällnära skogar) on metsätalouden ulkopuolel-

vattendragen med 0,25 kg fosfor och 0,3 kg kväve per invånare (Rontu & Santala 1995).

Belastningen på vattendragen från fritidsbebyggelse med avlopp har beräknats utgående från en reningseffekt på 40 % för fosfor och 30 % för kväve. På den finska sidan har ca 36 % av fritids-bostäderna avlopp. På den svenska sidan finns inte motsvarande uppgifter om fritidsbostädernas utrustningsnivå, varför andelen fritidsbostäder med avlopp har antagits vara lika stor (36 %) som på den finska sidan. Belastningen på vattendraget från fritidsbostäder med torrklosett har uppskattats vara 0,02 kg/invånare/år för fosfor och 0,05 kg/invånare/år för kväve. Antagandet grundar sig på medelvärden för fritidsbostäder i hela Finland. Antalet fritidsboende har i båda fall antagits vara tre personer per hus och antalet övernattningar har antagits vara 60 persondygn (Rontu & Santala 1995).

Belastningen från glesbygdshushållen i avrinningsområdet beräknas på ovan beskrivna sätt till ca 8 900 kg fosfor och ca 61 700 kg kväve per år. Av denna belastning kommer ca 60 % från nedre delen av Torne älv, där det finns mest glesbebyggelse (tabell 5.7).

5.2.2 Skogsbruk

Barrskog och myrmark dominerar landskapet i Torne älvs avrinningsområde. Grovt uppskattat består ytan av ca 39 % skog och 18 % myr (tabell 5.8). Störst andel myrmark finns i trakterna runt Pajala, Pello och Karungi (se kap. 2.4 Vegetationen och landskapet).

Naturskyddade områden omfattar ca 23 % av avrinningsområdets yta. I den största delen av de skyddade områdena är skogsavverkning inte tillåten (se kap. 2.6 Skyddade områden). Dessutom begränsas skogsbruket i de fjällnära områdena av speciella föreskrifter i båda länderna. Målet är att bevara skogen också i extrema områden. I Sverige är ca hälften av de fjällnära skogarna undantagna från skogsbruk. Des-

Taulukko 5.7. Haja- ja loma-asutuksen yhteenlaskettu vesistökuormitus osa-alueittain (kg/v) Tornionjoen vesistöalueella. Tabell 5.7. Sammanlagd belastning (kg/år) på vattendragen från gles- och fritidsbebyggelse i de olika delområdena i Torne älvs avrinningsområde.

	Fosfori / Fosfor	Typpi / Kväve
Tornionjoen yläosa / Torne älvs övre del	560	3500
Tornionjoen keskiosa / Torne älvs mellersta del	380	2700
Lainionjoki / Lainio älv	180	900
Muonionjoki / Muonio älv	2320	16 100
Tornionjoen alaosa / Torne älvs nedre del	5470	38 500
Koko vesistöalue / Hela avrinningsområdet	8910	61 700

la. Nämä metsät sijaitsevat noin 400–500 metrin korkeudella merenpinnasta (kuva 5.3). Metsänrajametsien alapuolella on ns. vaikeasti uudistuvien metsien vyöhyke, jossa ei saa hakata ilman lupaa (Bernes 1996). Suomessa metsänraja seuraileva suojametsävyöhyke kulkee noin 200–300 metrin korkeudella merenpinnasta.

Metsätaloudessa tapahtunut kehitys Pohjois-Ruotsissa ja -Suomessa on ollut samankaltainen. 1900-luvun puolivälin jälkeen koneellistuminen mahdollisti hakkuualojen suurentamisen ja metsän kasvattaminen tasaikäisinä yhden puulajin metsiköinä yleistyi. 1960-luvulla hakatut suurimmat yhtenäiset avohakkuualueet olivat jopa useiden tuhansien hehtaarien kokoisia. Samaan aikaan auras yleistyi maanmuokkauksen menetelmänä (kuva 5.4). Puunkuljetuksessa autot korvasivat vähitellen uiton ja metsäteitä rakennettiin yhä tiheämpään (Bernes 1996).

Etenkin Suomessa ojitettiin paljon soita metsänkasvatusta varten. Lapissa ojitustoiminta keskittyi läänin etelä- ja

sa skogar finns på ca 400–500 meters höjd över havet (figur 5.3). Nedanför de fjällnära skogarna finns svärförägrat skog som inte får avverkas utan speciellt tillstånd (Bernes 1996). I Finland följer skyddsskogszone skogsgränsen på ca 200–300 meters höjd över havet.

Utvecklingen inom skogsbruket i norra Sverige och norra Finland har varit likartad. Efter mitten av 1900-talet ledde mekaniseringen av skogsbruket till att allt större arealer kunde avverkas och det blev allt vanligare med trädplantering som medförde att man fick skog med ett enda trädslag i samma ålder. På 1960-talet var de största sammanhängande avverkningsområdena flera tusen hektar stora. Samtidigt blev det vanligt med plöjning som markberedningsmetod (figur 5.4). Timmerbilar ersatte så småningom flottningen och allt fler skogsvägar byggdes (Bernes 1996).

Speciellt i Finland utdikades många myrområden för att möjliggöra och förbättra förhållandena för skogsproduktionen. I Lappland koncentrerades dikningen till länets södra och syd-

Taulukko 5.8. Metsä- ja suopinta-alat (km²) osa-alueittain. Metsäpinta-alaan sisältyvät myös hakkuualueet ja taimikot. (Lähteet: Suomi: Maankäyttö- ja puustotulkinta 2000, Ruotsi: SCB 1998, Svenskt Vattenarkiv 1999, Blå kartan, Lantmäteriverket ja Vegetationskartan, Lantmäteriverket).

Tabell 5.8. Arealer med skogs- och myrmark (km²) fördelade delområdesvis. Skogsmarksarealen innefattar även avverkade områden och ungskog. (Källor: Finland: Maankäyttö- ja puustotulkinta 2000, Sverige: SCB 1998, Svenskt Vattenarkiv 1999, Blå kartan, Lantmäteriverket och Vegetationskartan, Lantmäteriverket).

	Pinta-ala yhteensä / Total yta	Vedet / Vatten	Metsät / Skog	Suot / Myrmark
Tornionjoen yläosa / Torne älvs övre del	10 050	910	1 300	1 300
Tornionjoen keskiosa / Torne älvs mell. del	800	25	400	300
Lainionjoki / Lainio älv	6000	330	1 200	1 100
Muonionjoki / Muonio älv	14 600	660	7 700	3 000
Tornionjoen alaosa / Torne älvs nedre del	8 750	550	5 100	2 600
Yhteensä / Sammanlagt	40 200	2 475	15 700	8 300



Kuva 5.3. Suomen suojametsävyöhykkeen ja Ruotsin metsänrajametsien sekä vaikeasti uudistuvan metsän raja (Bernes 1996).

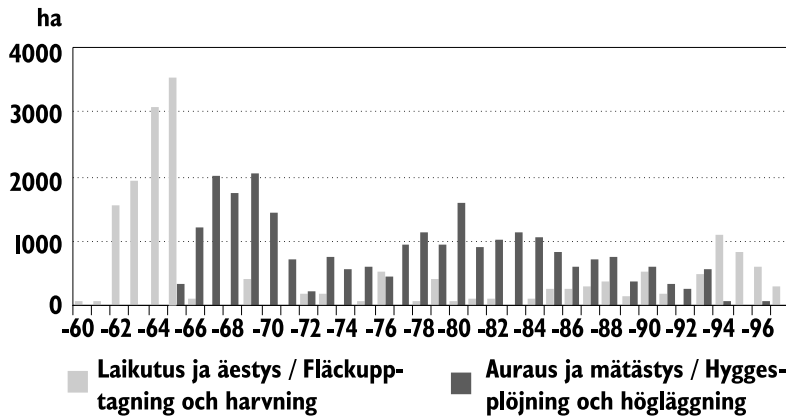
Figur 5.3. Gränsen för skyddsskogszonen i Finland samt för den fjällnära skogen och den svårföryngrade skogen i Sverige (Bernes 1996).

lounaisosiin, jossa oli paljon reheviä soita ja hyvät ilmasto-olosuhteet puuntuotantoa varten. Tornionjoen Suomen puoleisen vesistöalueen soiden pinta-alasta on ojitettu 30–50 % jokisuulta Pellon korkeudelle saakka (Penttilä 1989).

1990-luvulla metsien käsittelyssä on pyritty ottamaan luonnonolot aikaisempaa paremmin huomioon. Hakkuualueet ovat pienentyneet ja niille jätetään entistä enemmän keloja ja vanhoja lehtipuita. Kevyemmät maanmuokkausmenetelmät ovat yleistyneet ja auraus on vähentynyt. Suomessa auraus lopetettiin valtion mailla vuonna 1993. Ruotsissa auraus kiellettiin kokonaan vuonna 1994 ja maanmuokkaus kokonaisuudessaan on vähentynyt (Bernes 1996). Ruotsin puolella vesistöalueen latvoilla metsätalous on selvästi vähentynyt 1990-luvulla. Esimerkiksi Lainionjoen osa-alueella hakkuiden ja maanmuokkauksen

västra delar där det fanns många näringsrika myrar och klimatförhållandena var gynnsamma för skogsbruk. I Torne älvs avrinningsområde har man på finsk sida dikat 30–50 % av myrmarkerna från älvmynningen upp till i höjd med Pello (Penttilä 1989).

Under 1990-talet har man inom skogsbruket strävat efter att ta bättre hänsyn till naturförhållandena än tidigare. De områden som nu avverkas har blivit mindre och fler döda träd och gamla lövträd sparas än förr. Skonsammare markberedningsmetoder har blivit vanligare och plöjning av skogsmark har minskat. I Finland upphörde plöjning på statlig mark år 1993. I Sverige förbjöd man plöjning helt och hållet år 1994 och markberedningen i sin helhet har minskat (Bernes 1996). På svenska sidan i de nordligaste delarna av avrinningsområdet har skogsbruket klart minskat under 1990-talet. I exempelvis delområdet Lainio älv har arealerna som avverkats



Kuva 5.4. Auras- ja mätästysalat sekä laikutus- ja äestysalat valtion mailla Muonion, Kolarin, Pellon ja Ylitornion kunnissa vuosina 1960–1997 (Metsähallitus 1999).

Figur 5.4. Ytor för hyggesplöjning och högläggning samt ytor för fläckupptagning och harvning på statlig mark i Muonio, Kolari, Pello och Ylitornio kommuner åren 1960–1997 (Metsähallitus 1999).

määrä vuonna 1997 oli vähentynyt noin puoleen vuodesta 1990. Tornionjoen yläosalla käsittelypinta-alat olivat vähentyneet vieläkin enemmän.

och markberetts minskat till hälften från år 1990 till 1997. I delområdet Torne älvs övre del har dessa arealer minskat ännu mer.

Hakkuut ja maanmuokkaus

Metsätalouden aiheuttama vesistökuormitus vuonna 1997 on laskettu päätehakkuun jälkeen tehdyille kevyelle ja raskaalle maanmuokkaukselle sekä ojitukselle arvioitujen ominaiskuormituslukujen ja käsittelypinta-alojen perusteella. Kuormituslaskelmissa käytetyt ominaiskuormitusluvut perustuvat lähinnä Etelä- ja Keski-Suomessa sijaitsevien pienten valuma-alueiden metsätalouden kuormitusta käsitteleviin tutkimuksiin (Ahtiainen 1990, Ahtiainen & Huttunen 1995, Manninen 1995), koska Pohjois-Suomessa ja -Ruotsissa on tehty hyvin vähän vastaavia tutkimuksia. Metsätalouden toimenpiteiden aiheuttamaa lisäystä ravinnehuuhtoumiin on verrattu luonnonhuuhtoumaan. Tässä selvityksessä luonnonhuuhtoumana on käytetty Lapin läänin taustakuormitusarvioita, jotka ovat fosforin osalta 5 kg/km² ja typen osalta 100 kg/km² vuodessa (VEPS 1999).

Arvioitaessa metsätalouden aiheuttamaa ravinnekuormitusta on otettava huomioon, että metsätalouden aiheuttama vesistökuormitus voi vaihdella alueellisesti suuresti. Siihen vaikuttavat mm. toimenpidealueen laajuus, käytetty menetelmä, ympäristön huomioonottaminen sekä alueen maaperä ja topografia. Lisäksi toimenpiteiden samanaikaisuus tai toimenpiteiden peräkkäisyys samalla alueella voivat voimistaa

Avverkning och markberedning

Skogsbrukets belastning på vattendragen har beräknats för 1997. Uträkningarna är baserade på de brukade arealernas storlek efter slutavverkning och dikning samt med uppskattade schablontal för lätt och tung markberedning. Schablontalen, som använts i belastningsberäkningarna, grundar sig på undersökningar av hur skogsbruket belastar små avrinningsområden i södra och mellersta Finland (Ahtiainen 1990, Ahtiainen & Huttunen 1995, Manninen 1995) eftersom motsvarande undersökningar utförts endast i mycket begränsad omfattning i norra Finland och Sverige. Den ökning av närsaltsurlakningen som orsakas av skogsbruksåtgärder har jämförts med storleken på det naturliga läckaget. De uppskattningar som använts i denna utredning är utarbetade för Lapplands län. För fosfor är det uppskattade bakgrundsläckaget 5 kg/km² och för kväve 100 kg/km² per år (VEPS 1999).

Vid utvärdering av näringsbelastning från skogsbruket bör man ta i beaktande att den regionala variationen kan vara mycket stor. Urlakningen av näringsämnen påverkas förutom av skogsområdets storlek även av brukningsmetoder, miljöhänsyn samt områdets jordmån och topografi. Dessutom spelar tidpunkter och intervall för olika skogsbruksåtgärder en stor roll för hur

tai vähentää vesistöhaittoja, minkä vuoksi lasketut fosfori- ja typpiarvot ovat vain karkea arvio metsätalouden aiheuttamasta ravinnekuormituksesta Tornionjoen vesistöalueella.

Ruotsin puolella hakkuun ja maanmuokkauksen aiheuttama kuormitus on arvioitu käyttäen kevyen maanmuokkauksen ominaiskuormituslukuja, koska eri maanmuokkausmenetelmien pinta-aloista ei ole ollut käytettävissä tietoa, ja lisäksi metsänkäsittelymenetelmät ovat yleisesti ottaen muuttuneet kevyempään suuntaan. Suomen puolella on laskettu erikseen kevyen ja raskaan maanmuokkauksen aiheuttama vesistökuormitus, koska käytetyt maankunnostusmenetelmät on tilastoitu erikseen. Kevyeen maanmuokkaukseen on luettu kulotus, laikutus ja äestys ja raskaaseen maanmuokkaukseen auraus ja mätästys.

Toimenpiteitä koskevat tiedot ovat saatavissa Ruotsin puolelta kunnittain ja Suomen puolelta yksityismaiden osalta kunnittain. Valtion maiden osalta tiedot ovat saatavissa Suomen puolelta vain kuntaryhmittäin. Niistä laskettiin kunnittaiset maanmuokkaus-pinta-alat samassa suhteessa kuin kunnissa on valtion metsiä. Vesistöalueella tehtyjen toimenpiteiden pinta-alat laskettiin olettaen, että käsittelypinta-alat jakautuvat kuntien alueella tasaisesti, jolloin hakkuiden ja maanmuokkausten määrä kunnittaisista käsittelyaloista on suhteessa yhtä suuri kuin vesistöalueella oleva kunnan maapinta-ala (taulukko 5.9).

Metsätaloustoiminnan aiheuttamalle ravinnehuuhtoutumalle on vaikea määrittää ominaiskuormituslukuja, koska tutkimustulokset hakkuiden ja maanmuokkauksen aiheuttamasta vesistökuormituksesta vaihtelevat paljon riippuen mm. tutkimusalueen maaperästä ja siitä, onko vesistöjen varsille jätetty suojavyöhykkeet. Esimerkiksi Itä-Suomessa tehdyn ns. Nurmes-tutkimuksen mukaan kivennäismaalla tehdyn avohakkuun ja maanmuokkauksen vaikutukset fosfori- ja typpihuuhtoumaan jäivät vähäiseksi, kun hakkuualueen ja puron väliin jätettiin metsäinen

vattendragen i området påverkas. Därför skall de nedan beräknade fosfor- och kvävevärdena betraktas som grova uppskattningar av näringsbelastningen från skogsbruket i avrinningsområdet.

Uppgifter om vilka markberedningsmetoder som använts på svensk sida saknas. Belastningen på vattendragen har därför i det fallet beräknats med hjälp av schablontalet för lättare markberedning. Detta bör ge en godtagbar bild av belastningen eftersom skogsbrukets metoder allmänt sett har ändrats i riktning mot mer skonsamma metoder. I Finland finns statistik tillgänglig för lätt och tung markberedning var för sig. Dessa uppgifter har utnyttjats för en separat beräkning av belastningen för respektive metod på finsk sida. Till lätt markberedning hör hyggesbränning, fläckupptagning och harvning, medan plöjning och högläggning räknas som tung markberedning.

På den svenska sidan är uppgifterna om skogsbruksåtgärder tillgängliga kommunvis. På den finska sidan har motsvarande uppgifter sammanställts kommunvis för den privata marken medan uppgifter som gäller statens marker endast finns att tillgå sammanslagna för flera kommuner. I dessa fall har markberedningsarealerna i de enskilda kommunerna beräknats vara direkt proportionell mot arealen statlig mark i kommunen. Vid beräkningen av de arealer inom avrinningsområdet som berörs av skogsbruksåtgärder har antagits att dessa områden är jämnt fördelade inom kommunerna och då är andelen som avverkats och markberetts inom en kommun proportionellt sett lika stor som kommunens areal utgör av avrinningsområdet (tabell 5.9).

Vid olika undersökningar har det visat sig att den belastning på vattendragen som orsakas av avverkning och markberedning varierar kraftigt, vilket beror på bl.a. jordmånen i det undersökta området och om skyddszoner lämnats längs vattendragen. Därför är det svårt att fastställa relevanta schabloner för den urlakning av näringsämnen som olika skogsbruksåtgärder orsakar. Exempelvis har det visat sig i en undersökning

Taulukko 5.9. Hakkuu ja maanmuokauspinta-alat yhteensä vuosina 1990–1997 osa-alueittain Tornionjoen vesistö-alueella (Metsähallitus 1999, Lapin metsälautakunta 1999, Skogsvårdsstyrelsen, Norrbotten 1998, suull. tieto).
Tabell 5.9. Den sammanlagda arealen skogsmark som avverkats och markberetts i de olika delområdena i Torne älvs avrinningsområde under perioden 1990–1997 (Metsähallitus 1999, Lapin metsälautakunta 1999, Skogsvårdsstyrelsen, Norrbotten 1998, muntlig uppgift).

	Ruotsi / Sverige	Suomi / Finland	
	Hakkuu ja kevyt maanmuokkaus (ha)	Hakkuu ja kevyt maanmuokkaus (ha)	Hakkuu ja raskas maanmuokkaus (ha)
	Avverkning och lätt markberedning (ha)	Avverkning och lätt markberedning (ha)	Avverkning och tung markberedning (ha)
Tornionjoen yläosa / Torne älvs övre del	2 650		
Tornionjoen keskiosa / Torne älvs mell. del	1 700		
Lainionjoki / Lainio älv	3 000		
Muonionjoki / Muonio älv	6 050	1 800	2 150
Tornionjoen alaosa / Tornio älvs nedre del	7 350	2 050	8 900
Yhteensä / Sammanlagt	20 750	3 850	11 050

suojavyöhyke. Huuhtoumien kasvut selittyivät lähinnä valunnan lisääntymisellä toimenpiteiden seurauksena. Avohakkuun jälkeen kokonaisfosforin huuhtouman lisäys oli kolmen vuoden ajan 2–3 kg/km² vuodessa. Aurauksen jälkeen kokonaisfosforin lisäys oli saman suuruinen. Vastaavat luvut kokonaistypen osalta olivat 70 kg/km² ja 50 kg/km² vuodessa. Turvevaltaisen alueen hakkaaminen ilman suojavyöhykkeitä aiheutti sitä vastoin huomattavasti suuremmat ravinnehuuhtoumat. Avohakkuun jälkeen kokonaisfosforin huuhtouman lisäys oli kolmen vuoden ajan 70 kg/km² vuodessa. Maanmuokkauksen jälkeen kokonaisfosforin lisäys oli kolmen vuoden ajan 110 kg/km² ja sen jälkeen seuraavan kuuden vuoden ajan 10–20 kg/km² vuodessa. Vastaavat luvut kokonaistypen osalta olivat 260 kg/km², 700 kg/km² ja 200 kg/km² (Ahtiainen & Huttunen 1995).

Myös yksittäisen metsätaloustoimenpiteen vaikutuksen keston arvioiminen on ongelmallista, koska monissa tutkimuksissa on samalla alueella tehty useita eri toimenpiteitä tai seuranta on loppunut ennen kuin ravinnekuormitus on palautunut luonnontilaa vastaavaksi. Käytännössä metsätaloudessa tehdäänkin usein samalla alueella peräkkäin eri metsänhoitotoita. Eri metsätaloustoimenpiteiden, esim. hakkuun, ojituksen

i östra Finland, den s.k. Nurmesundersökningen, att urlakningen av fosfor och kväve ökade endast i mycket liten omfattning i ett område där kalavverkning och markberedning på mineraljord utförts men där en skogbevuxen skyddszon lämnats närmast vattendragen. Ökningen av urlakningen fick sin förklaring i att avrinningen av vatten ökade som följd av åtgärder. Efter kalavverkningen ökade urlakningen av totalfosfor under tre år med 2–3 kg/km²/år. Lika stor var ökningen av totalfosfor efter en plöjning. Motsvarande siffror för totalkväve var 70 kg/km² och 50 kg/km² årligen. Däremot var urlakningen avsevärt större efter avverkning inom ett torvrikt område där skyddszoner inte lämnats. Efter avverkningen ökade urlakningen av totalfosfor under tre års tid med 70 kg/km²/år. Plöjningen medförde att den årliga ökningen av totalfosfor under tre år var 110 kg/km² och under följande sex år 10–20 kg/km². Motsvarande siffror för totalkväve var 260 kg/km², 700 kg/km² och 200 kg/km² (Ahtiainen & Huttunen 1995).

Det är svårt att uppskatta varaktigheten på en enskild skogsbruksåtgärd eftersom det i många undersökningar har utförts flera olika åtgärder inom samma område eller så har uppföljningen avslutats innan näringsbelastningen återgått till sin naturliga nivå. I praktiken utförs dessutom olika skogsvårdsåtgärder ofta efter varandra inom ett område. Enligt

ja mätästyksen, vesistövaikutukset saatavat sen vuoksi kestää yli 10 vuotta edellä mainitun Nurmes-tutkimuksen mukaan (ks. esim. Ahtiainen & Huttunen 1995, Lepistö ym. 1995).

Hakkuun ja kevyen maanmuokkauksen aiheuttamaksi fosforihuuhtouman lisäykseksi on tässä selvityksessä arvioitu 10 kg ja typpihuuhtouman lisäykseksi 75 kg/km²/v. Kevyen maanmuokkauksen vaikutuksen on arvioitu kestävän viisi vuotta, minkä vuoksi laskelmissa on otettu huomioon vuosina 1993–1997 tehdyt maanmuokkaukset. Hakkuun ja raskaan maanmuokkauksen aiheuttaman vesistökuormituksen on arvioitu kestävän kahdeksan vuotta, joten laskelmissa on otettu huomioon vuosina 1990–1997 tehdyt toimenpiteet. Hakkuun ja raskaan maanmuokkauksen aiheuttaman fosforihuuhtouman lisäyksen on arvioitu olevan neljän ensimmäisen vuoden aikana 25 kg/km² ja typpihuuhtouman lisäyksen 250 kg/km². Neljän seuraavan vuoden aikana fosforihuuhtouma on 10 kg/km² ja typpihuuhtouma 100 kg/km² (taulukko 5.10).

Edellä tehtyjen oletusten perusteella arvioituna hakkuun ja maanmuokkauksen aiheuttama vesistökuormitus Tornionjoen vesistöalueella on noin 3 100 kg fosforia ja 27 500 kg typpeä vuodessa (taulukko 5.11).

Ojitukset

Suomen puoleisella vesistöalueella on ojitettu yhteensä noin 13 000 ha vuosien 1990–1997 aikana. Muonionjoen osalla alueella on ojitettu noin 1 400 ha ja Tornionjoen alaosalla noin 11 900 ha. 1990-luvulla uudisojitusten määrä on vähentynyt ja täydennysojitusten määrä kasvanut. Valtion mailla uudisojitus lopetettiin kokonaan vuonna 1993.

Ruotsissa ojitusten määrä vähentyi huomattavasti sen jälkeen kun maankuivatusojitukset tulivat luvanvaraisiksi v. 1986. Nykyisin ojituksia ei tehdä juuri lainkaan. Esimerkiksi Pajalassa, jossa on tehty Torniojokivarren kunnista eniten ojituksia, tehtiin vain ns. suojeluojituksia noin 100 ha vuosien

den ovannämnda Nurmesundersökningen kan effekterna på vattendragen som en följd av olika skogsbruksåtgärder, som t.ex. avverkning, dikning och högläggning, därför kvarstå under mer än tio år (se t.ex. Ahtiainen & Huttunen 1995, Lepistö m.fl. 1995).

Ökningen av den urlakning som förorsakas av avverkning och lätt markberedning har i denna utredning uppskattats vara 10 kg fosfor/km²/år och 75 kg kväve/km²/år. Den belastning lätt markberedning förorsakar antas pågå under fem år och i detta fall har den markberedning som utförts under perioden 1993–1997 beaktats i beräkningen. Efter som den ökade belastningen av vattendragen som orsakas av avverkning och tung markberedning antas pågå åtta år har de skogsbruksåtgärder som utförts under perioden 1990–1997 beaktats. Under de fyra första åren efter avverkning och tung markberedning uppskattas urlakningen av fosfor öka årligen med 25 kg/km² och kväve med 250 kg/km² och under de fyra påföljande åren med 10 kg fosfor/km²/år och med 100 kg kväve/km²/år (tabell 5.10).

Uppskattat med hjälp av de antaganden som beskrivits ovan beräknas avverkning och markberedning belasta Torne älvs avrinningsområde årligen med ca 3 100 kg fosfor och 27 500 kg kväve (tabell 5.11).

Dikning

På finsk sida av avrinningsområdet har sammanlagt ca 13 000 ha mark dikats ut under perioden 1990–1997. I delområdet Muonio älv har ca 1 400 ha utdikats och i delområdet Torne älvs nedre del ca 11 900 ha. Antalet nydikningar har under denna period minskat medan kompletterande utdikningar har ökat. På statlig mark upphörde nydikningarna helt 1993.

Sedan markavvattning blev tillståndspliktig i Sverige 1986, har den minskat drastiskt för att numera nästan ha upphört. Pajala kommun är den av Tornedalskommunerna på svensk sida inom vilken det dikats mest under 1990-talet. Där har t.ex. under perioden 1990–1997 endast ca 100 ha skyddsdikats för att motverka den höjning av

Taulukko 5.10. Tässä selvityksessä käytetyt ominaiskuormitusarvot, joita on käytetty eri metsänhoitotoimenpiteiden aiheuttaman ravinnepuhautouman lisäyksen laskemisessa.

Tabell 5.10. De schablonvärden som används i denna undersökning för att beräkna ökningen av näringsläckaget efter olika skogsbruksåtgärder.

Toimenpide / Åtgärd	Fosfori (kg/km ² /vuosi) Fosfor (kg/km ² /år)	Typpi (kg/km ² /vuosi) Kväve (kg/km ² /år)	Kesto (v) Varaktighet (år)
Hakkuu ja kevyt maanmuokkaus / Avverkning och lätt markberedning	10	75	5
Hakkuu ja raskas maanmuokkaus / Avverkning och tung markberedning	25 10	250 100	1-4 5-8
Ojitus / Dikning	10	150	8

Taulukko 5.11. Hakkuun ja maanmuokkauksen aiheuttama vesistökuormitus (kg) osa-alueittain Tornionjoen vesistö-alueella vuonna 1997.

Tabell 5.11. Den sammanlagda belastningen (kg) som avverkning och markberedning orsakat i vattendragen de olika delområdena i Torne älvs avrinningsområde år 1997.

	Ruotsi / Sverige		Suomi / Finland		Yhteensä / Sammanlagt	
	Fosfori Fosfor	Typpi Kväve	Fosfori Fosfor	Typpi Kväve	Fosfori Fosfor	Typpi Kväve
Tornionjoen yläosa / Torne älvs övre del	100	740			100	740
Tornionjoen keskiosa / Torne älvs mell. del	90	690			90	690
Lainionjoki / Lainio älv	140	1 040			140	1 040
Muonionjoki / Muonio älv	310	2 330	460	4 270	770	6 600
Tornionjoen alaosa / Torne älvs nedre del	410	3 110	1 570	15 310	1 980	18 420
Yhteensä / Sammanlagt					3 080	27 490

na 1990–1997. Suojeluojituksilla pyritään estämään pohjavedenpinnan nousu hakkuun jälkeen. Ojitusten vähäisen määrän vuoksi Ruotsin puolella tehtyjä ojituksia ei ole otettu huomioon laskettaessa ojitusten kokonaiskuormitusta.

Metsäojituksen aiheuttama fosforin huuhtoutuminen on vaihdellut paljon eri tutkimuksissa ja muutokset ovat yleensä olleet 1,5–2 -kertaisia verrattuna luonnonhuuhtoumaan (Manninen 1995). Ojitusten aiheuttama typen huuhtoumalisäys on ollut mm. Bergquistin (1984) ja Ahtiainen (1990) tutkimuksissa 30–50 %. Edellä mainitun Nurmestutkimuksen mukaan kokonaisfosforin huuhtouman lisäys oli ojituksen jälkeen ensimmäisen kolmen vuoden ajan 35 kg/km², seuraavien kolmen

grundvattennivån som ofta annars sker efter avverkning. På grund av den ringa omfattningen av dikningen på den svenska sidan har den inte tagits med i beräkningarna av den sammanlagda belastningen från dikningar.

Den fosforurlakning som orsakas av skogsdikning varierar mycket mellan olika undersökningar och förändringarna har i allmänhet varit 1,5–2 gånger större än den naturliga urlakningen (Manninen 1995). Urlaknings-tillskottet av kväve orsakat av dikning har i undersökningar av bl.a. Bergquist (1984) och Ahtiainen (1990) visat sig vara 30–50 %. Enligt ovannämnda Nurmestutkimusundersökning var ökningen av totalfosfor efter dikning under tre år 35 kg/km², under de följande tre åren ytterligare 20 kg/km² och varierade efter det under sex

vuoden ajan 20 kg/km² ja vaihteli sen jälkeen kuuden vuoden ajan 30–80 kg/km² vuodessa. Vastaavat luvut kokonaistypen osalta olivat 270 kg/km², 560 kg/km² ja 130–260 kg/km² vuodessa.

Ojituksen aiheuttaman ravinnehuuhtoutumien lisäyksen laskemiseksi on arvioitu, että kokonaisfosforin huuhtoumalisäys on kahdeksan vuoden ajan 10 kg/km²/v, minkä jälkeen kuormituksen on oletettu laskevan luonnonhuuhtouman tasolle. Ojituksen aiheuttaman typpihuutouman lisäyksen on arvioitu olevan kahdeksan vuoden ajan 150 kg/km²/v. Uudisojituksen ja täydennysojituksen aiheuttama vesistökuormitus on arvioitu samansuuruiseksi. Ojituksen aiheuttama vesistökuormitus Tornionjoen vesistöalueella on siten arviolta yhteensä noin 1 300 kg fosforia ja 13 400 kg typpeä vuodessa (taulukko 5.12).

Hakkuun ja maanmuokkauksen sekä ojituksen laskettu vesistökuormitus Tornionjoen vesistöalueella on yhteensä noin 4 400 kg fosforia ja 41 000 kg typpeä vuodessa. Kuormituksesta 72–76 % tulee Tornionjoen alaosalta.

är med 30–80 kg/km² / år. Motsvarande siffror för totalkväve är 270 kg/km², 560 kg/km² och 130–260 kg/km² / år.

Ökningen av totalfosforbelastningen som förorsakats av dikningen har bedömts uppgå till i genomsnitt 10 kg/km²/år under åtta års tid. Därefter antas att urlakningen har gått ner till naturlig nivå. Ökningen av kväveurlakningen som en följd av dikning har uppskattats till 150 kg/km²/år under åtta års tid. Belastningen på vattendragen som orsakats av nydikning och kompletterande dikning har uppskattats vara lika stora. Den sammanlagda belastningen på vattendragen som orsakats av dikning i Torne älvs avrinningsområde är ca 1 300 kg fosfor och 13 400 kg kväve per år baserat på ovanstående antaganden (tabell 5.12).

Sammanlagt beräknas belastningen på vattendragen som orsakats av avverkning och markberedning samt dikning i Torne älvs avrinningsområde uppgå till 4 400 kg fosfor och 41 000 kg kväve per år. Av denna mängd härstammar 72–76 % från delområdet Torne älvs nedre del.

5.2.3 Maatalous

Tornionjoen vesistöalueella harjoitettava maatalous perustuu karjatalouteen ja erityisesti maidontuotantoon. Peltoa käytetään pääasiassa nurmiviljelyyn. Maataloustuotanto on keskittynyt Tornionjoen alaosan kuntiin, joissa on suotuisimmat olosuhteet maatalouden harjoittamiselle kuin pohjoisessa.

Maatilojen lukumäärä on viimeisten vuosikymmenten aikana vähentynyt nopeasti, mutta samaan aikaan tilojen koko on kasvanut ja tuotanto on tehostunut (kuva 5.5). Rehusatoja ovat

5.2.3 Jordbruk

Jordbruket i Torne älvs avrinningsområde domineras av boskapsskötsel, främst för mjölkproduktion, och den brukade marken används huvudsakligen till vallodling. Jordbruksproduktionen är koncentrerad till kommunerna vid Torne älvs nedre del, där förutsättningarna för jordbruk är mer gynnsamma än i norr.

Antalet lantbruk har de senaste decennierna minskat snabbt, samtidigt som storleken på de enskilda lantbruken har ökat och produktionen effektiviserats

Taulukko 5.12. Ojituksen aiheuttama vesistökuormitus (kg) alueittain Tornionjoen vesistöalueella vuonna 1997.

Tabell 5.12. Den beräknade belastningen (kg) på vattendragen som en följd av dikning i Torne älvs avrinningsområde 1997.

	Fosfori Fosfor	Typpi Kväve
Muonionjoki / Muonio älv	140	830
Tornionjoen alaosa / Torne älvs nedre del	1 200	12 600
Yhteensä / Sammanlagt	1 340	13 430

kasvattaneet keinolannoitteiden käytön lisääntyminen ja viljelytekniikan parantuminen. Lihan, maidon ja kananmunien tuotanto on viime vuosien aikana noussut huomattavasti sekä eläinaineksen että rehujen ja rehusäilönnän kehittymisen johdosta (Korpi 1997).

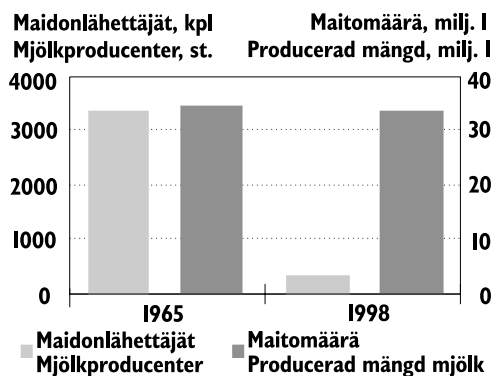
Maatalouden ympäristönsuojeluun on 1990-luvun loppupuolella vaikuttanut sekä Suomessa että Ruotsissa EU:n maatalouden ympäristötukijärjestelmä. Ympäristötuen tavoitteena on pienentää ympäristöön, erityisesti pinta- ja pohjavesiin sekä ilmaan kohdistuvaa maatalouden aiheuttamaa kuormitusta. Suomessa ympäristötuki jakaantuu kaikille viljelijöille tarkoitettuun perustukeen ja tehokkaampia ympäristönsuojelu ja -hoitotoimia edellyttävään erityistukeen. Perustuen yhtenä tavoitteena on vähentää lannoitteiden käyttöä. Tukea saavalla maatilalla lannoitteita ei yleensä saa käyttää enempää kuin ns. lannoituksen perustason verran. Perustuen saamisen ehtona on myös lannan varastointia ja purojen ja muiden vesistöjen suojavyöhykkeitä koskevia määräyksiä (Maa- ja metsätalousministeriö 1998). Lannan talvilevitys on nykyään kielletty kaikilla tiloilla EU:n nitraattidirektiivin perusteella.

Ruotsissa ympäristötuki rakentuu eri tarkoituksia varten olevista useista erilaisista tukimuodoista. Nurmiviljelyyn kohdistuu neljä eri tukimuotoa, jotka ovat nimeltään "avoin viljelymaisema", "monivuotinen nurmiviljely", "ympäristöä säästävä tavanomainen maanviljely" ja "ekologinen viljely". Tietyt tuet voidaan yhdistää. Kaksi ensiksi mainittua tukea ovat verraten samanlaisia. Ne sallivat keinolannoitteiden käytön, mutta kieltävät kemiallisen

(figur 5.5). Foderskördarna har kunnat öka tack vare en ökad användning av konstgödsel och förbättrad odlingsteknik. Kött-, mjölk- och äggproduktionen har på senare år ökat markant som en följd av de framsteg som skett inom djuraveln, dels för att djurens foder blivit bättre (Korpi 1997).

EU:s miljöstödsystem för jordbruket har sedan slutet av 1990-talet påverkat miljöskyddet inom jordbruket i både Finland och Sverige. Målet med miljöstödet är att minska jordbrukets belastning på miljön, speciellt då på yt- och grundvatten samt luft. I Finland består miljöstödet dels av ett grundstöd för alla jordbrukare, dels av ett specialstöd som förutsätter effektivare miljövårdsåtgärder. Ett av grundstödet mål är att minska konstgödselanvändningen. Gårdar som erhåller stöd får i allmänhet inte använda mer gödsel än den s.k. grundnivån kräver. Förutsättningar för grundstödet är också att bestämmelser om förvaring av gödsel samt om skyddszoner längs bäckar och andra vattendrag iakttas (Maa- ja metsätalousministeriö 1998). Enligt EU:s nitratdirektiv är det förbjudet för alla jordbruk att sprida gödsel på åkrarna på vintern.

I Sverige består miljöstödet för närvarande av ett flertal olika stöd. Vallodling omfattas av fyra olika stöd, vilka går under benämningarna "öppet odlingslandskap", "flerårig vallodling", "resurshushållande konventionellt jordbruk" och "ekologisk odling". Vissa av dessa stöd kan kombineras. De två förstnämnda stöden är relativt lika. De tillåter användning av konstgödsel men däremot är kemisk bekämpning förbjuden. Vid resurshushållande konventionellt jordbruk får både konstgödsel och



Kuva 5.5. Meijereihin viedyt maitomäärät (milj. l.) ja maidonlähettäjät vuosina 1965 ja 1998 Suomen puoleisissa Tornionjokilaakson kunnissa (MTK:n Lapin liiton kunnittaiset maitotilastot 1998).

Figur 5.5. Antal mjölkuohtucentur och producerao mængo mjölk (milj. l.) i o finso Torneoalskommunerna åren 1965 och 1998 (MTK:n Lapin liiton kunnittaiset maitotilastot 1998).

torjunnan. Ympäristöä säästävän tavanomaisen maanviljelyn -tukea saavalla tilalla on sekä keinolannoitteiden että torjunta-aineiden käyttö sallittu, mutta vesistöjen varsille on jätettävä suojavyöhykkeet. Ekologiseen viljelyyn tarkoitettua tukea saavalla tilalla ei saa käyttää torjunta-aineita eikä keinolannoitteita.

Suomen puolella perustukea saa noin 84 % Tornionjokivarren kunnissa sijaitsevista maataloista. Ruotsin puolella Tornionjokilaakson kuntien tiloista noin 85 % on sitoutunut noudattamaan ympäristötuen ehtoja.

Maataloudesta aiheutuvaa vesistökuormitusta on arvioitu peltojen pinta-alan ja käytön sekä eläinmäärien perusteella. Vesistöalueen maatalouden harjoittamista koskevat tiedot ovat Ruotsin puolelta vuodelta 1995 ja Suomen puolelta vuodelta 1997 (taulukko 5.13). Viljelyssä oleva peltoala Tornionjoen vesistöalueella on noin 16 100 ha. Tästä selvästi suurimman osuuden muodostaa nurmiviljely, noin 84 %. Ruukiin ja ohran osuus viljelyalasta on noin 9 %, perunan osuus on alle 2 % ja muiden kasvien osuus alle 0,5 %. Viljanviljely on keskittynyt lähes kokonaan Tornionjoen alaosan kuntiin. Muina kasvilajeina vesistöalueella viljellään mm. juurikasveja, vihanneksia ja marjakasveja. Kesantoa on noin 840 ha eli noin 5 % vesistöalueen peltoalasta.

Peltoviljelystä aiheutuva ravinnekuormitus vesistöihin riippuu monista tekijöistä; esimerkiksi peltojen maaperästä ja kaltevuudesta, salaojituksesta, peltojen sijainnista vesistöön nähden ja suojavyöhykkeiden käytöstä sekä viljelystekniikasta (Viikinkoski & Hynninen 1995). Sen vuoksi peltoviljelyn alueellinen kuormitus voi vaihdella hyvin paljon eikä laskettua keskimääräistä kuormitusta voi suoraan verrata yksittäisiin tapauksiin.

Nurmiviljelyn ominaiskuormitus arvioidaan pienemmäksi kuin esim. viljanviljelyn, koska monivuotisten lajien viljelystä aiheutuva ravinnekuormitus on pienempi kuin yksivuotisten lajien. Se johtuu mm. siitä, että viljeltäessä yksivuotisia lajeja maa on osan vuodesta

bekämpningsmedel användas men skyddszoner ska upprättas mot vattendrag. Stödet för ekologisk odling förutsätter att varken bekämpningsmedel eller konstgödsel används.

I Finland erhåller ca 84 % av jordbruken i kommunerna längs Torne älv grundstöd. I Tornedalskommunerna på den svenska sidan har ca 85 % av jordbruken förbundit sig att följa de svenska förutsättningarna för miljöstöd.

Belastningen från jordbruket har uppskattats med hjälp av uppgifter om åkrarnas storlek och användning samt mängden djur. Uppgifterna om jordbruket i avrinningsområdet är för Sveriges del från år 1995 och för Finlands del från år 1997 (tabell 5.13). Det finns ca 16 100 hektar jordbruksmark som brukas aktivt i Torne älvs avrinningsområde. Odlingar med vall- och grönfoderväxter dominerar och upptar ca 84 % av jordbruksarealen. Odling av råg och korn upptar ca 9 %, potatis under 2 % och övriga växter under 0,5 % av den uppodlade marken. Spannmål odlas i huvudsak i kommunerna längs nedre delen av Torne älv. Dessutom odlas även rotfrukter, grönsaker och bär. Ungefär 840 ha, eller ca 5 % av jordbruksmarken i avrinningsområdet ligger i träda.

Läckaget av näringsämnen till vattendragen från jordbruksmark beror på många faktorer; som t.ex. åkrarnas jordmån, lutning, dränering, läge i förhållande till vattendraget och förekomsten av skyddszoner samt odlings teknik (Viikinkoski & Hynninen 1995). Därför kan belastningen från odlad mark skifta oerhört mycket från plats till plats och den beräknade genomsnittliga belastningen kan inte direkt jämföras med enskilda fall.

Belastningen från vallodling uppskattas vara mindre än från odling av spannmål. Det beror på att näringsbelastningen från odling av fleråriga arter är mindre än för ettåriga arter, bl.a. därför att jorden ligger bar under delar av året när man odlar ettårig gröda och då ökar läckaget av näringsämnen. Enligt uppgifter är ca 95 % av vallodlingarna på den finska sidan av avrinningsområdet fleråriga. I den här utredningen har

Taulukko 5.13. Peltöjen käyttö (ha) osa-alueittain Tornionjoen vesistöalueella (Maaseutuelinkeinorekisteri 1998, SCB 1998).

Tabell 5.13. Åkerarealens användning (ha) fördelat på de olika delområdena i Torne älvs avrinningsområde (Maaseutuelinkeinorekisteri 1998, SCB 1998).

Osa-alue Delområde	Nurmi Vall	Vilja Säd	Peruna Potatis	Muut kasvit Övriga växter	Kesanto I träda	Yhteensä Sammanlagt
Tornionjoen yläosa/ Torne älvs övre del	210	0	3	0	30	243
Tornionjoen keskiosa / Torne älvs mellersta del	230	3	4	0	40	277
Lainionjoki / Lainioälven	330	1	6	0	40	377
Muonionjoki / Muonioälven	1 140	6	12	2	110	1 270
Tornionjoen alaosa / Torne älvs nedre del	11 580	1 420	240	70	620	13 930
Yhteensä /Sammanlagt	13 490	1 430	265	72	840	16 097

paljaana, jolloin ravinteiden huuhtoutuminen lisääntyy. Vesistöalueen Suomen puolta koskevien tietojen mukaan noin 95 % nurmista on monivuotisia. Tässä selvityksessä peltoviljelyn kokonaiskuormitus on laskettu fosforin osalta käyttämällä Suomessa nurmiviljelylle arvioitua keskimääräistä kuormituslukua, 0,6 kg/ha vuodessa (Viikinkoski & Hynninen 1995). Typpikuormitus on laskettu käyttämällä Pohjois-Ruotsia koskevaa arvioitua typenhuuhtoumarviota, 12 kg/ha vuodessa (Löfgren & Olsson 1990). Kuormitus on laskettu viljelyssä olevalle ja kesantopinta-alalle. Peltoviljelyn vesistökuormitus Tornionjoen vesistöalueella on siten arvioitu olevan 9 700 kg fosforia ja 193 000 kg typpeä vuodessa (taulukko 5.14).

Karjatalouden ravinnekuormitus on arvioitu eläinmäärien ja lannan sisältämän keskimääräisen fosfori- ja typpipitoisuuden perusteella. Ravinnekuor-

den totala belastningen från åkermark beräknats med hjälp av den uppskattning som tillämpats i Finland för den genomsnittliga belastningen från vall-odling, som är 0,6 kg fosfor/ha/år (Viikinkoski & Hynninen 1995). Kvävebelastningen har beräknats på basis av uppgifter som gäller jordbruksmark i norra Sverige och är 12 kg kväve/ha/år (Löfgren & Olsson 1990). Belastningen har beräknats både för odlad mark och för mark som ligger i träda. Belastning-en på vattendragen från jordbruksmark i Torne älvs avrinningsområde har på detta sätt uppskattats till 9 700 kg fosfor och 193 000 kg kväve per år (tabell 5.14).

Näringsbelastningen från djurhållningen har beräknats utifrån antalet djur och uppgifter om gödselns genomsnittliga innehåll av kväve och fosfor. 1,5 % respektive 5 % av gödselns innehåll av

Taulukko 5.14. Peltoviljelyn arvioitu typpi- ja fosforihuutouma vesistöön osa-alueittain Tornionjoen vesistöalueella.

Tabell 5.14. Uppskattat läckage av näringsämnen kväve och fosfor från jordbruksmark till vattendragen i Torne älvs avrinningsområde. Mängderna är fördelade delområdesvis.

Osa-alue / Delområde	Fosfori (kg/v) Fosfor (kg/år)	Typpi (kg/v) Kväve (kg/år)
Tornionjoen yläosa / Torne älvs övre del	150	3 000
Tornionjoen keskiosa / Torne älvs mellersta del	170	3 300
Lainionjoki / Lainio älv	230	4 500
Muonionjoki / Muonio älv	760	15 300
Tornionjoen alaosa / Torne älvs nedre del	8 400	167 000
Yhteensä / Sammanlagt	9 710	193 100

mituksesta on oletettu huuhtoutuvan suoraan vesistöihin 1,5 % lannan sisältämästä fosforista ja 5 % tuestä (Marttunen 1998). Karjatalouden aiheuttama vesistökuormitus Tornionjoen vesistöalueella on siten arviolta 1 800 kg fosforia ja 38 000 kg typpeä vuodessa (taulukot 5.15 ja 5.16).

fosfor och kväve antas läcka direkt ut i vattendragen (Marttunen 1998). Belastningen från djurhållningen på vattendragen i Torne älvs avrinningsområde kan med dessa uppgifter som grund uppskattas vara ca 1 800 kg fosfor och ca 38 000 kg kväve per år (tabeller 5.15 och 5.16).

Taulukko 5.15. Karjan määrä osa-alueittain Tornionjoen vesistöalueella (Maaseutuelinkeinorekisteri 1998, SCB 1998).

Tabell 5.15. Antal husdjur i de olika delområdena i Torne älvs avrinningsområde (Maaseutuelinkeinorekisteri 1998, SCB 1998).

Osa-alue	Lypsy-lehmiä	Vasikoita	Muu nautakarja	Sikoja	Lampaita ja kuttuja	Kanoja ja muuta siipikarjaa	Hevosia
Delområde	Mjölkkor	Kalvar	Övrig nötboskap	Grisar	Får och getter	Höns och andra fjäderfän	Hästar
Tornionjoen yläosa / Torne älvs övre del	100	100			200		
Tornionjoen keskiosa / Torne älvs mellersta del	100	50	50		100		
Lainionjoki / Lainio älv	100	100			200		
Muonionjoki / Muonio älv	330	350	250		670		
Tornionjoen alaosa / Torne älvs nedre del	5 000	5 000	4 100	140	1 700	3 200	140
Yhteensä / Sammanlagt	5 630	5 600	4 400	140	2 870	3 200	140

Taulukko 5.16. Karjatalouden aiheuttama vesistökuormitus osa-alueittain Tornionjoen vesistöalueella.

Tabell 5.16. Belastning på vattendragen som orsakats av djurhållning fördelat på de olika delområdena i Torne älvs avrinningsområde.

Osa-alue	Fosfori (kg/v)	Typpi (kg/v)
Delområde	Fosfor (kg/år)	Kväve (kg/år)
Tornionjoen yläosa / Torne älvs övre del	30	580
Tornionjoen keskiosa / Torne älvs mellersta del	30	570
Lainionjoki / Lainio älv	30	580
Muonionjoki / Muonio älv	120	2 400
Tornionjoen alaosa / Torne älvs nedre del	1 600	34 200
Yhteensä / Sammanlagt	1 810	38 330

5.3 Laskeuma

Ilmaan joutuvat aineet voivat kulkeutua pitkiä matkoja ilmajärvien mukana. Laskeumasta osa kuuluu luonnon kiertokulkuun ja osa on peräisin ihmisen toiminnasta. Laskeuman sisältämät aineet joutuvat kasvillisuuteen, maape-

5.3 Deposition

Ämnen som kommer ut i luften kan transporteras långa sträckor med luftströmmarna. En del av dessa ämnen ingår i det naturliga kretsloppet medan andra härstammar från människans verksamhet. Ämnena kan när de faller ner hamna på växtlighet, i mark eller

rään ja vesistöihin joko märkälaskeumana eli huuhtoutumalla sateen mukana tai kuivalaskeumana suoraan kasvi-, maa- tai vesipinnoille.

Sateen mukana tulevan laskeuman määrä voidaan arvioida mittaamalla sademäärä ja analysoimalla sadeveden kemiallinen koostumus. Sen sijaan kuivalaskeuman jatkuvaan seurantaan ei ole vielä sopivia mittausten menetelmiä, min-
kä vuoksi kuivalaskeuman määrästä on esitetty vain epäsuoria arvioita (Anttila ym. 1995). Kasvillisuuteen ja maaperään tuleva laskeuma sisältyy ympäristöiltä maa-alueilta tulevaan taustakuormitukseen. Tässä luvussa käsitellään ravinteiden ja happamoit-
tavien aineiden laskeumaa, kun taas raskasmetallien ja muiden ympäristö-
myrkyjen leviämistä käsitellään lu-
vussa 7.6.

5.3.1 Vesistöihin tuleva ravinteiden märkälaskeuma

Suoraan vesistöihin tulevaa fosforin ja typen märkälaskeumaa voidaan arvioida mitattuja laskeuma-arvoja ja vesialueiden pinta-alojen perusteella. Tornionjoen vesistöalueella märkälaskeumaa on mitattu mm. Kilpisjärven ja Kolarin havaintoasemilla. Vuosina 1990–1996 keskimääräiset fosforin ja typen vuosilaskeumat Kilpisjärvellä olivat 12 kg/km² ja 267 kg/km². Kolarin havaintoasemalla vastaavat luvut olivat 8 kg/km² ja 339 kg/km² (Hyttek 1999b). Jos vesistöihin tuleva märkälaskeuma arvioidaan käyttämällä ko. lukujen keskiarvoja eli 10 kg/km² fosforia ja 303 kg/km² typpeä, on suoraan vesistöihin tulevan fosforin märkälaskeuma Tornionjoen vesistöalueella 24 800 kg ja typen märkälaskeuma 750 000 kg vuodessa (taulukko 5.17).

vattendrag antingen som våtdeposition, dvs. med nederbörden, eller avsätts som torrdeposition direkt på växt-, mark- eller vattenytorna.

Våtdepositionen kan fastställas genom att mäta nederbördsmängden och analysera nederbördens kemiska sammansättning. Däremot finns det ännu inte några bra mätmetoder för kontinuerlig övervakning av torrdepositionen, därför har bara indirekta uppskattningar av mängden torrt nedfall presenterats (Anttila m.fl. 1995). Deposition av ämnen som inte hamnar direkt i vat-
ten utgör en del av den naturliga bakgrundsbelastningen från omkringliggande mark. I detta kapitel behandlas deposition av näringsämnen och försurande ämnen medan spridning av tungmetaller och andra miljögifter behandlas i kap. 7.6.

5.3.1 Våtdeposition av näringsämnen på sjöar och vattendrag

Våtdepositionen av fosfor och kväve i sjöar och vattendrag kan uppskattas genom att analysera nederbörden och beakta vattenområdenas arealer. I Torne älvs avrinningsområde har våtdepositionen mätts bl.a. vid mätstationerna i Kilpisjärvi och Kolari. I Kilpisjärvi var under perioden 1990–1996 den genomsnittliga årliga fosfordepositionen 12 kg/km² och kvävedepositionen 267 kg/km². Vid mätstationen i Kolari var motsvarande värden för fosfor 8 kg/km² och för kväve 339 kg/km² (Hyttek 1999b). Om den våtdeposition som hamnar direkt i vattendragen antas vara medeltalet av dessa värden, dvs. för fosfor 10 kg/km²/år och för kväve 303 kg/km²/år, så är den årliga våtdepositionen direkt på sjöar och vattendrag i Torne älvs avrinningsområde ca 24 800 kg fosfor och ca 750 000 kg kväve (tabell 5.17).

Taulukko 5.17. Vesistöihin tuleva fosforin ja typen märkälaskeuma osa-alueittain Tornionjoen vesistöalueella.

Tabell 5.17. Våtdeposition av fosfor och kväve direkt till vatten i de olika delområdena i Torne älvs avrinningsområde.

	Vesipinta-ala km ² Vattenyta km ²	Fosfori kg Fosfor kg	Typpi kg Kväve kg
Tornionjoen yläosa / Torne älvs övre del	910	9 100	275 700
Tornionjoen keskiosa / Torne älvs mell. del	25	250	7 600
Lainionjoki / Lainio älv	330	3 300	100 000
Muonionjoki / Muonio älv	660	6 600	200 000
Tornionjoen alaosa / Tornio älvs nedre del	550	5 500	166 700
Yhteensä / Sammanlagt	2 475	24 750	750 000

5.3.2 Happamoittava laskeuma

Happamoittavista yhdisteistä tärkeimmät ovat rikin ja typen oksidit, jotka muodostavat ilmassa rikkihappoa ja typpihappoa. Pohjois-Skandinaviassa rikkidioksidi muodostaa suurimman osan happamoittavasta laskeumasta, koska happamoittavien typpiyhdisteiden määrä pohjoisessa on vähäisempi kuin etelämpänä (Anttila ym. 1995). Ilman keskimääräinen rikkidioksidipitoisuus suurimmassa osassa Norrbottenin lääninä on pieni, alle 1 µg/m³. Tornionjoen vesistöalueella rikkidioksidipitoisuus vaihtelee 1–2 µg/m³. Lapin läänin itäosassa Kuolan niemimaalta tulevat rikkipäästöt kohottavat paikallisesti ilman rikkidioksidipitoisuutta (Bernes 1996).

Rikin märkälaskeuma on Norrbottenin ja Lapin lääneissä keskimäärin 200–300 mg/m² vuodessa. Laskeuma on suurin Perämeren rannikolla, josta se pienenee Tornion-Muonionjoen alueella kohti pohjoista (Bernes 1996). Kuivalaskeuman määrä on verrannollinen ilman rikkidioksidipitoisuuteen, joten se kasvaa Kuolan päästölähteitä lähestyttäessä. Leviämismallien avulla on arvioitu, että Inarin Lapissa kuivalaskeuman osuus rikin kokonaislaskeumasta voi olla jopa yli 60 % (Anttila ym. 1995). Tornionjoen yläosa kuuluu alhaisimman rikkilaskeuman alueisiin koko Fennoskandiassa, sillä rikin kokonaislaskeuma alueella on alle 20 mekv/m²/v, ja alueen keski- ja eteläosissa 20–40 mekv/m²/v (kuva 5.6). 20 mekv/m² vastaa noin 300 mg/m² rikkilaskeumaa (Anttila ym. 1995).

Rikkipäästöt ovat vähentyneet voimakkaasti sekä Suomessa että Ruotsissa niin kuin koko Euroopassakin viimei-

5.3.2 Deposition av försurande ämnen

Svavel- och kväveoxider bildar svavel- och salpetersyra i luften och utgör därmed de viktigaste försurande ämnena. I norra Skandinavien utgör svaveldioxid huvuddelen av det försurande nedfallet eftersom mängden försurande kväveföreningar är lägre här än i områdets södra delar (Anttila m.fl. 1995). I större delen av Norrbottens län är luftens halt av svaveldioxid låg, i medeltal under 1 µg/m³. I Torne älvs avrinningsområde varierar halten av svaveldioxid mellan 1 och 2 µg/m³. I de östra delarna av Lapplands län är svaveldioxidhalten i luften lokalt förhöjd som en följd av svavelutsläpp på Kolahalvön (Bernes 1996).

Våtdepositionen av svavel i Norrbottens och Lapplands län är i medeltal 200–300 mg/m²/år. Nedfallet är störst vid Bottenvikens kust, varefter det minskar norrut längs älvdalen (Bernes 1996). Mängden torrt nedfall är proportionell mot luftens halt av svaveldioxid och ökar således ju närmare man kommer utsläppskällorna på Kolahalvön. Med hjälp av modellberäkningar har det uppskattats att i Enare kommun i Lappland kan torrdepositionens andel av det totala svavelnedfallet vara så mycket som 60 % eller mer (Anttila m.fl. 1995). Torne älvs övre delar hör till de områden som har minst svaveldeposition i hela Fennoskandia. Där är det totala svavelnedfallet mindre än 20 mekv/m²/år, och i områdets mellersta och södra delar 20–40 mekv/m²/år (figur 5.6). 20 mekv/m² motsvarar ett svavelnedfall på ca 300 mg/m² (Anttila m.fl. 1995).

sen kahden vuosikymmenen aikana. Kolarissa ja Kilpisjärvellä tehdyt mitaukset osoittavat rikin märkälaskeuman vähentyneen selvästi 1980-luvun puolivälistä lähtien (kuva 5.7). Sen sijaan typpiyhdisteiden laskeuma ei ole vähentynyt (kuva 5.8). Rikkikuormitus tulee pääasiassa tehtaista ja muista pistemäisistä päästölähteistä, minkä vuoksi sen vähentäminen on ollut suhteellisen helppoa. Typpipäästöjen vähentäminen on paljon vaikeampaa, sillä huomattavan suuri osa päästöistä syntyy liikenteestä.

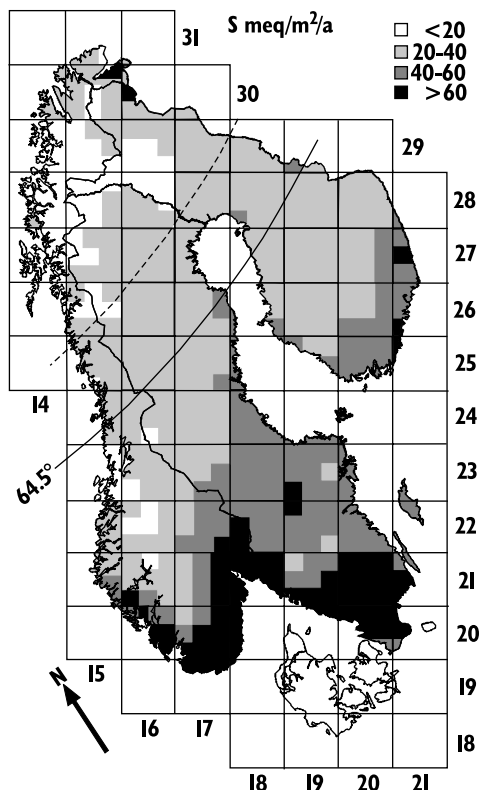
Sadeveden mukana tulee myös happamuutta neutraloivia emäskationeja. Emäskationien (natrium, kalium, magnesium ja kalsium) laskeumat ovat vähentyneet jo 1980-luvun alkupuolelta lähtien Kolarin ja Kilpisjärven havaintoasemilla tehtyjen mittausten mukaan (kuva 5.9). Tähän on osaltaan vaikuttanut se, että savukaasujen tehokkaampi puhdistus on vähentänyt paitsi happamoittavien myös emäksisten aineiden päästöjä (Bernes 1993).

Happamoittavan laskeuman vaikutus riippuu maan ja veden puskurikyvyistä, joka tarkoittaa kykyä neutralisoida happamia aineita. Maaperän puskurikykyä ylläpitävät maaperässä tapahtuvat

Under de två senaste decennierna har svavelutsläppen minskat starkt både i Finland och i Sverige liksom i hela Europa. Mätningar gjorda i Kolari och Kilpisjärvi visar att våtdepositionen av svavel har minskat markant sedan mitten av 1980-talet (figur 5.7). Nedfallet av kväveföreningar har däremot inte minskat (figur 5.8). Förklaringen är att det har varit relativt lätt att minska svavelutsläppen eftersom de huvudsakligen kommer från fabriker och andra punktkällor. Att minska kväveutsläppen är mycket svårare eftersom en betydande del kommer från trafiken.

Med nederbörden följer också bas-kationer som har en neutraliserande verkan på de sura ämnena. Nedfallet av bas-kationer (natrium, kalium, magnesium och kalcium) har enligt mätningar gjorda vid mätstationerna i Kolari och Kilpisjärvi minskat sedan början av 1980-talet (figur 5.9). Detta beror delvis på den förbättrade reningen av rökgaser, vilket har minskat utsläppen av såväl sura som basiska ämnen (Bernes 1993).

Effekten av depositionen av sura ämnen beror på markens och vattnets buffertkapacitet, dvs. dess förmåga att neutralisera sura ämnen. Buffertkapaciteten upprätthålls genom jonbytesreak-



Kuva 5.6. HAKOMA-mallilla arvioitu rikin kokonaislaskeuma vuonna 1990 Fennoskandiassa (Henriksen ym. 1994).

Figur 5.6. Nedfallet av svavel i Fennoskandia år 1990 uppskattat med hjälp av HAKOMA-modellen (Henriksen m.fl. 1994).

ioninvaihtoreaktiot ja mineraaliaineksen rapautuminen. Maaperän rapautumisprosesseissa vapautuu myös vetykarbonaatti-ioneja (HCO_3^-), jotka lisäävät maaperän ja vesistöjen puskurikykyä (Kähkönen 1993). Mitä nopeampaa rapautuminen on, sitä paremmin maaperä sietää hapanta laskeumaa vahingoittumatta. Maaperän ja vesistöjen happamoituminen käynnistyy vasta kun happamoittavan laskeuman määrä ylittää puskurikyvyn muodostumisnopeuden.

Maaperän puskurikyky vaihtelee huomattavasti alueen geologisten olojen mukaan. Helposti rapautuvat kivilajit kuten esim. diabaasi, gabro ja dolomiitti vapauttavat rapautuessaan mm. kalsiumia, magnesiumia ja kaliumia, minkä vuoksi näitä kivilajeja sisältävät alueet sietävät happamoitumista paremmin. Huonosti rapautuvien kivilajien kuten graniittien ja gneissien alueilla näitä emäksisiä alkuaineita on vähän, mutta helposti liukenevaa alumiinia runsaasti. Tällaiset alueet ovat herkkiä happamoitumiselle (Perttunen 1997).

Vesistöjen happamoitumisherkyyteen vaikuttavat valuma-alueen geokemiallisten ominaisuuksien lisäksi mm. valuma-alueen koko ja sijainti. Puskurikyvyn vaikutus neutralisointimiseen riippuu siitä, miten nopeasti valumavedet kulkeutuvat pinta- ja pohjavesiksi ja kuinka suuri on maan ja veden välinen kontaktipinta. Siihen vaikuttavat mm. maaperän paksuus, raekoostumus, vesipitoisuus, alueen suhteellinen jyrkkyys, kasvillisuus ja vuodenaika. Happamoitumiselle herkimpiä ovat pienet kalliomailla sijaitsevat vesistöt, joilla on pieni valuma-alue (Kähkönen 1997).

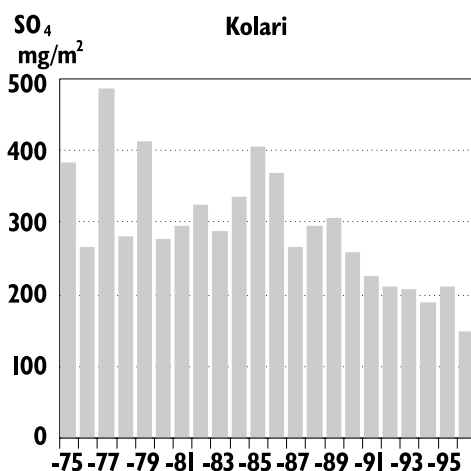
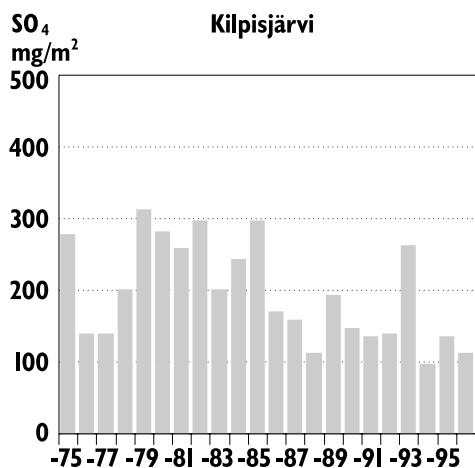
Metsämaiden ja vesistöjen sietokykyä happamoittavaa laskeumaa kohtaan on pyritty arvioimaan ns. kriittisen kuormituksen avulla. Kriittisellä kuormituksella tarkoitetaan yhden tai useamman epäpuhtauden korkeinta arvoa, joka ei aiheuta nykytietämyksen valossa merkittäviä haitallisia vaikutuksia tietyille herkille ympäristön osille (Kämäri ym. 1992). Vesistöjen kriittisen kuormituksen kriteerinä on käytetty hapon neutralointikyvyn arvoa 20

tioner och vittring av mineralämnen i marken. Vid vittringsprocesserna i marken frigörs också vätekarbonatjoner (HCO_3^-), vilket ökar buffertkapaciteten i marken och vattendragen (Kähkönen 1993). Ju snabbare vittringen sker, desto bättre tål marken surt nedfall utan att skador uppstår. Marken och vattnet börjar försuras först då mängden surt nedfall tar på buffertkapaciteten.

Buffertkapaciteteten i marken varierar betydligt beroende på de geologiska förhållandena inom området. Från lättvittrade bergarter, som t.ex. diabas, gabbro och dolomit, frigörs bl.a. kalcium, magnesium och kalium och därför tål områden som innehåller dessa bergarter belastning av sura ämnen bättre. I områden med mer svårvittrade bergarter, såsom granit och gnejs, finns bara små mängder av dessa basiska grundämnen, men däremot rikligt med lättlösligt aluminium. Dessa områden är känsliga för försurning (Perttunen 1997).

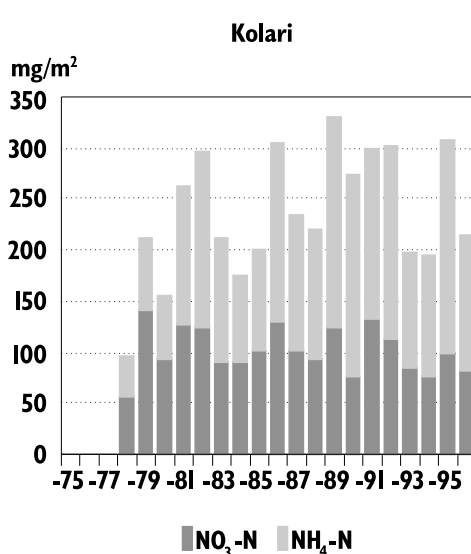
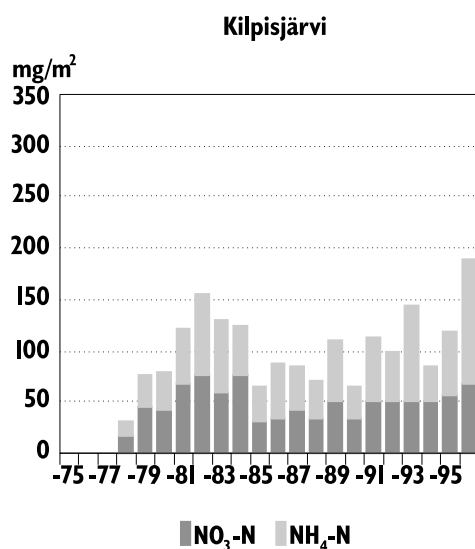
Förutom avrinningsområdets geokemiska egenskaper beror försurningskänsligheten i vattendragen bl.a. på avrinningsområdets storlek och läge. Markens neutraliserande förmåga beror på hur snabbt det avrinnande vattnet bildar yt- och grundvatten och hur stor kontaktytan är mellan marken och vattnet. Detta styrs av faktorer som jordlagrets tjocklek, jordpartikelstorlek, markens vattenhalt, områdets relativa lutning, växtlighet och årstid. Små vattendrag i bergig terräng med små avrinningsområden är känsligast för försurning (Kähkönen 1997).

Man har försökt uppskatta skogsmarkens och ytvattens motståndskraft mot försurning genom att beräkna den s.k. kritiska belastningen. Med kritisk belastning avses den maximala mängden av ett eller flera förorenande ämnen som enligt dagens kunskap kan tillföras ett ekosystem utan att påtagligt skadliga effekter uppstår inom vissa känsliga miljöer (Kämäri m.fl. 1992). Som kriterium för vattendragens kritiska belastning har värdet för vattnets syra-neutraliserande förmåga (ANC) på 20 $\mu\text{ekv/l}$ använts, vilket grundas på material från en riksinventering av Norges



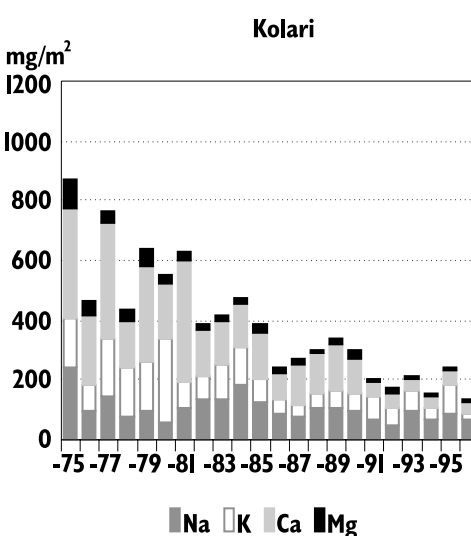
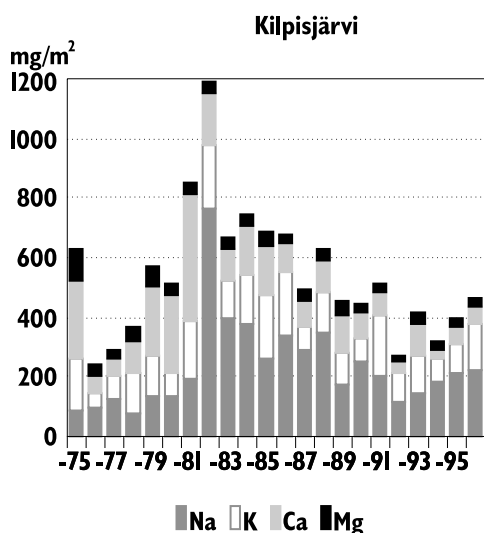
Kuva 5.7. Sulfaatin (SO_4) märkälasseuma Kolarissa ja Kilpisjärvellä vuosina 1975–1996 (Hytrek 1999b).

Figur 5.7. Våtdeposition av sulfat (SO_4) i Kolarí och Kilpisjärvi åren 1975–1996 (Hytrek 1999b).



Kuva 5.8. Nitraatti- ($\text{NO}_3\text{-N}$) ja ammoniumtyypen ($\text{NH}_4\text{-N}$) märkälasseuma Kolarissa ja Kilpisjärvellä vuosina 1975–1996 (Hytrek 1999b).

Figur 5.8. Våtdeposition av nitrat- ($\text{NO}_3\text{-N}$) och ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) i Kolarí och Kilpisjärvi åren 1975–1996 (Hytrek 1999b).



Kuva 5.9. Emäskationien märkälasseuma Kolarissa ja Kilpisjärvellä vuosina 1975–1996 (Hytrek 1999b).

Figur 5.9. Våtdeposition av baskatjoner i Kolarí och Kilpisjärvi åren 1975–1996 (Hytrek 1999b).

$\mu\text{ekv/l}$, mikä on Norjan järvikartoitus-aineiston perusteella todettu riittäväksi arvoksi kalapopulaatioiden suojelemiseksi (Kämäri ym. 1992). Pohjois-Fennoskandiassa laajin alue, jossa vesistöjen kriittinen kuormitus ylittyy, sijaitsee lähellä Kuolan päästölähteitä. Pohjois-Suomessa ja Pohjois-Ruotsissa vesistöjen kriittinen happokuormitus ylittyy muutamilla alueilla (kuva 5.10) (Henriksen ym. 1994).

sjöar, och har konstaterats vara ett tillfredsställande värde för att skydda fiskstammarna (Kämäri m.fl.1992). Norra Fennoskandias största område där vattendragens kritiska syrabelastning överskrider finns nära Kolahalvöns utsläppskällor. I norra Finland och norra Sverige överskrider den kritiska syrabelastningen av vattendragen i några områden (figur 5.10) (Henriksen m.fl. 1994).

5.4 Yhteenveto Tornionjoen vesistön kuormituksesta

5.4 Sammandrag av belastningen på Torne älvs vattensystem

5.4.1 Taustakuormitus

Taustakuormituksen suuruuteen vaikuttavat hydrologisten tekijöiden lisäksi mm. maaperän ominaisuudet, topografia ja kasvillisuus. Taustakuormituksen Tornionjoen vesistöalueella on arvioitu olevan fosforin osalta 5 kg/km^2 ja typen osalta 100 kg/km^2 vuodessa (ks. luku 5.2.2 Metsätalous). Fosforin taustakuormitus on siten vesistöalueella yhteensä noin 190 tonnia ja typen taustakuormitus 3 800 tonnia vuodessa (taulukko 5.18).

5.4.1 Bakgrundsbelastning

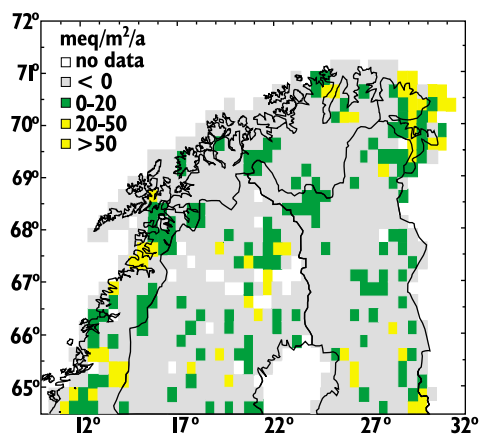
Storleken på bakgrundsbelastningen påverkas förutom av hydrologiska faktorer även av jordmånens egenskaper, topografi och växtlighet. Bakgrundsbelastningen i Torne älvs avrinningsområde har uppskattats vara 5 kg fosfor/km^2 och $100 \text{ kg kväve/km}^2$ per år (se kap. 5.2.2 Skogsbruk). Inom hela avrinningsområdet är således bakgrundsbelastningen av fosfor ungefär 190 ton per år och av kväve ungefär 3 800 ton per år (tabell 5.18).

5.4.2 Kuormituksen jakaantuminen eri päästölähteisiin

Tornionjoen vesistöalueella vesistöihin menevä laskettu ravinnekuormitus on fosforin osalta yhteensä noin 250 t ja typen osalta 5 100 t vuodessa. Tässä luvussa ei ole mukana Haaparannan-Tornion jätevedenpuhdistamon aiheuttamaa kuormitusta, koska puhdistamon jätevedet johdetaan aivan jokisuulle, joten ne eivät kuormita Tornionjokea (ks. luku 5.1.1 Jätevedenkäsittelylaitokset). Kokonaiskuormituksesta suurin osa muodostuu taustakuormituksesta, jonka osuus fosforikuormituksesta on noin 77 % ja typpikuormituksesta noin

5.4.2 Belastning fördelat på olika utsläppskällor

Den beräknade totala näringsbelastningen på vattendragen i Torne älvs avrinningsområde är ca 250 ton fosfor och ca 5 100 ton kväve per år. I den summan ingår inte belastningen från avloppsreningsverket i Haparanda-Torneå, eftersom reningsverkets avloppsvatten leds direkt till älvmynningen och således inte belastar älven (se kap. 5.1.1 Avloppsreningsanläggningar). Huvuddelen, dvs. ca 77 % av fosfor och 74 % av kvävet, som belastar älvens vattensystem, utgörs av bakgrundsbelastning från omkringliggande mark. Cirka 13 % av fosfor- och ca 12 % av kvävebelastningen är antropogen, dvs. härstam-



Kuva 5.10. Alueet, joilla vesistöjen kriittinen kuormitus ylittyy Pohjois-Fennoskandiassa (Henriksen ym. 1994).

Figur 5.10. Områden i norra Fennoskandia där den kritiska belastningen i vattendragen överskrids (Henriksen m.fl. 1994).

74 %. Ihmisen toiminnasta aiheutuvan kuormituksen (jätevedenpuhdistamot, kalankasvatus, maa- ja metsätalous jne.) osuus on noin 13 % fosforikuormituksesta ja noin 12 % typpiikuormituksesta (kuva 5.11). Muun osan kuormituksesta, noin 10 % fosforista ja noin 15 % typpestä, muodostaa suoraan vesistöihin tuleva märkäläskeuma.

Ihmisen toiminnasta aiheutuvasta fosforikuormituksesta noin 35 % on peräisin maataloudesta. Haja-asutuksen osuus fosforikuormituksesta on noin 27 % ja jätevedenpuhdistamoiden osuus noin 23 %. Vastaavasti vesistöalueen typpiikuormituksesta noin 44 % tulee jätevedenpuhdistamoilta. Maatalouden osuus typpiikuormituksesta on noin 39 % ja haja-asutuksen osuus noin 10 %.

Teollisuuden osuus vesistöalueen ravinnekuormituksesta on vähäinen, sillä suurteollisuuden vedet eivät kuormita Tornionjokea. Pienen ja keskisuuren teollisuuden aiheuttama kuormitus ei ole kuitenkaan mukana teollisuuden osuudessa, koska ne ovat liittyneet yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoihin. Niiden osuus jätevedenpuhdistamoiden

mar från människans verksamhet (reningsverk, fiskodling, jord- och skogsbruk etc.) (figur 5.11). Resten, dvs. ca 10 % av fosforbelastningen och 15 % av kvävebelastningen, utgörs av våtdeposition direkt till vattendragen.

Av den fosforbelastning som beror på människans verksamhet kommer ca 35 % från jordbruket, 27 % från glesbebyggelse och 23 % från avloppsreningsverk. På motsvarande sätt beräknas ca 44 % av kvävebelastningen komma från avloppsreningsverk medan ca 39 % kommer från jordbruk och ca 10 % från glesbebyggelse glesbygd.

Industrin har som synes liten betydelse för den totala belastningen av näringsämnen i avrinningsområdet eftersom avloppsvattnet från de stora basindustrierna inom området inte belastar Torne älv. Små och medelstora företag ingår inte i industrins andel av belastningen eftersom dessa är anslutna till kommunala avloppsreningsverk. Deras andel av reningsverkens utsläpp är dock mycket liten. Belastningen från fiskodlingar och torvproduktion i avrinningsområdet är även den mycket liten.

Taulukko 5.18. Fosforin ja typen vesistöön joutuva taustakuormitus osa-alueittain Tornionjoen vesistöalueella.

Tabell 5.18. Bakgrundsbelastning av fosfor och kväve på vattendragen i de olika delområdena i Torne älvs avrinningsområde.

	Maapinta-ala (km ²) Markyta (km ²)	Fosfori (tonnia/v) Fosfor (ton/år)	Typpi (tonnia/v) Kväve (ton/år)
Tornionjoen yläosa / Torne älvs övre del	9140	46	914
Tornionjoen keskiosa / Torne älvs mell. del	775	4	78
Lainionjoki / Lainio älv	5 670	28	567
Muonionjoki / Muonio älv	13 940	70	1 394
Torniojoen alaosa / Torne älvs nedre del	8 200	41	820
Yhteensä / Sammanlagt	37 725	189	3 773

päästöistä on kuitenkin hyvin vähäinen. Myös kalankasvatuksen ja turvetuotannon kuormittava vaikutus vesistöalueella on hyvin pieni.

Alueellisesti suurin kokonaiskuormitus on Muonionjoen alueella, joka on myös suurin osa-alue (kuva 5.12). Ihmistoiminnan vaikutus tällä alueella on kuitenkin pientä, minkä vuoksi taustakuormitus muodostaa suurimman osan kokonaiskuormituksesta. Ihmisen toiminnasta aiheutuvan kuormituksen osuus on suurin Tornionjoen alaosalla, missä suurimmat fosforikuormittajat ovat maatalous, haja-asutus, metsätalous ja taajamien asumajätevedet. Typpikuormituksesta huomattava osuus tulee maataloudesta sekä taajamien ja haja-asutuksen jätevesistä. Ihmistoiminnasta aiheutuva ravinnekuormitus on pienin Lainionjoella ja Tornionjoen keskiosalla.

Joessa kulkeutuva ainemäärä voidaan laskea kertomalla mitatut ainepitoisuudet virtaamalla. Tornionjoen alaosan ainevirtaaman laskenta perustuu Karungin virtaama-aseman kuukausittaisiin keskivirtaamiin ja Kukkolan havaintopaikan kuukausittaisiin pitoisuuksiin (ks. luku 6.1 Veden laadun ja ympäristömyrkyjen seuranta). Tornionjoessa fosforin ainevirtaaman keskiarvo vuosina 1990–1997 oli noin 280 t

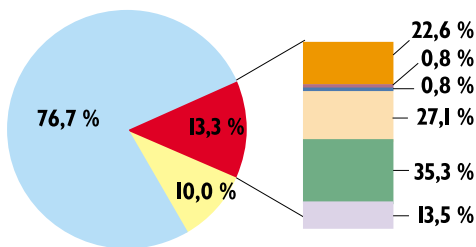
Den största totala belastningen finner man i delområdet Muonio älv som också är det största delområdet (figur 5.12). Eftersom detta område belastas endast i liten utsträckning av människans verksamhet utgörs huvuddelen av totalbelastningen av bakgrundsbelastning. Största belastningen som orsakas av människans verksamhet förekommer i delområdet Torne älvs nedre del, där fosforbelastningen från jordbruk, glesbygd och skogsbruk samt avloppsvatten från tätorter dominerar. En betydande del av kvävebelastningen kommer från jordbruk samt avloppsvatten från tätorter och glesbygd. Den lägsta antropogena belastningen har delområdena Lainio älv samt Torne älvs mellersta del.

Den mängd ämnen som transporteras i ett vattendrag kan beräknas genom att uppmätta koncentrationer multipliceras med vattenflödet. Beräkningen av ämnestransporten i älvens nedre del baseras på månadsvisa uppgifter om vattenkemiska värden från mätstationen i Kukkola (se kap. 6.1 Övervakning av vattenkvalitet och miljögifter) och uppmätta flödesvärden vid vattenförsörjningsstationen i Karungi. Medelvärde för ämnestransporten av fosfor i Torne älv åren 1990–1997 är ca 280 ton/år. Mots-

Kuva 5.11. Tornionjoen vesistöalueen vesistöihin tulevan fosfori- ja typpi-kuormituksen jakautuminen eri päästölähteisiin.

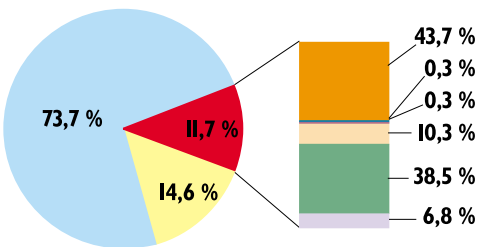
Figur 5.11. Fosfor- och kvävebelastningen i vattendragen i Torne älvs avrinningsområde från olika utsläppskällor.

Fosforin kokonaiskuormitus 246 530 kg/v
Totalbelastning av fosfor 246 530 kg/år



Taustakuormitus /
Bakgrundsbelastning
Märkäläskema /
Våtdeposition
Ihmisen aih. kuormitus /
Antropogeen belastning

Typen kokonaiskuormitus 5 121 150 kg/v
Totalbelastning av kväve 5 121 150 kg/år



Jätevedenpuhdistamot /
Avloppsreningsanläggningar
Kalankasvatus / Fiskodling
Turvetuotanto / Torvproduktion
Haja-asutus / Glesbygd
Maatalous / Jordbruk
Metsätalous / Skogsbruk

ja typen ainevirtaaman keskiarvo noin 3 800 t. Ainevirtaama vaihtelee vuosittain ja se riippuu selvästi valunnan ja virtaaman vuosittaisesta vaihtelusta (kuva 5.13).

Tornionjoen yläjuoksulla Junosuandossa on bifurkaatio, jonka kautta noin 56 % Tornionjoen vesistä virtaa Kalixjokeen. Jos oletetaan, että 56 % Tornionjoen yläosalle (osa-alue 1) tulevasta kuormituksesta päätyy Kalixjokeen, vähenee Tornionjokeen tuleva fosforikuormitus noin 40 tonnilla ja typpikuormitus noin 700 tonnilla. Tällöin saadaan Tornionjoen vesistöön tulevaksi laskennalliseksi kokonaiskuormitukseksi noin 210 t fosforia ja 4 400 t typpeä vuodessa. Jos tätä verrataan joen alaosalta mitattuun ainevirtaamaan, voidaan todeta, että laskennallinen fosforikuormitus on noin 70 t pienempi ja laskennallinen typpikuormitus noin 600 t suurempi kuin mitattu ainevirtaama.

5.4.3 Kuormituksen vuodenaikaisvaihtelu

Kuormituksen vaikutus vesistöissä riippuu kuormituksen vuodenaikaisesta jakaantumisesta ja biologisesti käyttökelpoisten ravinteiden määrästä. Taajamien jätevedenpuhdistamoilta tuleva kuormitus pysyy esimerkiksi suhteellisen tasaisena koko vuoden, mutta kalankasvatuksen jätevesikuormitus ajoittuu suureksi osaksi keski- ja syyskesälle (kuva 5.14). Haja- ja taustakuormituksen suuruus riippuu puolestaan merkittävästi valunnasta, minkä vuoksi kevätulvan ja voimakkaiden sateiden aikana kuormitus on moninkertainen verrattuna tavanomaiseen. Jokivesistöissä, joissa viipymä on lyhyt, ei kevään ravinnehuuhtoutumilla ole joen biologisen tuotannon kannalta kovin suurta merkitystä. Tulva-aikaiset kasviravinnehuuhtoumat kulkeutuvat suhteellisen nopeasti mereen ennen varsinaista kasvukautta. Tämän vuoksi jokivesistöissä kesän aikana tulevalla ravinnekuormituksella on vesistön tuotannon kannalta suurempi merkitys kuin koko vuoden kuormituksella.

varande medelvärde för ämnes-transporten av kväve är ca 3 800 ton/år. Ämnestransporten varierar från år till år och variationen beror på varierande vattenföring i älven (figur 5.13).

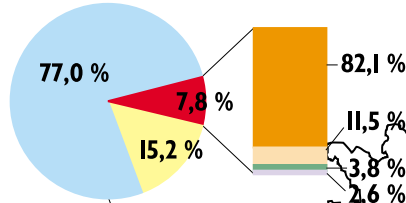
I Torne älvs övre lopp vid Junosuando finns en bifurkation, genom vilken ca 56 % av Torne älvs vattenströmmar över till Kalixälven. Om man då antar att 56 % av belastningen som kommer från övre delen av Torne älv (delområde 1) hamnar i Kalix älv innebär detta att ca 40 ton fosfor och ca 700 ton kväve avrinner till Kalix älv. Den totala beräknade belastningen blir då 210 ton fosfor och 4 400 ton kväve. Om man jämför den beräknade belastningen med den faktiska ämnestransporten som mätts vid de ovannämnda mätstationerna i Torne älvs nedre del kan man konstatera att den beräknade fosforbelastningen är ca 70 ton mindre och kvävebelastningen ca 600 ton större än den uppmätta ämnestransporten.

5.4.3 Årstidsvariationer i belastning

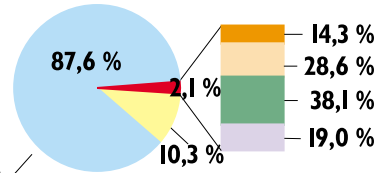
Hur belastningen av näringsämnen påverkar vattendraget beror på fördelningen över året och mängden biologiskt tillgänglig näring. Belastningen från tätorternas avloppsreningsverk är till exempel förhållandevis jämn under hela året, medan fiskodlingar till största delen belastar vattendragen under sommaren (figur 5.14). Storleken på den diffusa belastningen och bakgrundsbelastningen beror å sin sida mycket på avrinningen till vattendragen. Under vårfloden och när det regnar kraftigt är belastningen mångfalt större jämfört med den under normalvattenflöde. I vattendrag där uppehållstiden är kort, har inte urlakningen av näringsämnen under våren så stor betydelse för vattendragets biologiska produktion. De växtnäringsämnen som urlakas under vårfloden transporteras förhållandevis snabbt till havet innan den egentliga växtsäsongen börjar. Därför har den näringsbelastning, som sker under som-

Fosforikuormitus / Fosforbelastning

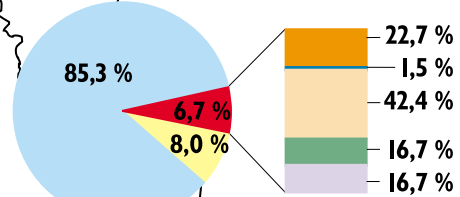
Kuormitus yht. 59 760 kg/v
Total belastning 59 760 kg/år



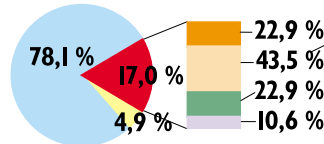
Kuormitus yht. 31 980 kg/v
Total belastning 31 980 kg/år



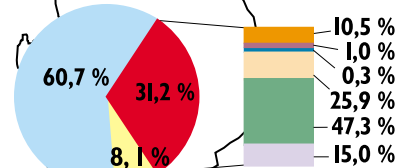
Kuormitus yht. 82 080 kg/v
Total belastning 82 080 kg/år



Kuormitus yht. 5 120 kg/v
Total belastning 5 120 kg/år



Kuormitus yht. 67 590 kg/v
Total belastning 67 590 kg/år



■ Taustakuormitus /
Bakgrundsbelastning

■ Märkäläskema /
Våtdeposition

■ Ihmisen aih. kuormitus /
Antropogen belastning

■ Jätevedenpuhdistamot / Avloppsreningsanläggningar

■ Kalankasvatus / Fiskodling

■ Turvetuotanto / Torvproduktion

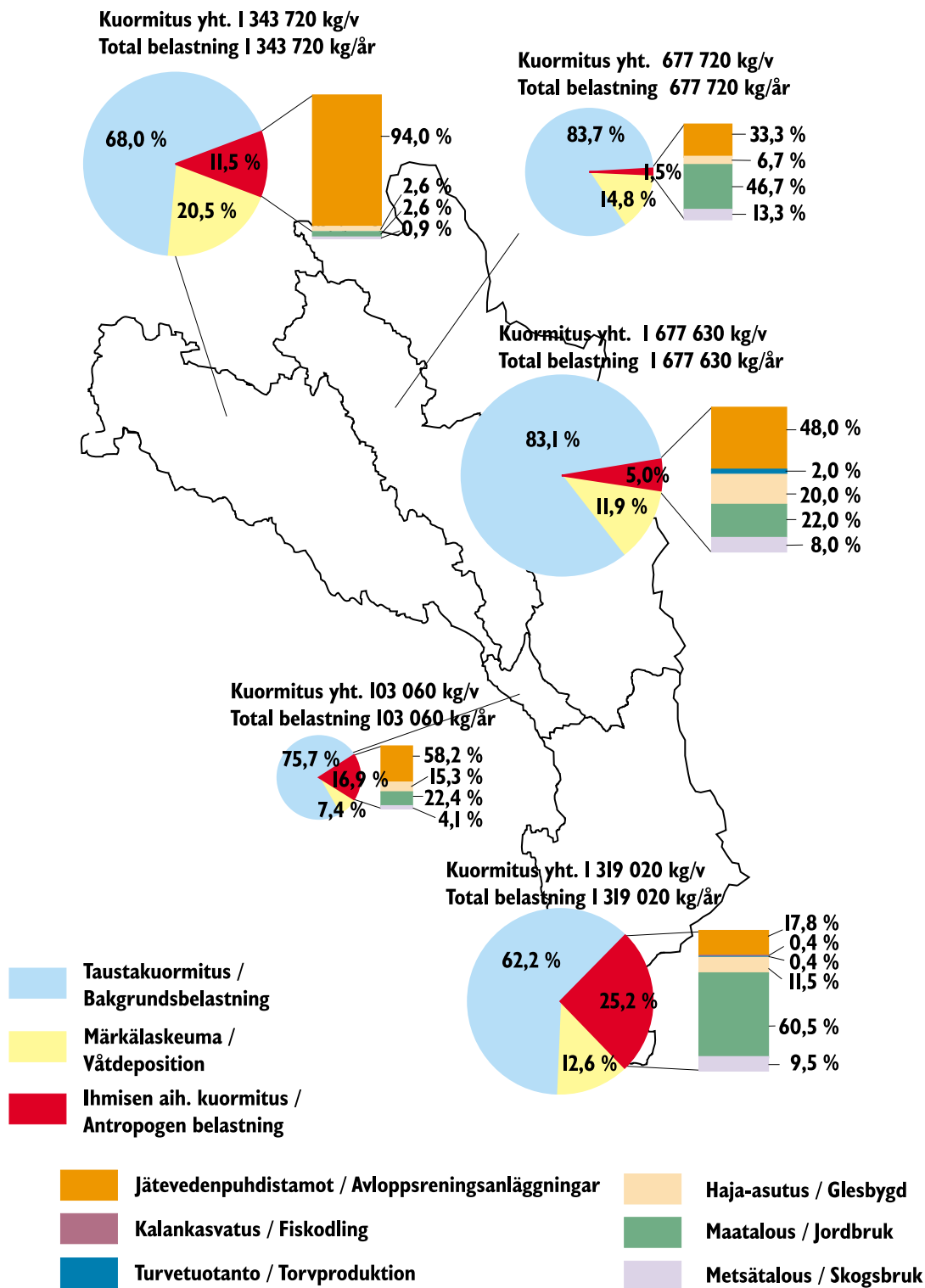
■ Haja-asutus / Glesbygd

■ Maatalous / Jordbruk

■ Metsätalous / Skogsbruk

Kuva 5.12. Tornionjoen vesistöalueen vesistöihin tulevan fosfori- ja typpikuormituksen jakautuminen osa-alueittain eri päästölähteisiin.

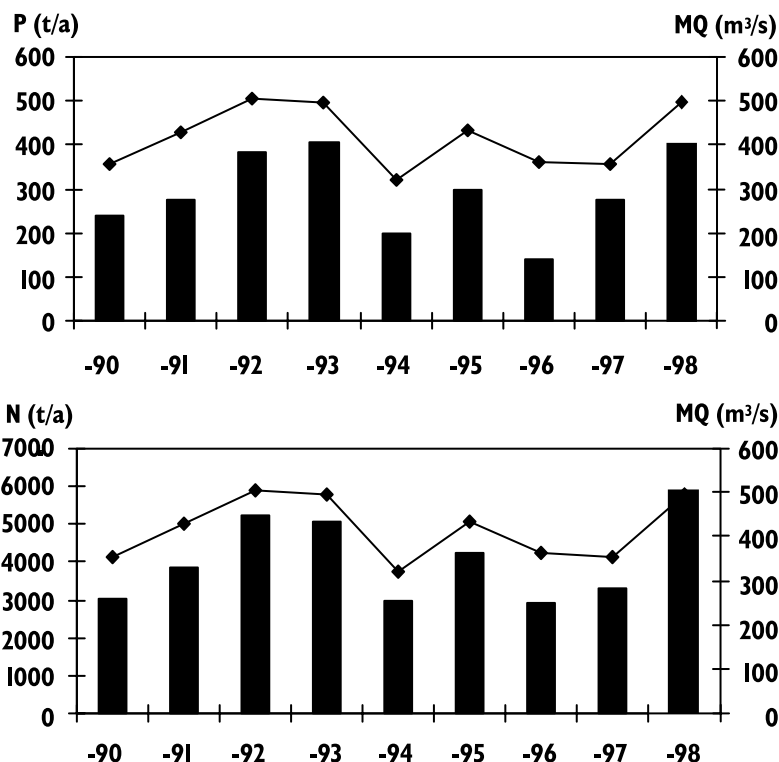
Typpi kuormitus / Kvävebelastning



Figur 5.12. Fosfor- och kvävebelastningen från olika utsläppskällor på vattendragen i de olika delområdena i Torne älvs avrinningsområde.

Kuva 5.13. Tornionjoen fosforin ja typen ainevirtaama sekä keskivirtaama vuosina 1990–1998 Kukkolan ja Karungin havaintopaikkojen tulosten mukaan.

Figur 5.13. Ämnestransporten av fosfor och kväve samt medelvattenföringen enligt resultaten från mätstationerna vid Kukkola och Karunki under åren 1990–1998.



Myös leville käyttökelpoisten ravinteiden määrä vaihtelee huomattavasti kuormituslähteittäin. Esimerkiksi jätevedenpuhdistamoilta ja kalankasvatustiluksilta sekä haja-asutuksesta peräisin oleva ravinnekuormitus on suureksi osaksi leville käyttökelpoisessa muodossa olevaa epäorgaanista fosforia ja typpeä (Ekholm 1991, 1994, Pitkänen 1994). Tässä selvityksessä on oletettu, että jätevedenpuhdistamoilta ja muista asumajätevesistä peräisin olevasta fosforista on leville käyttökelpoisessa muodossa 70 % ja tyyppistä 100 %. Kalankasvatuksen ja teollisuuden aiheuttaman ravinnekuormituksen on puolestaan arvioitu olevan kokonaan biologisen tuotannon hyödynnettävissä. Vastaavia arvoja on käyttänyt mm. Pitkänen (1994) Suomen rannikkovesien rehevöitymistä koskevassa tutkimuksessa.

Metsätalouden osalta käyttökelpoisten ravinteiden määräksi on arvioitu 25 % fosforikuormituksesta ja 15 % typpeä kuormituksesta (Ekholm 1991, Pitkänen 1994). Turvesoilta tulevasta ravinnehuuhtoumasta suuri osa on sitoutuneena liuenneeseen orgaaniseen ainekseen, mistä ravinteet vapautuvat hitaasti veteen. Tämän vuoksi turvetuotannon rehevöittävä vaikutus on vaikeasti ar-

maren en större betydelse för vattendragets produktion än den som sker under året i övrigt.

Även den mängd näringsämnen som är tillgänglig för alger varierar betydligt beroende på vilken belastningskällan är. Näringsbelastningen från avloppsreningsverk och fiskodlingsanläggningar samt glesbebyggelse består till exempel till stor del av fosfor- och kvävefraktioner som är lättillgängliga för alger (Ekholm 1991, 1994, Pitkänen 1994). I den här utredningen har det antagits att 70 % av fosfor och 100 % av kvävet, från avloppsreningsverk och övriga hushålls-avlopp är biotillgängliga. Näringsbelastning orsakad av fiskodlingar och industrier bedöms å sin sida helt och hållet kunna utnyttjas för biologisk produktion. Motsvarande bedömningar har använts av bl.a. Pitkänen (1994) i en undersökning om övergödning av Finlands kustvatten.

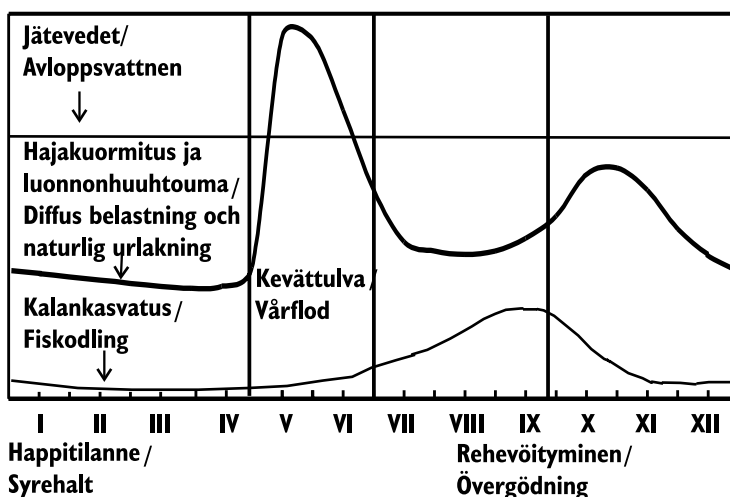
När det gäller belastningen av näring från skogsbruket har det beräknats att 25 % av fosfor och 15 % av kvävet är lättillgänglig näring (Ekholm 1991, Pitkänen 1994). Den näring som urlakas från torvtäkter är till stor del bunden till suspenderade organiska ämnen i partikelform från vilka näringen frigörs

vioitavissa (Komiteanmietintö 1987). Tässä selvityksessä on turvetuotannon osalta käytetty samoja arvoja kuin metsätaloudessa käyttökelpoisten ravinteiden määrää arvioitaessa. Maatalouden fosforihuuhtoumasta on arvioitu olevan noin 30 % ja typpihuuhtoumasta noin 75 % leville käyttökelpoisessa muodossa (Pietiläinen & Rekolainen 1991).

Taulukossa 5.19 esitetään karkea arvio Tornionjoen vesistöalueen ainevirtaaman jakautumisesta eri kuormituslähteisiin ja leville käyttökelpoisten ravinteiden osuus ainevirtaamasta koko vuoden ja kesän aikana. Kesäajalla tarkoitetaan heinä-syyskuuta. Eri kuormituslähteiden osuus ainevirtaamasta on suuntaa antava. Eri kuormituslähteiden osuus ainevirtaamasta on laskettu siten, että teollisuuden sekä taajama- ja haja-asutuksen vesistökuormituksen on oletettu jakautuvan tasaisesti koko vuodelle, jolloin niiden osuus kesäaikaisesta kuormituksesta on 25 %. Kalankasvatuksen ja loma-asutuksen kesäaikaiseksi kuormitukseksi on arvioitu 2/3 koko vuoden kuormituksesta. Turvesoiden kesäaikainen kuormitus on arvioitu tuotantokaudelle laskettujen ominaiskuormituslukujen avulla (Kaikkonen ym. 1998) (ks. luku 5.1.4 Turvetuotanto). Maa- ja metsätalouden kesäaikainen kuormitus on laskettu virtaaman jakauman perusteella. Heinä-syyskuun aikana virtaama on ollut noin 31 % koko vuoden virtaamasta. Taustan eli luonnonhuuhtouman ja laskeuman

långsamt till vattnet (Komiteanmietintö 1987). Det är därför svårt att uppskatta den gödande påverkan som torvtäkter har. I denna utredning har vi därför använt samma värden som för skogsbruket vid beräkningen av torvproduktionens andel av mängden lättillgänglig näring. Av näringsurlakningen från jordbruksmark bedöms att alger kan utnyttja ca 30 % av fosfor och ca 75 % av kvävet (Pietiläinen & Rekolainen 1991).

I tabell 5.19 redovisas en grov uppskattning av hur näringsämnestransporten fördelas på olika belastningskällor. Av tabellen framgår också andelen näringsämnen som är biotillgänglig under ett år respektive under sommaren. Med sommar avses månaderna juli–september. De olika belastningskällornas andelar av totalbelastningen är ungefärliga. Ämnestransporten har beräknats så att belastningen från industri samt tätorter och glesbebyggelse antas vara jämt fördelad över året, vilket innebär att ca 25 % av dessa utsläpp sker på sommaren. Belastningen från fiskodlingar och fritidsbebyggelse under sommaren är uppskattat till 2/3 av hela årets belastning. Belastningen från torvtäkter under sommaren har uppskattats med hjälp av schablontal, som gäller för produktionsperioden (Kaikkonen m.fl. 1998) (se kap. 5.1.4 Torvproduktion). Belastningen från jord- och skogsbruket under sommaren har beräknats med hjälp av hur vattenföringen i älven fördelar sig under året. Flö-



Kuva 5.14. Vesistöön tulevan ravinnekuormituksen vuodenaikainen vaihtelu (Räinä 1997).

Bild 5.14. Näringsbelastningen under olika årstiden i vattendrag (Räinä 1997).

osuus on saatu vähentämällä muut kuormitusta aiheuttavat tekijät ainevirtaamasta.

Taulukosta 5.19 ilmenee, että eri kuormituslähteiden osuudet fosforin ja typen ainevirtaamasta koko vuoden ja kesän aikana ovat varsin samanlaisia. Kuitenkin ihmisen aiheuttama kuormitus korostuu jonkin verran kesällä. Taus- takuormituksen osuus ainevirtaamasta on kuitenkin vallitseva, ja sen osuus kokonaisfosforin ainevirtaamasta on noin 80 % ja kokonaistypen ainevirtaamasta noin 85 %.

Vesistöjen luonnollinen tuotanto- taso riippuu luonnonhuuhtouman eli taustakuormituksen suuruudesta. Aino- astaan pieni osa vesistöihin tulevasta fosforista ja tyydestä on kasvillisuuden käytettävissä, koska taustakuormituk- sen sisältämistä ravinteista huomatta- va osa on sitoutunut erilaisiin yhdistei- siin. Rehevöitymisen vaikutuksia alkaa näkyä vasta kun ravinteiden määrä li- sääntyy luonnollista taustakuormitus- ta suuremmaksi. Pistemäisten kuormit- tajien merkitys vesistöjen rehevöittäjä- nä on yleensä suurempi kuin mikä ni- den osuus on vesistöön tulevasta ko- konaiskuormituksesta. Tämä johtuu sii- tä, että suuri osa pistekuormituksen si- sältämästä fosforista ja tyydestä on le- ville käyttökelpoisessa muodossa. Tä- män vuoksi rehevöitymisen vaikutuk- set alkavat usein näkyä ensimmäiseksi lähellä pistekuormituslähteitä. Kemijo- en vesistöalueella pistekuormituksen osuus kokonaisfosforikuormituksesta oli noin 8 % ja kokonaistyyppikuormituk- sesta noin 7 % vuosina 1985–1993, mutta leville käyttökelpoisesta fosforista pis- tekuormituksen osuus oli 20 % ja tyydes- tä 27 %. Kesäaikana pistekuormittajien rehevöittävä vaikutus kasvoi entises- tään, sillä leville käyttökelpoisesta fos- forista noin 38 % ja tyydestä noin 58 % tuli pistekuormituksesta (Pietiläinen ym. 1998).

Tämä ilmiö näkyy myös Tornionjo- en vesistöalueella. Jätevedenpuhdistamoiden osuus koko vuoden kokonais- fosforin ainevirtaamasta on noin 2 %, mutta leville käyttökelpoisen fosfaat- tifosforin määrästä niiden osuus on

dessumman for juli–september motsva- rar ca 31 % av hela årets vattenflöde. Den ämnestransport som orsakas av bakgrundsbelastning, dvs. naturlig ur- lakning och deposition, har beräknats genom att subtrahera ovan nämnda be- lastningskällors andelar från den totala ämnestransporten.

Av tabell 5.19 framgår att den per- centuella andelen av fosfor- och kväve- transporten från olika belastningskällor under ett år respektive under somma- ren är ganska lika. Däremot är den sam- manlagda antropogena belastningens andel något högre under sommaren än under andra årstider. Bakgrundsbelast- ningen dominerar och utgör drygt 80 % av den totala fosfortransporten och ca 85 % av den totala kvävetransporten.

Den produktionsnivå som är na- turlig för ett vattensystem beror på stor- leken på bakgrundsbelastningen. Det är dock endast en mindre del av den fosfor och det kväve som kommer ut i vat- tendragen som kan tas upp av växter ef- tersom en betydande del av närings- ämnena i bakgrundsbelastningen är bundna i olika föreningar. Övergöd- ningseffekter uppstår först när det sker ett tillskott av näringsämnen utöver den naturliga bakgrundsbelastningen. Punktkällornas betydelse för övergöd- ningseffekter i vattendragen är ofta stör- re än vad dess andel av den totala belast- ningen antyder. Det beror på att en stor del av den fosfor och det kväve som kom- mer härifrån föreligger i biotillgänglig form. Därför uppstår ofta övergödningseffekter i nära anslutning till ett punkt- utsläpp. I en beräkning av belastningen i Kemi älvs avrinningsområde var punkt- belastningens andel av totalfosforbe- lastningen ca 8 % och av totalkvävebe- lastningen ca 7 % under åren 1985–1993 medan motsvarande siffror för biolo- giskt lättillgänglig fosfor var 20 % och lättillgängligt kväve 27 %. Under som- maren blev övergödningseffekten av punktkällorna ännu större eftersom ca 38 % av den fosfor och ca 58 % av det kväve som var biotillgängliga härstam- made från olika punktkällor (Pietiläinen m.fl. 1998).

noin 4 %. Kesällä jätevedenpuhdistamoiden osuus kokonaisfosforin ainevirtaamasta on noin 3 %, mutta fosfaattifosforin ainevirtaamasta noin 7 %. Myös kalankasvatuksen sekä haja- ja loma-asutuksen osuus leville käyttökelpoisen fosforin määrästä on suurempi kuin niiden osuus kokonaisfosforin ainevirtaamasta sekä koko vuoden että kesän aikana. Kesäaikana ihmisen toiminnasta aiheutuvan kuormituksen osuus kokonaisfosforin ainevirtaamasta on noin 21 %, mutta leville käyttökelpoisen fosforin määrästä noin 39 %.

Detta förhållande gäller också i Torne älvs vattensystem. Sett över hela året så utgör fosfortransporten från avloppsreningsanläggningarna ca 2 % av den totala, medan deras andel av transporten av biotillgänglig fosfatfosfor är ca 4 %. Under sommaren utgör avloppsreningsverkens andel av den totala fosfortransporten ca 3 % men av denna utgörs ca 7 % av fosfatfosfor. Även fiskodlingarnas samt glesbygds- och fritidsbebyggelsens andel av transporten av biotillgänglig fosfor är större än deras andel av den totala fosfortransporten. Under sommaren utgör den antropoge-

Taulukko 5.19. Arvio Tornionjoen vesistöalueen ainevirtaaman jakautumisesta eri kuormituslähteisiin. Ainevirtaama on esitetty kokonaisfosforin ja -tyypen sekä leville käyttökelpoisten ravinteiden määrinä koko vuoden ja kesän (heinä-syyskuu) ajalta.

Tabell 5.19. Ämnestransporten av fosfor och kväve i Torne älvs vattensystem samt en uppskattning av de olika belastningskällornas andel av denna transport. Ämnestransporten anges per år (hela året) och för sommaren, (juli-september), för den totala transporten av fosfor och kväve samt för andelen biologiskt tillgängliga former av dessa.

	Kokonaisfosfori / Totalfosfor				Kokonaistyyppi / Totalkväve				Leville käyttökelpoinen fosfori / Fosfor tillgängligt för alger				Leville käyttökelpoinen typi / Kväve tillgängligt för alger			
	Koko vuosi / Hela året		Kesä / Sommar		Koko vuosi / Hela året		Kesä / Sommar		Koko vuosi / Hela året		Kesä / Sommar		Koko vuosi / Hela året		Kesä / Sommar	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
Jäteveden- puhdistamot / Avloppsrenings- anläggningar	5370	2	1 340	3	177 800	5	44 500	5	3 760	4	940	7	177 800	30	44 500	
Teollisuus / Industri	10	0	3	0	0	0	0	0	10	0	3	0	0	0	0	0
Kalankasvatus / Fiskodling	270	0	180	0	2 200	0	1 500	0	270	0	180	1	2 200	0	1 500	
Turvetuotanto / Torvprod.	180	0	40	0	2 000	0	900	0	50	0	10	0	300	0	100	
Haja-asutus / Glesbygd	10 580	4	2 640	5	49 700	1	12 400	2	7400	8	1 850	14	49 700	9	12 400	
Loma-asutus / Fritidsbebygg.	670	0	450	1	2 400	0	1 600	0	470	1	320	3	2 400	0	1 600	
Maatalous / Jordbruk	14 930	5	4 630	9	200 200	5	62 100	7	4 480	5	1 390	11	150 200	25	46 600	
Metsätalous / Skogsbruk	5 710	2	1 770	3	35 300	1	10 900	1	1 430	2	440	3	5 300	1	1 600	
<i>Ihmisen aih. kuorm. yht. / Sammanlagd antropogen belastning</i>	37 720	14	11 053	21	469 600	12	133 900	15	17 870	20	5 133	39	387 900	65		
Tausta / Bakgrund	239 210	87	42 140	79	3 364 800	88	768 400	85	70 280	80	8 100	61	204 200	35		
Ainevirtaama / Ämnestransport	276 930		53 190		3 834 400		902 300		88 150		13 230		592 100		31 500	

Ihmisen toiminnan osuus leville käyttökelpoisen typen ainevirtaamasta on myös selvästi suurempi kuin kokonaistypen virtaamasta. Jätevedenpuhdistamoiden osuus kokonaistypen virtaamasta on koko vuoden aikana tarkasteltuna noin 5 %, mutta leville käyttökelpoisen typen määrästä noin 30 %. Kaikkiaan ihmisen toiminnasta aiheutuvan typpikuormituksen osuus kokonaistypen vuotuisesta ainevirtaamasta on noin 12 %, mutta leville käyttökelpoisen typen määrästä noin 65 %. Kesäaikaista tarkastelua epäorgaanisen typen ainevirtaaman jakautumisesta eri kuormituslähteisiin ei voitu tehdä, koska epäorgaanisen typen ainevirtaama oli huomattavasti pienempi kuin mikä on arvioitu olevan eri kuormituslähteistä tulevan leville käyttökelpoisen typen määrä. Tämä voi johtua joko vesistöön tulevan typpikuormituksen yliarvioinnista tai epäorgaanisen typen ainevirtaaman laskemiseen liittyvistä epävarmuustekijöistä. Lisäksi vesistössä tapahtuva epäorgaanisten typpiyhdisteiden sidonta tai vapautuminen (denitrifikaatio) vaikuttavat vesistön typpipitoisuuksiin.

na belastningens andel av fosfortransporten ca 21 % medan dess andel av transporten biotillgänglig fosfor är ca 39 %.

Även andelen av den antropogena belastningen av biotillgänglig kväve är betydligt större än dess andel av den totala kvävetransporten. Sett över hela året kommer ca 5 % av den totala kvävetransporten från avloppsreningsverken. När det gäller mängden biologiskt lättillgängligt kväve så är avloppsreningsverkens andel ca 30 % av det transporterade kvävet. Inalles utgör den antropogena belastningen ca 12 % av hela årets totala transport av kväve. Motsvarande siffra för transporten av biotillgängligt kväve är 65 %. Det har inte varit möjligt att beräkna hur transporten av oorganiskt kväve fördelas mellan olika belastningskällor under sommaren. Det beror på att transporten av oorganiskt kväve var betydligt lägre än den beräknade mängden av biotillgängligt kväve från olika belastningskällor. Orsaken till detta kan antingen vara en övervärdering av kvävebelastningen eller någon av de osäkerhetsfaktorer som hänger samman med beräkningen av ämnestransporten av oorganiskt kväve. Dessutom påverkas kvävehalten i vattendragen av att organismer upptar kväve eller av att oorganiskt kväve frigörs (denitrifikation) i vattnet.

Suomessa ympäristön seurannan ylin vastuu on ympäristöministeriöllä. Ympäristöministeriö määrittelee myös ympäristön seurannan tavoitteet ja strategiat ja seuraa niiden toteutumista yhteistyössä muiden ministeriöiden kanssa sekä koordinoi valtakunnallisten seurantojen eri osa-alueita. Pääkohdat ympäristön seurannassa Suomessa ovat luonnonvarojen seuranta, ympäristöön kohdistuvien paineiden ja niiden aiheuttamien vaikutusten seuranta sekä ympäristön tilan seuranta. Valtakunnan tasolla eri ministeriöiden alaiset valtion laitokset vastaavat ympäristön seurannoista omilla sektoreillaan. Esimerkiksi Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos vastaa pääosin riista- ja kalakantojen seurannasta, Metsätutkimuslaitos metsävarojen ja metsien terveydentilan seurannasta sekä Ilmatieteen laitos ilman laadun ja epäpuhtauksien kulkeutumisen seurannasta. Suomen ympäristökeskus koordinoi ympäristöhallinnon valtakunnallista ympäristön seurantaan. Alueelliset ympäristökeskukset toteuttavat alueillaan ympäristöhallinnon valtakunnallisia seurantaohjelmia ja omia alueellisia seurantojaan. Ympäristöhallinnon seurannat ovat painottuneet vesistöjen, pohjavesien ja hydrologian seurantaan, mutta viime vuosina on kehitetty menetelmiä myös maaympäristön seurantaan. Lisäksi ympäristökeskukset ohjaavat ja valvovat ympäristöä kuormittavien laitosten velvoitetarkkailujen toteutumista (Niemi & Heinonen 2000).

Ruotsissa ympäristön seurannalla tarkoitetaan toimintaa, jossa seurataan ympäristön tilaa, kehityssuuntaa ja vaikutuksia, jotta voidaan nähdä onko annetut ympäristötavoitteet saavutettu.

I Finland har miljöministeriet det högsta ansvaret för miljöövervakningen. Miljöministeriet fastställer mål och strategier för övervakningen och följer i samarbete med övriga ministerier upp att dessa verkställs. Miljöministeriet koordinerar även de olika delområdena inom den nationella övervakningen. Miljöövervakningen i Finland omfattar förutom övervakning av naturtillgångar även övervakning av miljöbelastningen och dess inverkan på miljön samt övervakning av miljöns tillstånd. På riksnivå ansvarar statliga institutioner som lyder under olika ministerier för miljöövervakningen inom sina egna sektorer. Som exempel kan nämnas att Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet huvudsakligen ansvarar för övervakningen av vilt- och fiskbestånden, Skogsforskningsinstitutet sörjer för övervakningen av skogarnas tillstånd samt skogstillgångarna och Meteorologiska institutet ansvarar för övervakningen av luftkvaliteten samt spridningen av luftföroreningar. Finlands miljöcentral är den instans inom miljöförvaltningen som koordinerar den nationella miljöövervakningen. De regionala miljöcentralerna genomför inom ramen för sina verksamhetsområden både nationella övervakningsprogram och egna regionala program. Inom miljöförvaltningen har övervakningen hittills varit koncentrerad till övervakning av sjöar och vattendrag, grundvatten och hydrologi, men under de senaste åren har även metoder för övervakning av landmiljön utvecklats. Miljöcentralerna styr och övervakar också att den övervakning som är obligatorisk för miljöbelastande anläggningar, den s.k. recipientkontrollen, verkställs (Niemi & Heinonen 2000).

Miljöövervakningen i Sverige är den verksamhet där tillstånd, trender och effekter i miljön följs för att avläsa om

Seuranta on jaettu valtakunnalliseen ja alueelliseen osaan. Luonnonhoitovirasto (Naturvårdsverket) vastaa valtakunnallisten seurantojen suunnittelusta ja toteutuksesta, kun taas lääninhallitukset vastaavat alueellisista seurantaohjelmista. Tämän lisäksi ympäristön seurantaan harjoittavat monet eri sektorit ja viranomaiset, joiden tehtävänä on seurata vastuullaan olevan toiminnan ympäristövaikutuksia. Esimerkiksi metsävarojen seurannasta vastaa Metsähallitus, kalakantojen seurannasta Kalastuslaitos, kun taas Tielaitos vastaa tieliikenteen ympäristövaikutusten seurannasta. Kokonaisvaltainen koordinoituvastuu kaikesta ympäristön seurannasta on Luonnonhoitovirastolla. Luonnonhoitovirastossa on ympäristönseurantalautakunta, joka päättää ympäristön seurannan suuntaviivoista ja jakaa varoja sekä valtakunnallisten että alueellisten seurantojen toteuttamiseen. Luonnonhoitoviraston lisäksi lautakuntaan kuuluu mm. eri sektoriviranomaisten, lääninhallitusten ja kuntien edustajia. Tämän lisäksi kaikella ympäristökaaren (Miljöbalken) mukaan luvanvaraisella toiminnalla on velvollisuus harjoittaa ns. itsetarkkailua. Tämä tarkoittaa mm. sitä, että erilaisten tutkimusten avulla tulee seurata toiminnan vaikutuksia lähiympäristöön. Vuosittain toiminnan ympäristökuormituksesta täytyy jättää raportti valvontaviranomaisille. Luonnonhoitovirasto julkaisee yleisiä ohjeita, jotka koskevat valvonnan toteuttamista ja vuosiraporttien sisältöä.

6.1 Veden laadun ja ympäristömyrkkyjen seuranta

Tornionjoen vesistön veden laatua on seurattu sekä Suomen että Ruotsin puolella erilaisten seurantaohjelmien puitteissa 1960-luvulta lähtien (kuva 6.1, taulukko 6.1 ja liite 2). Suomen puolella veden laatua on seurattu jatkuvasti kolmella valtakunnallisella havaintopaikalla Tornion–Muonionjoessa sekä Kilpisjärven ja Miekajärven. Jokihaavaintopaikat kuuluvat valtakunnalli-

antagna miljömål uppfylls. Verksamheten är uppdelad i en nationell och en regional del. Naturvårdsverket har det direkta ansvaret för planering och verkställande av den nationella miljöövervakningen medan länsstyrelserna ansvarar för de regionala övervakningsprogrammen. Dessutom har många olika sektorsorgan och myndigheter i uppgift att utföra miljöövervakning för att följa upp miljöeffekterna av den verksamhet som står under deras tillsyn. Skogsstyrelsen ansvarar exempelvis för övervakning av skogssektorn, Fiskeriverket för övervakning av fiskbestånden medan Vägverket följer upp hur vägtrafiken påverkar miljön. Naturvårdsverket har det övergripande ansvaret för koordineringen av all miljöövervakning. Inom Naturvårdsverket finns en miljöövervakningsnämnd som drar upp riktlinjerna för övervakningen samt fördelar medel till både den nationella och den regionala övervakningen. I nämnden finns representanter förutom från Naturvårdsverket även från olika sektorsmyndigheter, länsstyrelser och kommuner. Dessutom måste alla som bedriver verksamhet som kräver tillstånd enligt miljöbalken utöva s.k. egenkontroll. Detta innebär bl.a. att med hjälp av olika undersökningar följa upp verksamhetens inverkan på närmiljön genom s.k. recipientkontroll. Årligen måste en rapport om verksamhetens miljöbelastning inlämnas till tillsynsmyndigheten. Naturvårdsverket publicerar s.k. allmänna råd som ger anvisningar om hur kontroller ska verkställas samt vilka uppgifter som ska ingå i årsrapporterna.

6.1 Övervakning av vattenkvalitet och miljögifter

Sedan 1960-talet har övervakning av vattenkvalitet på båda sidor av Torne älvs vattensystem utförts inom ramen för olika övervakningsprogram (figur 6.1, tabell 6.1 och bilaga 2). På finsk sida har vattenkvaliteten följts upp kontinuerligt under flera års tid dels vid tre mätstationer i Torne-Muonioälven, dels

seen jokien veden laadun seurantaohjelmaan, jossa näytteitä otetaan neljä kertaa vuodessa (maalis-, touko-, elo- ja lokakuu). Kukkolan havaintopaikka kuuluu maailmanlaajuiseen ympäristön tilan seurantaohjelmaan, minkä johdosta näytteitä otetaan useammin kuin muilta havaintopaikoilta ja analyysivalikoima on laajempi. Näytteitä otetaan vähintään 13 kertaa vuodessa painottuen tulvakautiin. Tengeliönjoen havaintopaikan seuranta lopetettiin vuonna 1993, mutta seuranta jatkettiin uudelleen vuonna 2000. Tällöin kaikki havaintopaikat, jotka kuuluvat valtakunnalliseen jokien tai järvi- en veden laadun seurantaohjelmaan tulivat mukaan Euroopan laajuiseen seurantaaverkostoon EUROWATERNET. Järvistä otetaan näytteitä fysikaalis-kemiallisia analyysejä varten kolme kertaa vuodessa (maalis-, elo- ja lokakuu), minkä lisäksi niistä otetaan myös kasviplanktonnäytteet kolmen vuoden välein heinäkuussa.

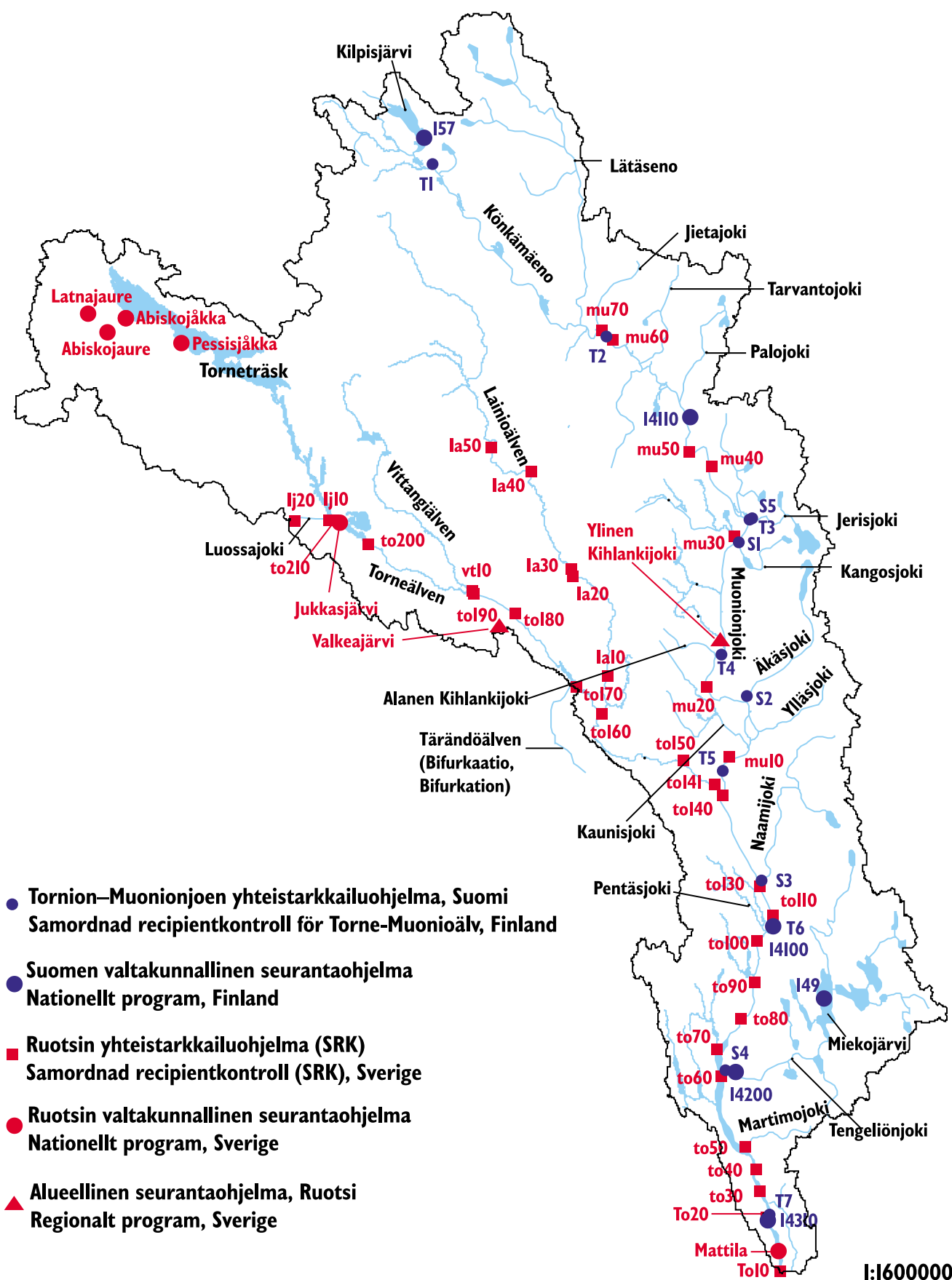
Suomen puolelta Kukkolan havaintopaikan läheisyydestä kerätään vuosittain haukinäytteitä, joista analysoidaan raskasmetalleja ja orgaanisia ympäristömyrkyjä. Tähän liittyen otetaan myös vesinäytteitä organokloorianalyysejä varten (katso myös luku 7.6.3 Orgaaniset ympäristömyrkyt vesiympäristössä).

Ruotsissa valtakunnalliseen ympäristön tilan seurantaohjelmaan liittyen tehdään jatkuvia veden laadun mittauksia useissa jokivesissä ja järvissä koko maassa. Tornionjoen vesistöalueella ohjelmaan sisältyy kaksi vesistöalueen yläosassa sijaitsevaa järveä, Abiskojaure ja Latnajaure. Abiskojauresta otetaan vesinäytteitä sekä kasvi- ja eläinplanktonnäytteitä useita kertoja vuodessa (liite 2). Pohjaeläimiä ja kaloja kerätään vuosittain. Kaloista analysoidaan ympäristömyrkyjen esiintymistä. Latnajauresta otetaan vesinäytteitä neljä kertaa sekä kasviplankton- ja pohjaeläinnäytteitä kerran vuodessa. Virtaavassa vedessä on tällä hetkellä kolme havaintopaikkaa, joista kaksi, Abiskojäkka (suom. Abiskojoki) ja Pessisjäkka laskevat Tornionjärveen ja kolmas sijaitsee Tornionjoen suulla Mattilassa. Havaintopaikoilta otetaan näytteet kerran kuukaudessa ja niistä analysoidaan tavallisimpien vedenlaa-

i sjöarna Kilpisjärvi och Miekojärvi. Mätstationerna i vattendragen ingår i ett nationellt övervakningsprogram som mäter vattenkvaliteten i älvarna. Vattenprover tas fyra gånger per år (mars, maj, augusti och oktober). Vid mätstationen i Kukkola som ingår i ett världsomfattande miljöövervakningsprogram tas prover oftare än vid övriga mätstationer samtidigt som fler variabler analyseras. Prover tas här minst 13 gånger per år, med tätare intervall under högflödesperioder. Övervakningen vid mätstationen i Tengeliönjoki upphörde 1993, men har återupptagits år 2000 eftersom alla mätstationer inom de nationella övervakningsprogrammen av vattenkvalitet i sjöar och vattendrag då införlivades i det europeiska övervakningsnätet EUROWATERNET. I sjöarna tas prover tre gånger per år (mars, augusti och oktober) för fysikalisk-kemisk analys och vart tredje år tas i juli dessutom växtplanktonprover.

I närheten av mätstationen vid Kukkola infångas årligen gädda i vilka halten tungmetaller och organiska miljögifter analyseras. I samband med detta tas också vattenprover för analys av organiska klorföreningar (se även kap. 7.6.3 Organiska miljögifter i vattenmiljöer).

Inom ramen för det nationella miljöövervakningsprogrammet i Sverige utförs kontinuerliga mätningar av vattenkvaliteten i ett antal sjöar och vattendrag i hela landet. Inom Torne älvs avrinningsområde omfattar programmet sjöarna Abiskojaure och Latnajaure i avrinningsområdets övre del. I Abiskojaure tas vattenprover och prover för studier av fytoplankton och zooplankton flera gånger per år (bilaga 2). Bottenfauna och fisk insamlas årligen. Fisken analyseras med avseende på förekomst av miljögifter. I Latnajaure tas vattenprover fyra gånger och fytoplankton samt bottenfauna insamlas en gång per år. För närvarande finns tre mätstationer vid strömmande vatten. Två av dessa ligger vid Abiskojäkka och Pessisjäkka, vilka mynnar i Torneträsk och den tredje ligger vid Mattila i Torne älvs mynning. Vid mät-



Kuva 6.1. Veden laadun seurannan havaintopaikat Tornionjoen vesistöalueella.

Figur 6.1. Mätstationer för övervakning av vattenkvalitet i Torne älvs avrinningsområde.

tumuuttujien lisäksi raskasmetallit. Vuodesta 2000 lähtien Abiskojoesta ja Pessisjåkasta on kerätty pohjaeläinnäytteet. Aikaisemmin oli lisäksi yksi havaintopaikka Tornionjoessa Jukkasjärvellä, josta on mittaustuloksia 1970-luvun puolivälistä vuoteen 1995 saakka, jolloin seuranta lopetettiin (taulukko 6.1 ja kuva 6.1). Norrbottenin läänin alueellisen ympäristön tilan seurantaohjelman puitteissa otetaan lisäksi näytteitä Muonionjokeen laskevasta Ylisestä Kihlankijosta ja Valkeajärvestä, joka sijaitsee Vittangin kaakkoispuolella. Ylisessä Kihlankijossa seurataan tulva-aikaisia veden laadun muutoksia 20–30 kertaa vuodessa ja otetaan pohjaeläinnäytteitä kaksi kertaa vuodessa, kun taas Valkeajärvestä näytteitä otetaan neljästi vuodessa.

Näiden vuosittain toistuvien veden laadun seurantojen lisäksi sekä Suomen että Ruotsin puolella on tehty kartoitusluonteisia veden laadun tutkimuksia vesistöalueen eri osissa. Vuodesta 1972 lähtien Ruotsissa on tehty noin viiden vuoden välein koko maan kattavia järvien tutkimuksia, niin sanottuja valtakunnaninventointeja. Ensimmäisillä kerroilla inventoinnit käsittivät ainoastaan fysikaalis-kemiallisia mittauksia, mutta vuodesta 1995 lähtien osasta järviä otettiin myös pohjaeläinnäytteet. Samana vuonna ohjelmaa laajennettiin käsittämään pienet jokivedet, joista kerättiin vesi- ja pohjaeläinnäytteet. Suomessa ensimmäinen valtakunnallinen järvikartoitus tehtiin vuonna 1987 ja sen tarkoituksena oli erityisesti järvien happamoitumistilanteen kartoittaminen. Kartoituksen perusteella happamoitumisen seurantaan valittiin noin 160 järveä, joiden veden laatua on seurattu vuosittain syystäyskierron aikana vuodesta 1990 lähtien. Ohjelmaan sisältyy neljä Tornionjoen vesistöalueella sijaitsevaa järveä, joista kolme sijaitsee Enontekiöllä ja yksi Ylitornionilla. Vuonna 1995 Norja, Ruotsi ja Suomi järjestivät yhteispohjoismaisen järvikartoituksen, jossa käytettiin yhtenäisiä havaintopaikkojen valintakriteerejä sekä vertailukelpoisia näytteenotto- ja analyysimenetelmiä. Järvikartoituksessa oli mukana Tornionjoen vesistöalueen Ruotsin puolei-

stationerna tas prover en gång i månaden och förutom de vanliga vattenkvalitetsvariablerna analyseras också halten tungmetaller i proverna. Med start år 2000 insamlas bottenfauna i Abiskojäcka och Pessisjåkka. Tidigare fanns även en mätstationen vid Jukkasjärvi och från denna finns mätresultat från mitten av 1970-talet fram till 1995 då verksamheten vid mätstationen upphörde (tabell 6.1, figur 6.1). Inom ramen för det regionala miljöövervakningsprogrammet för Norrbottens län tas även prover i Ylinen Kihlankijoki, som är ett biflöde till Muonio älv, samt i sjön Valkeajärvi sydost om Vittangi. I Ylinen Kihlankijoki, följs förändringarna i vattenkvaliteten under högflödesperioden 20–30 gånger per år och bottenfaunan undersöks två gånger per år medan prover tas i Valkeajärvi fyra gånger årligen.

Utöver den årligen löpande övervakningen av vattenkvaliteten har det på både finsk och svensk sida gjorts undersökningar i vilka man huvudsakligen kartlagt vattenkvaliteten inom olika delar av avrinningsområdet. Vart femte år med start 1972 har riksomfattande undersökningar av sjöar utförts i Sverige, den s.k. riksinventeringen. Denna omfattade de första gångerna endast fysikalisk-kemiska mätningar men från och med 1995 ingår också provtagning av bottenfauna i ett urval av sjöarna. Samma år utvidgades programmet även till att omfatta små vattendrag med insamling av vattenprover och bottenfauna. I Finland gjordes den första riksomfattande sjöinventeringen 1987 och då kartlades speciellt försurningstillståndet i landets sjöar. Med resultaten av kartläggningen som grund utvaldes ca 160 sjöar för fortsatt övervakning av surhetstillstånd och vattenkvalitet. Sedan 1990 har dessa provtagits varje år under höstcirkulationen. I programmet ingår fyra sjöar från Torne älvs avrinningsområde, varav tre ligger i Enontekiös och en i Ylitornio. 1995 genomfördes i Norge, Sverige och Finland en samnordisk riksinventering av vattenkvaliteten i sjöar i vilken enhetliga urvalskriterier på mätstationerna samt jämförbara provtagnings- och analysmetoder tillämpades. I under-

Taulukko 6.1. Tornionjoen vesistöalueella olevat valtakunnalliset (valt.) ja alueelliset (al.) veden laadun seurannan havaintopaikat, seurantojen alkamis- ja päättymisajankohta sekä seurannan tiheys. Seurantaohjelmissa tehtävät analyysit on esitetty liitteessä 2.

Tabell 6.1. Mätstationer inom Torne älvs vattensystem som ingår i de nationella (nat.) och regionala (reg.) programmen för övervakning av vattenkvalitet med årtal för när övervakningen inletts och upphört samt provtagningsfrekvens. Analyser som utförs inom de olika övervakningsprogrammen anges i bilaga 2.

		Seuranta Övervakningen		
Havaintopaikka Mätstation		Alkoi Inleddes	Päätyi Upphörde	Seurannan tiheys Provtagningsfrekvens
Suomi Finland				
Muonionjoki Palojoensuu 14110	valt.	1971	jatkuu	4 x/vuosi
Muonio älv vid Palojoensuu 14110	nat.		pågår	4 ggr/år
Tornionjoki Pello 14100	valt.	1962	jatkuu	4 x/vuosi
Torne älv vid Pello 14100	nat.		pågår	4 ggr/år
Tornionjoki Kukkola 14310	valt.	1979	jatkuu	13 x/vuosi
Torne älv vid Kukkola 14310	nat.		pågår	13 ggr/år
Tengeliönjoki 14200	valt.	1962	1993	4 x/vuosi
	nat.	2000	jatkuu/pågår	4 ggr/år
Kilpisjärvi 157	valt.	1975	jatkuu	3 x/vuosi
	nat.		pågår	3 ggr/år
Miekojärvi 149	valt.	1968	jatkuu	3 x/vuosi
	nat.		pågår	3 ggr/år
Ruotsi Sverige				
Abiskojärkka	valt.	1982	jatkuu	12 x/vuosi
	nat.		pågår	12 ggr/år
Pessisjärkka	valt.	2000	jatkuu	12 x/vuosi
	nat.		pågår	12 ggr/år
Tornionjoki Jukkasjärvi	valt.	1975	1995	12 x/vuosi
Torne älv vid Jukkasjärvi	nat.			12 ggr/år
Tornionjoki Mattila	valt.	1969	jatkuu	12 x/vuosi
Torne älv vid Mattila	nat.		pågår	12 ggr/år
Ylinen Kihlankijoki	al. reg.	1991	jatkuu pågår	20-30 x/vuosi 20-30 ggr/år
Latnajaure	valt. nat.	1983	jatkuu pågår	4 x/vuosi 4 ggr/år
Abiskojaure	valt. nat.	1988	jatkuu pågår	4 x/vuosi 4 ggr/år
Valkeajärvi	al. reg.	1983	jatkuu pågår	4 x/vuosi 4 ggr/år

selta osalta 178 järveä ja Suomen puolelta 26 järveä. Ruotsissa tutkittiin lisäksi 28 joen veden laatua ja pohjaeläimistöä. Syksyllä 2000 Ruotsissa toistettiin valtakunnaninventointi, jossa olivat mukana samat järvet ja joet kuin vuonna 1995. Suomessa järvikartoitus uusiin vuonna 2005.

Suomen puolella on seurattu joidenkin sivujokien (mm. Jietajoki, Jerisjoki, Kangosjoki) tulva-aikaisia veden laadun muutoksia tiheän näytteenoton avulla. Pajalan kunnassa Ruotsin puolella tutkittiin vuosina 1991 ja 1992 useiden pienten jokien veden laatua, joista 15 kuuluu Tornionjoen vesistöalueelle. Jokien veden laatua seurattiin keskimäärin 8 kertaa huhtikuusta heinäkuuhun lukuun ottamatta muutamia puroja, joiden veden laatua seurattiin loka-kuulle saakka. Ohjelmaan sisältyi myös pohjaeläinnäytteenottoa.

6.2 Velvoitetarkkailu

Suomessa jätevesien tai muiden vesistöä pilaavien aineiden vaikutusten tarkkailuvelvoite perustui aikaisemmin vesilakiin ja sen perusteella annettuihin päätöksiin. Maaliskuussa 2000 tuli voimaan uusi ympäristönsuojelulaki, johon on sisällytetty kaikki ympäristön pilaantumista koskevat lait. Tämän mukaan lupaharkinnassa arvioidaan samanaikaisesti kaikki toiminnan ympäristövaikutukset. Lupaviranomaisina toimivat toiminnan laadusta ja laajuudesta riippuen ympäristölupavirastot, alueelliset ympäristökeskukset tai kuntien ympäristönsuojeluviranomaiset. Lupaviranomaisen päätöksissä annetaan lupamääräyksiä, jotka koskevat mm. päästöjen määrää ja ehkäisemistä sekä toiminnan, päästöjen ja niiden vaikutusten tarkkailua eli ns. velvoitetarkkailua. Tarkkailuohjelmat hyväksyy yleensä alueellinen ympäristökeskus tai antamiensa lupien osalta kunnan ympäristönsuojeluviranomainen, jotka myös valvovat lupapäätösten noudattamista. Toiminnan käyttötarkkailua toteuttavat yleensä toiminnanharjoittajat itse. Kuormitustarkkailua tekevät isot teollisuuslaitokset itsetarkkailuna, ja pienten tai keskisuurten toi-

sökningen ingick 178 sjöar på den svenska och 26 på den finska sidan av Torne älvs avrinningsområde. I Sverige analyserades även 28 vattendrag med avseende på vattenkvalitet och bottenfauna. Under hösten 2000 upprepades riksinventeringen i Sverige med provtagning i samma sjöar och vattendrag som 1995. I Finland kommer sjöinventeringen att upprepas 2005.

På finsk sida har man genom frekvent provtagning följt upp förändringarna i vattenkvaliteten under höglödesperioder i några biflöden, bl.a. Jietajoki, Jerisjoki och Kangosjoki. I Pajala kommun på svensk sida undersöktes vattenkvaliteten 1991 och 1992 i flera små vattendrag, varav 15 hör till Torne älvs vattensystem. Prover togs i genomsnitt 8 gånger under tiden april-juli med undantag av några bäckar där prover togs ända fram till oktober. I programmet ingick även insamling av bottenfauna.

6.2 Egenkontroll

Skyldigheten att övervaka effekterna av spillvatten eller andra ämnen som påverkar vattnet grundade sig i Finland tidigare på vattenlagen och de beslut som baserades på denna. I mars 2000 trädde den nya miljöskyddslagen i kraft och den innehåller samtliga lagar som gäller miljöstörande verksamhet. Enligt lagen ska alla miljökonsekvenser av en verksamhet bedömas samtidigt vid en tillståndsprövning. Beroende på verksamhetens karaktär och omfattning fungerar miljötillståndsverken, de regionala miljöcentralerna eller de kommunala miljöförvaltningsmyndigheterna som miljötillståndsmyndigheter. I de beslut tillståndsmyndigheterna utfärdar anges villkoren för verksamheten. Av villkoren framgår oftast bl.a. vilka utsläpp som får förekomma och mängden av dessa samt att verksamhetens drift, utsläpp och påverkan på miljön ska övervakas genom s.k. kontrollprogram. Kontrollprogrammen är normalt godkända av miljöcentralen eller beträffande sina egna beslut de kommunala miljöförvaltningsmyndigheterna, som också båda övervakar

mintojen osalta kuormitustarkkailua suorittavat pätevyytensä osoittaneet konsulttitoimistot tai tutkimuslaitokset. Ne toteuttavat myös kaikki vesistön tai muun ympäristön tilan tarkkailut.

Ruotsissa ympäristön kannalta haitallista toimintaa koskevan luvan antaa joko lääninhallitus tai ympäristöoikeus. Yksinkertaistetusti voidaan sanoa, että ympäristöoikeudet vastaavat lupahakemusten käsittelystä isompien toimintojen osalta, joilla arvioidaan olevan vakavampia ympäristövaikutuksia, kun taas lääninhallitukset vastaavat käsittelystä muiden toimintojen osalta. Tietyissä tapauksissa, esim. kaivos-, teräs- tai metsäteollisuuslaitosten yhteydessä vaaditaan hallituksen lupaharkintaa ennen kuin ympäristöoikeus voi ilmoittaa luvan myöntämisestä. Lääninhallituksen tai ympäristöoikeuden päätöksestä voidaan valittaa ympäristöylioikeuteen, joka toimii lopullisena lupaa käsittelevänä viranomaisena. Toiminnan luonteesta riippuen ympäristöön vaikuttavan toiminnan valvonta kuuluu lääninhallitukselle tai kunnan ympäristötoimistolle. Ruotsin uuden vuonna 1999 voimaan astuneen ympäristölainsäädännön (Miljöbalken) mukaan toiminnanharjoittajan täytyy tietää toiminnan ympäristövaikutukset. Siten toiminnanharjoittaja vastaa siitä, että ns. itsetarkkailun avulla seurataan sekä toimintaa, päästöjä että niiden ympäristövaikutuksia. Jos itsetarkkailua ei ole toteutettu hyväksyttävällä tavalla, voivat valvontaviranomaiset määrätä toiminnalle sopivan tarkkailun suorittamisesta.

Tornionjoen vesistöalue muodostaa kuitenkin poikkeuksen molemmista maissa, sillä vesistöalueella noudatetaan Suomen ja Ruotsin välistä rajajokisopimusta, jonka perusteella lupaviranomaisena vesistön pilaantumista ja rakentamista koskevan toiminnan osalta on suomalais-ruotsalainen rajajokikomissio. Lupapäätösten noudattamisen valvonnan ja velvoitetarkkailun osalta toimitaan asianosaisen maan lainsäädännön mukaisesti. Joissakin

att miljötillstånden följs. Verksamhetens driftskontroll genomförs normalt av verksamhetsutövaren själv. Stora industrier utför utsläppskontroll som egenkontroll. På små eller medelstora verksamheter utförs detta av privata konsultföretag eller forskningsinstitut med dokumenterad kompetens. De genomför också recipientkontroll av vatten och övrig närmiljö.

I Sverige lämnas tillstånd för miljöfarlig verksamhet antingen av länsstyrelse eller miljödomstol. Förenklat kan sägas att miljödomstolarna ansvarar för prövningen av större verksamheter som bedöms ha allvarigare konsekvenser för miljön medan länsstyrelserna ansvarar för övriga verksamheter. I vissa fall, t.ex. gruv-, stål- eller skogsindustrier, krävs ett beslut om tillåtlighetsprövning av regeringen innan miljödomstolen får meddela tillstånd för verksamheten. Beslut av länsstyrelse eller miljödomstol kan överklagas och som slutlig prövningsinstans finns en miljööverdomstol. Beröende av verksamhetens art ansvarar antingen länsstyrelsen eller de kommunala miljökontoren för tillsynen av den miljöstörande verksamheten. Enligt miljöbalken som trädde i kraft 1999 måste en verksamhetsutöväre ha goda kunskaper om hur verksamheten påverkar miljön. Detta innebär att verksamhetsutövaren ansvarar för att genom s.k. egenkontroll utföra undersökningar av såväl anläggning och utsläpp som recipientpåverkan. Ifall egenkontrollen inte genomförs på ett acceptabelt sätt kan tillsynsmyndigheten ålägga om lämplig kontroll av verksamheten.

Torne älvs avrinningsområde utgör dock ett undantag i båda länderna, därför att det finns ett avtal mellan Finland och Sverige, den s.k. gränsälvsöverenskommelsen, enligt vilket den svensk-finska gränsälvskommissionen fungerar som tillståndsmyndighet för verksamhet och åtgärder som påverkar vattnet i gränsälven. När det gäller tillsyn av hur tillstånd efterlevs och hur recipientkontroll genomförs förfar man enligt lagstiftningen i vederbörande

tapauksissa voivat molempien maiden valvontaviranomaiset hyväksyä velvoitetarkkailuohjelman.

Suomen puolella on vuodesta 1981 alkaen toteutettu Tornion-Muonionjoen yhteistarkkailuohjelmaa, joka käsittää pääuoman ja pistekuormittajien vaikutuspiirissä olevien sivuvesistöjen vesistötarkkailut (kuva 6.1). Tarkkailua suoritetaan kolme kertaa vuodessa: alivirtaamakaushina maalishuhtikuussa ja heinä-elokuussa sekä toukokuussa tulva-aikaan. Tarkkailuohjelmassa näytteistä analysoidaan tavallimmat vedenlaatumuuttujat (liite 2). Yhteistarkkailuohjelman lisäksi osalla toiminnanharjoittajista on myös oma lähialueen vesistötarkkailuohjelma. Lisäksi Suomen puolella on ojitushankkeeseen liittyvä Luoma-, Martimo- ja Torniojokea koskeva tarkkailuohjelma.

Vuosina 1974–1990 Norrbottenin läänissä toteutettiin yhtenäistä vesistötarkkailua (SRK). Tornionjoen vesistöalueella oli yhteensä 37 havaintopaikkaa (kuva 6.1) ja näytteitä otettiin kahdesti vuodessa (maalis- ja syyskuu). Näytteistä analysoitiin seuraavat muuttujat: lämpötila, pH, sähköjohtavuus, väriluku, kokonaistyyppi, kokonaisfosfori, COD_{Mn} ja lämpökestoiset koliformiset bakteerit. Tarkkailuohjelman tulokset arvioitiin vuonna 1992 ja arvioinnin perusteella näytti siltä, että ohjelman perusteellinen tarkistaminen on välttämätöntä. Tornionjoen Ruotsin puoleiselle osalle on laadittu ja otettu käyttöön uusi tarkkailuohjelma keväällä 2001.

6.3 Kalakantojen seuranta

Suomessa Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos (RKTL) on kerännyt ja raportoinut säännöllisesti tutkimustietoa Tornionjoen vesistön kalakannoista 1970-luvun alkupuolelta lähtien. Seuranta ja tutkimustoimintaa on tehty myös yhteistyössä ruotsalaisten viranomaisten ja tutkimuslaitosten kanssa. Ruotsissa Kalastuslaitos (Fiskeriverket) vastaa Tornionjoen vesistöalueen kalaston tilan seurannoista.

land. I några fall kan kontrollprogram godkännas av tillsynsmyndigheterna på båda sidor av gränsen.

Sedan 1981 har det på finsk sida av Torne-Muonioälven genomförts ett samordnat kontrollprogram som omfattar recipientkontroll i älvens huvudfåra och i de biflöden som är utsatta för punktbelastning (figur 6.1). Kontrollen utförs tre gånger per år, nämligen under lågvattenperioder i mars–april och i juli–augusti samt under högvattentid i maj. I programmet ingår analyser av de vanligaste vattenkvalitetsvariablerna (se bilaga 2). Förutom det samordnade kontrollprogrammet har en del verksamhetsutövare egna recipientkontrollprogram för närområdet. Dessutom finns på den finska sidan ett kontrollprogram i anslutning till utdikningsprojekt i Luomajoki, Martimajoki och Torne älv.

Under åren 1974–1990 genomfördes i Norrbottens län ett program för samordnad recipientkontroll av vattendrag (SRK). Sammanlagt 37 mätstationer låg inom Torne älvs vattensystem (figur 6.1). Vid dessa mätstationer togs prover två gånger per år (mars och september) och följande parametrar analyserades: temperatur, pH, elektrisk ledningsförmåga, färgtal, totalkväve, totalfosfor och COD_{Mn} samt förekomsten av värmetåliga koliforma bakterier. Resultaten utvärderades 1992 och det visade sig då att det var nödvändigt med en genomgripande revidering av programmet. Ett nytt program har därför utarbetats för den svenska sidan av Torne älv och tagits i bruk våren 2001.

6.3 Övervakning av fiskbestånden

I Finland har Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet (RKTL) sedan början av 1970-talet samlat uppgifter och regelbundet rapporterat om resultaten från undersökningar som gäller fiskbestånden i Torne älv. Övervakning och forskning har även gjorts i samarbete med svenska myndigheter och forskningsanstalter. I Sverige ansvarar Fiskeriverket för övervakningen av fiskbestånden i Torne älv.

Suomessa 1970- ja 1980-luvuilla tehdyissä selvityksissä kerättiin tietoa ja kaikkien kotitarvekalastuksen kohteena olevien lajien kalakannoista ja saaliista. Ajallisesti kattavin samalla menetelmällä tehty saalisseuranta käsittelee paikallisten kotitarve- ja virkistyskalastajien kalastusta vuosina 1982–1989. Paikallisen kotitarve- ja virkistyskalastuksen lisäksi on selvitetty ulkopaiikkakuntalaisten virkistyskalastajien ja ammattikalastajien kalastusta eri pituisina jaksoina. 1990-luvun alusta lähtien seurannassa on keskitytty lohi- ja meritaimenkantojen tilan seurantaan.

Tornionjoen lohi- ja meritaimenkantojen tilan seurannan tavoitteena on tuottaa tietoa kantojen tilan sekä kalastuksen ja kalaston hoidon vaikutusten arviointia varten. RKTL ja Fiskeriverket tekevät vuosittain koekalastuksia ja muita tutkimuksia hankkiakseen tietoa kalakantojen tilasta ja kehityksestä. Tehtävät tutkimukset ovat suurelta osin samanlaisia sekä Suomen että Ruotsin puolella, mutta menetelmät ja tutkimuksen laajuus voivat olla joissakin tapauksissa erilaisia. Eroja on esimerkiksi saaliin määrän arvioinnissa, joka toteutetaan vuosittain kalastuskyselyn avulla. Vuoteen 1996 saakka Suomen puolella saaliskyselyt lähetettiin alueen kuntien asukkaille väestörekisteriin pohjautuvan otannan perusteella. Vuodesta 1996 lähtien lohi- ja taimensaaliit on tilastoitu ns. yhteisluvan ostaneille kalastajille suunnatulla otantakyselyllä (Romakkaniemi ym. 2000). Ruotsin puolella on valittu tietty joukko kalastajia ja kalastusoikeuden haltijoita, jotka saavat vuosittain vastata kalansaaliita koskevaan kyselyyn.

Koekalastusten ja muiden tutkimusten avulla kerätään tietoa mm. lohi- ja meritaimenkantojen koosta ja rakenteesta, kasvusta, tuotannosta sekä luonnonkalojen ja istukkaiden esiintymisestä ja niiden välisistä eroista. Kalojen merkinnän ja takaisinpyynnin avulla saadaan tietoa mm. vaelluspoikasten määrästä, kalojen vaelluskäyttäytymisestä ja kalakantoihin kohdistuvasta kalastuspaineesta. Muutaman vuoden välein kaloista otetaan kudosnäytteitä, joista analy-

I de utredningar som gjordes på 1970- och 1980-talen i Finland insamlades uppgifter om fiskbestånden och fångsterna av samtliga fiskarter som är av intresse för husbehovsfisket. Den uppföljning av fångsterna som omfattar det lokala husbehovs- och fritidsfisket under åren 1982–1989 är den mest långvariga med samma metod utförda undersökning som gjorts inom Torne älvs vattensystem. Förutom det lokala husbehovs- och fritidsfisket har även turistfisket och yrkesfisket undersökts under flera olika långa perioder. Sedan början av 1990-talet har dock övervakningen i huvudsak gällt utvecklingen av lax- och havsöringsbestånden.

Syftet med övervakningen av lax- och havsöringsbestånden i Torne älv är att få fram uppgifter så att både beståndens tillstånd samt effekter av fisket och fiskevårdande åtgärder kan utvärderas. RKTL och Fiskeriverket utför årligen provfisken och andra undersökningar för att få uppgifter om fiskbestånden och hur de utvecklas. På både den finska och den svenska sidan utförs i stort sett samma undersökningar men undersökningsmetoderna och undersökningarnas omfattning kan i vissa fall vara olika. Det här gäller t.ex. den uppskattning av fångstmängderna som varje år utförs med hjälp av enkätundersökningar. Fram till 1996 skickades enkäterna i Finland ut till ett antal ur befolkningsregistret slumpvis utvalda invånare i områdets kommuner. Sedan 1996 har statistikuppgifterna om fångsterna av lax och öring baserat sig på stickprovsundersökningar som riktats enbart till fiskare som har köpt det s.k. gemensamma fiskekortet (Romakkaniemi m.fl. 2000). På den svenska sidan har ett bestämt antal fiskerättsägare och fiskare valts ut som varje år får besvara denna fångstenkät.

Genom provfiske och andra undersökningar insamlas uppgifter om bl.a. lax- och havsöringsbeståndens storlek, sammansättning, tillväxt och produktion. Man får också uppgifter om förekomsten av vilda och utplanterade fiskar och skillnaderna mellan bestånden. Genom märkning och återfångst av fiskar erhålls även uppgifter om bl.a. total-

soidaan kannan geneettistä rakennetta ja sen muuttumista. Mädin haudontakokeiden avulla on seurattu M74-oireyhtymän aiheuttamaa lohenpoikasten kuolleisuutta (ks. myös luku 2.5.1 Vaelluskalat). Suomen puolella on muutaman vuoden ajan pyritty selvittämään jokeen nousevien lohien määrää kaikuluotaustekniikan avulla.

Lohen ja taimenen poikasmäärien kehitystä seurataan vuosittain loppukesällä tehtävien sähkökoekalastusten avulla. Suomen puolella Tornionjoen–Muonionjoen pääuomassa on kalastettu 1990-luvulla noin 40–55 ja sivujoissa yleensä 10–20 koealaa vuosittain. Suomen puolella tärkeimmät meritaimenen lisääntymisjoet ovat Naamijoki, Äkäsjoki, Pakajoki ja Kangosjoki. Näissä joissa koekalastukset tehdään vuosittain. Ruotsin puolella sähkökoekalastuksia on tehty rajajoessa sekä Ruotsin puoleisessa Tornion- ja Lainionjoessa vuosittain 30–40 koealalla ja sivujokia on kalastettu 1–3 vuoden välein. Sähkökoekalastuksia on tehty mm. Alasella ja Ylisellä Kihlankijoella, Merasjoella ja Parkajoella.

antalet smolt, fiskarnas vandringsbeteende och det fisketryck bestånden utsätts för. I vävnadsprover från fiskar undersöks med några års mellanrum den genetiska strukturen och dess förändring hos fiskbestånden. Med hjälp av romkläckningsförsök kan man uppskatta den dödlighet hos laxyngel som orsakas av M74-syndromet (se även kap. 2.5.1 Vandringsfisk). Med ekolodsteknik har man på finsk sida under några års tid försökt beräkna den mängd lax som stiger upp i älven

Utvecklingen av yngelbestånden av lax och öring undersöks årligen i slutet av sommaren med hjälp av elfiske. På 1990-talet har detta fiske årligen utförts på 40–55 lokaler i huvudfåran på den finska sidan av Torne-Muonioälv och på 10–20 lokaler i biflödena. På den finska sidan är Naamijoki, Äkäsjoki, Pakajoki och Kangosjoki de viktigaste vattendragen där havsöringen leker. Dessa vattendrag provfiskas årligen. På den svenska sidan av gränsälven och i svenska Torne och Lainio älvar utförs elfiske på 30–40 lokaler årligen medan biflöden har provfiskats med ett–tre års mellanrum. Elfiske har bl.a. utförts i Alanen Kihlankijoki, Ylinen Kihlankijoki, Merasjoki och Parkajoki.

7.1 Aineisto ja menetelmät

Tornionjoen vesistön tilaa tarkastellaan luvussa 6 esitettyjen seuranta-aineiston (kuva 6.1) sekä muun olemassa olevan tutkimusaineiston pohjalta. Tässä raportissa käytettyjen vedenlaatumuutujien nimet sekä niistä käytetyt lyhenteet on esitetty liitteessä 1. Sekä Suomessa että Ruotsissa vesianalyysit tehdään kansallisten tai kansainvälisten standardimenetelmien mukaisesti. Lapin läänin alueella sijaitsevien valtakunnallisten seurantahavaintopaikkojen vesinäytteet analysoidaan perusanalyysien osalta Lapin ympäristökeskuksen laboratoriossa Rovaniemellä. Erikoisanalyysit tehdään joko Pohjois-Pohjanmaan (Oulu) tai Suomen ympäristökeskuksen (Helsinki) laboratoriossa. Norrbottenin läänin alueella sijaitsevien valtakunnallisten havaintopaikkojen vesinäytteet analysoidaan Ruotsin maatalousyliopiston ympäristöanalyysien laitoksella (SLU) Uppsalassa. Tässä yhteydessä ei ole verrattu toisiinsa näissä laboratorioissa käytössä olevia menetelmiä, mutta tehtyjen vertailukokeiden perusteella näiden laboratorioiden käyttämät menetelmät vastaavat suurimmaksi osaksi toisiaan ja niiden saamat tulokset ovat olleet muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta vertailukelpoisia (Mäkinen ym. 1996, Hovind 1998, Hovind 1999).

Kuitenkin käytössä olevissa menetelmissä on myös joitakin eroja. Esimerkiksi Suomessa veden väriluku määritetään komparaattorimenetelmällä käyttäen platinakoboltti-kloridiliuosta vertailuliuksena. Ruotsissa ei tehdä vastaavaa värin määritystä, vaan veden absorbanssi mitataan aallonpituudella 420 nm suodatetusta ja suodattamattomasta näytteestä. Vertailtavuuden

7.1 Material och metoder

Tillståndet i Torne älvs vattensystem kommer här att beskrivas utifrån det analysmaterial som presenteras i kapitel 6 (figur 6.1) samt från andra tillgängliga undersökningar. Namn och förkortningar på vattenkvalitetsvariablerna som används i denna rapport anges i bilaga 1. I både Finland och Sverige utförs vattenanalyserna enligt nationella eller internationella standardmetoder. De vanligaste vattenkvalitetsvariablerna i de vattenprover som tas vid de nationella mätstationerna i Lapplands län analyseras i laboratoriet vid Lapplands miljöcentral i Rovaniemi. Specialanalyserna utförs antingen i laboratoriet vid Norra Österbottens miljöcentral (Uleåborg) eller vid Finlands miljöcentral (Helsingfors). De vattenprover som tas vid de nationella mätstationerna i Norrbottens län analyseras vid Institutionen för miljöanalys vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) i Uppsala. I denna rapport har analysmetoderna vid de olika laboratorierna inte jämförts, men enligt jämförelsetester motsvarar analysmetoderna i stort sett varandra och med enstaka undantag har resultaten varit jämförbara (Mäkinen m.fl. 1996, Hovind 1998, Hovind 1999).

Det finns dock några skillnader mellan analysmetoderna. I Finland bestäms t.ex. vattnets färgtal med en komparator, med vilken vattenprovet jämförs med platinakobolt-kloridlösningar av olika koncentration. I Sverige däremot mäts vattnets absorban vid 420 nm våglängd i filtrerade och icke filtrerade vattenprover. I denna rapport har för jämförbarhetens skull absorbansvärdena för de svenska provresul-

vuoksi tässä raportissa on käytetty Ruotsin puolen tuloksissa absorbanssin perusteella laskettua värilukua, joka saadaan kertomalla suodatetusta näytteestä saatu absorbanssi-arvo 500:lla. Ruotsissa tehtyjen vertailujen perusteella nämä arvot korreloivat hyvin keskenään. Muuntokaavat, joilla emäskationien, sulfaatin ja kokonaisrikin pitoisuudet on muutettu ekvivalenttipitoisuuksiksi ja merisuolakorjatuiksi pitoisuuksiksi (merkitty *:llä) esitetään liitteessä 1.

7.2 Veden laadun yleispiirteet vesistöalueen eri osissa

7.2.1 Tornionjoen ja Muonionjoen pääuoma sekä Tornionjärvi ja Kilpisjärvi

Tornionjoen ja Muonionjoen latvaosat sekä niiden latvoilla sijaitsevat järvet, Tornionjärvi ja Kilpisjärvi, ovat kirkasvetisiä ja karuja vesistöjä. Tornionjärven veden laatua ei seurata säännöllisesti, mutta järvestä on tehty tarkka veden laadun ja sedimentin tutkimus vuonna 1974 (Nauwerck 1975). Lisäksi Tornionjärvestä on otettu näytteitä valtakunnallisten järvikartoitusten yhteydessä vuosina 1972, 1985, 1990 ja 1995. Näiden tietojen perusteella Tornionjärvi on hyvin kirkasvetinen ja karu järvi. Tornionjärven kalsiumpitoisuus on melko suuri, ja siitä johtuen veden puskurikyky on hyvä ja pH-arvo on lievästi emäksinen. Kilpisjärvi on hyvin karu ja kirkasvetinen järvi, jonka näkösyvyys on noin 10 metriä. Myös Kilpisjärven vesi on keskimäärin lievästi emäksistä ja veden puskurikyky on hyvä.

Kuvissa 7.1. ja 7.2 on esitetty Tornionjoen ja Muonionjoen pääuoman veden laadun yleispiirteet perustuen Suomen ja Ruotsin valtakunnallisten seurantaohjelmien ja velvoitetarkkailuohjelmien tuloksiin vuosilta 1988–1997. Norrbottenin läänin yhteistarkkailun havaintopaikkojen (SRK-asemien) tulokset ovat kuitenkin vuosilta 1974–1990. Kuvissa

taten omvandlats till färgtal. Färgtalet erhålls genom att multiplicera absorbanzen i filtrerade prover med faktorn 500. Enligt de jämförelser som gjorts i Sverige korrelerar dessa värden bra med varandra. I bilaga 1 finns de formuler med vilka halterna av baskatjoner, sulfat och totalsvavel har omvandlats till ekvivalenthalter och korrigerats för havssalt (märkt med *).

7.2 Vattenkvaliteten inom de olika delarna av avrinningsområdet, en allmän översikt

7.2.1 Torne och Muonio älvars huvudfåror samt sjöarna Torneträsk och Kilpisjärvi

Vattnet i de övre delarna av Torne och Muonio älvar samt i sjöarna Torneträsk och Kilpisjärvi, som ligger i älvarnas övre lopp, är klart och näringsfattigt. Vattenkvaliteten i Torneträsk övervakas inte regelbundet, men 1974 genomfördes en grundlig undersökning av vattenkvalitet och sediment i sjön (Nauwerck 1975). Dessutom har prover från sjön analyserats i samband med de riksomfattande sjöinventeringar som genomförts under åren 1972, 1985, 1990 och 1995. Enligt dessa undersökningsresultat kan Torneträsk klassificeras som en mycket klar och näringsfattig sjö. Eftersom kalciumhalten i Torneträsk är ganska hög är buffertkapaciteten i vattnet god och pH-värdet svagt basiskt. Kilpisjärvi är en mycket näringsfattig och klar sjö med ett siktdjup på ca 10 m. Även i Kilpisjärvi är vattnet i genomsnitt svagt basiskt och dess buffringsförmåga är god.

I figurena 7.1 och 7.2 åskådliggörs i allmänna drag vattenkvaliteten i huvudfåror i Torne och Muonio älvar på basis av resultaten från de nationella övervaknings- och recipientkontrollprogram som genomförts i Sverige och i Finland under åren 1988–1997. Resultaten från den samordnade recipientkontrollen (SRK) i Norrbottens län är dock från

on käytetty Ruotsin Naturvårdsverketin (Naturvårdsverket 1990) esittämää luokittelua muutoin paitsi pH-arvon ylimmän luokan osalta, jossa on käytetty luokkarajana 7,1 sijasta arvoa 7,0. Sähkönjohtavuuden luokittelu on tehty yllä mainittujen Tornionjoen aineistojen sekä muiden Lapin ja Norrbottenin jokivesien laadun perusteella. Taulukossa 7.1 on esitetty Tornionjoen vesistöalueella sijaitsevien valtakunnallisten jokihavaintopaikkojen vedenlaatutiedot vuosilta 1988–1997.

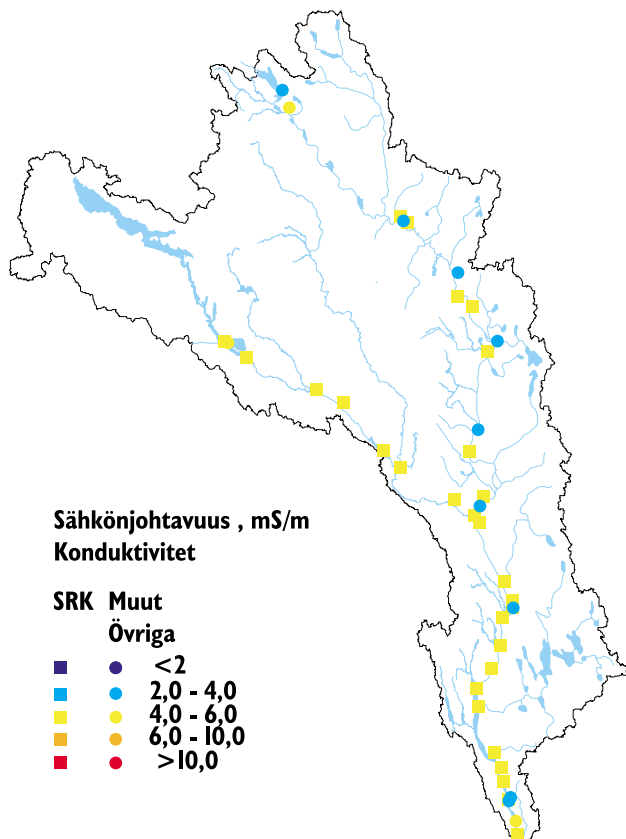
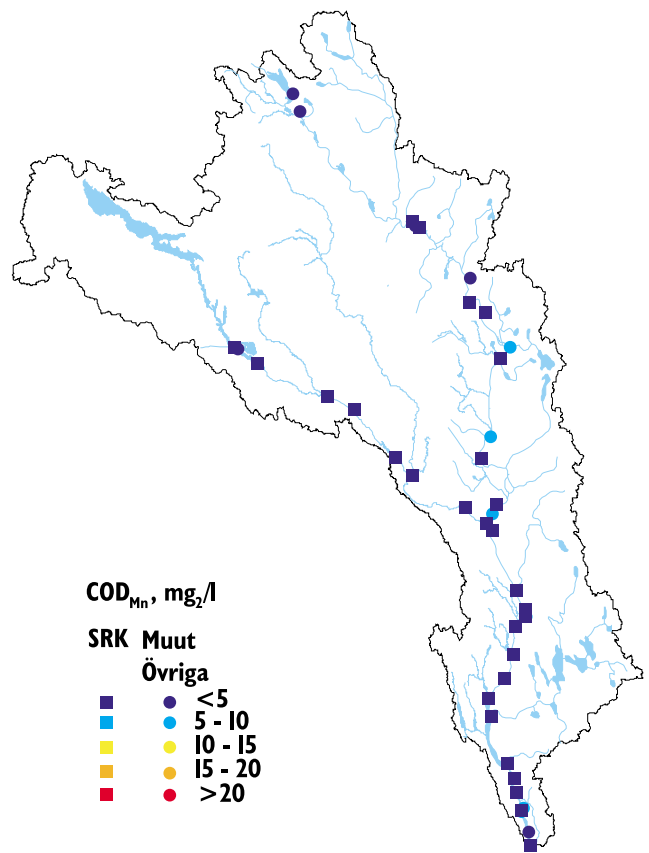
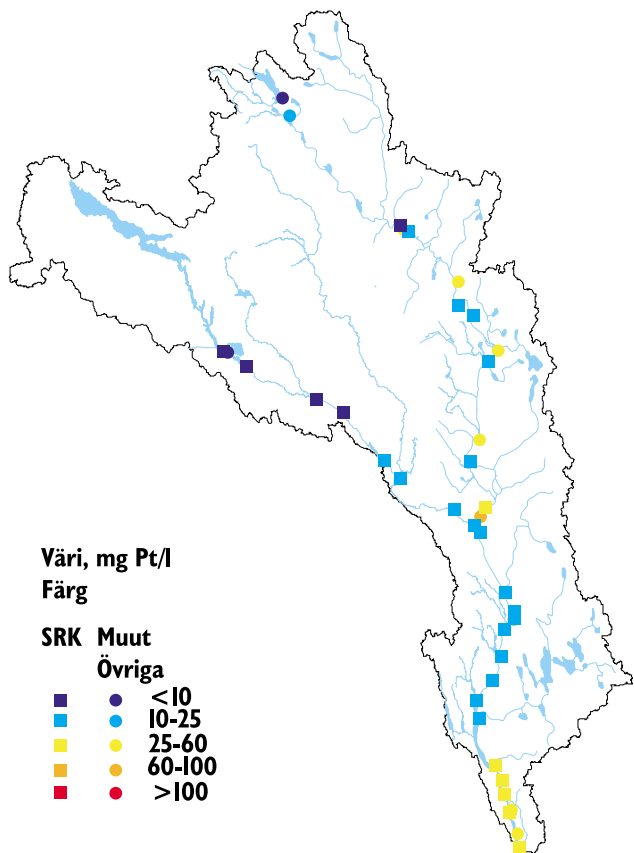
Tulosten perusteella Ruotsin puoleinen Tornionjoki on melko kirkasvetinen veden väriluvun kasvaessa kohti alajuoksua (kuva 7.1). Veden väriin vaikuttaa pääasiassa humus, joka on soilta ja metsämailta peräisin olevaa osittain hajonnutta orgaanista ainetta. Könkämäeno ja Muonionjoki ovat yläosaltaan melko kirkasvetisiä ja vähähumuksisia, mutta veden väriluku kohoaa humuspitoisempien sivuvesien vaikutuksesta jo Muonionjoen yläosalla, Kaaresuvannon-Palojoensuun alueella. Veden kemiallinen hapen kulutus (COD_{Mn}) kuvastaa myös veden sisältämän orgaanisen aineen määrää. COD_{Mn} -arvon mediaanipitoisuus Tornionjoessa on alle 10 mg/l ja suurimmaksi osaksi alle 5 mg/l (kuva 7.1), mikä tarkoittaa, että orgaanisen aineen määrä on melko alhainen. Valtakunnallisilta havaintopaikoilta määritetyt orgaanisen kokonaishiilen (TOC) mediaanipitoisuudet olivat Tornionjoen yläosalla 1,7 mg/l, Muonionjoessa 3,5 mg/l sekä Tornionjoen keski- ja alaosalla 4,7–5,1 mg/l (taulukko 7.1).

Vuosina 1988–1997 Tornion-Muonionjoen pääuoman valtakunnallisen seurantaohjelman havaintopaikoilla veden rautapitoisuuden mediaani on ollut 600–780 $\mu\text{g/l}$ (taulukko 7.1). Suomen puolen velvoitetarkkailutulosten mukaan Könkämäenossa ja Muonionjoen yläosalla (T1 ja T2) veden rautapitoisuuden mediaani on ollut ainoastaan 160–260 $\mu\text{g/l}$, mutta rautapitoisuus on kohonnut Muonionjoen keskiosalla (T3 ja T4) tasolle 460 $\mu\text{g/l}$, ja alaosalla (T5) tasolle 640 $\mu\text{g/l}$. Pellon korkeudella (T6) ja Tornionjoen alaosalla (T7) vastaavat mediaanipitoisuudet ovat 740 $\mu\text{g/l}$ ja 890 $\mu\text{g/l}$. Velvoitetarkkailuohjelman ja valtakun-

nan 1974–1990. I figuren 7.1 och 7.2 har den klassificering av vattenkvalitetsvariabler tillämpats som Svenska Naturvårdsverket (Naturvårdsverket 1990) föreslagit med undantag för pH-värdet för vilket gränsvärdet 7,0 använts i stället för 7,1. Klassificeringen av konduktiviteten baserar sig på material från ovan nämnda undersökningar i Torne älv samt på vattenkvaliteten i andra vattendrag i Lappland och Norrbotten. I tabell 7.1 presenteras vattenkvalitetsuppgifter från de nationella mätstationerna inom Torne älvs avrinningsområde för perioden 1988–1997.

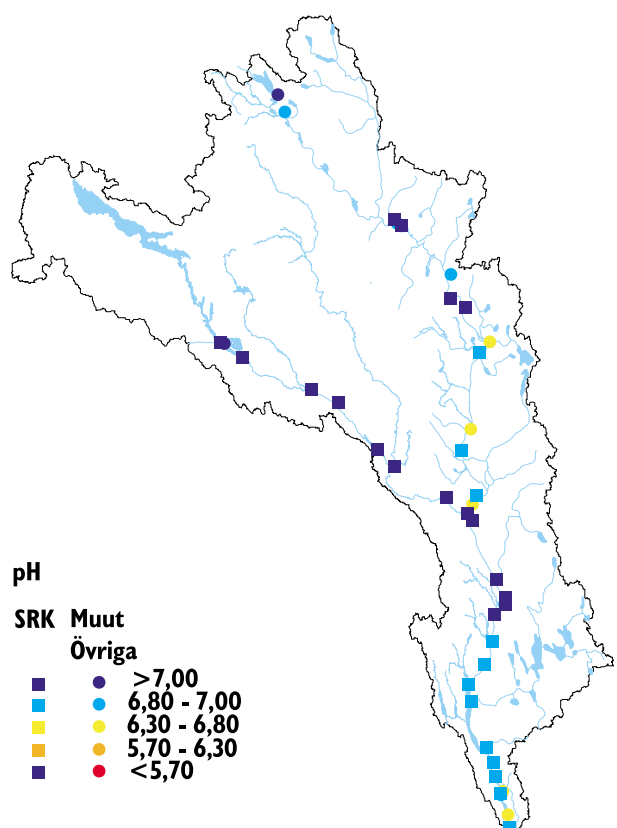
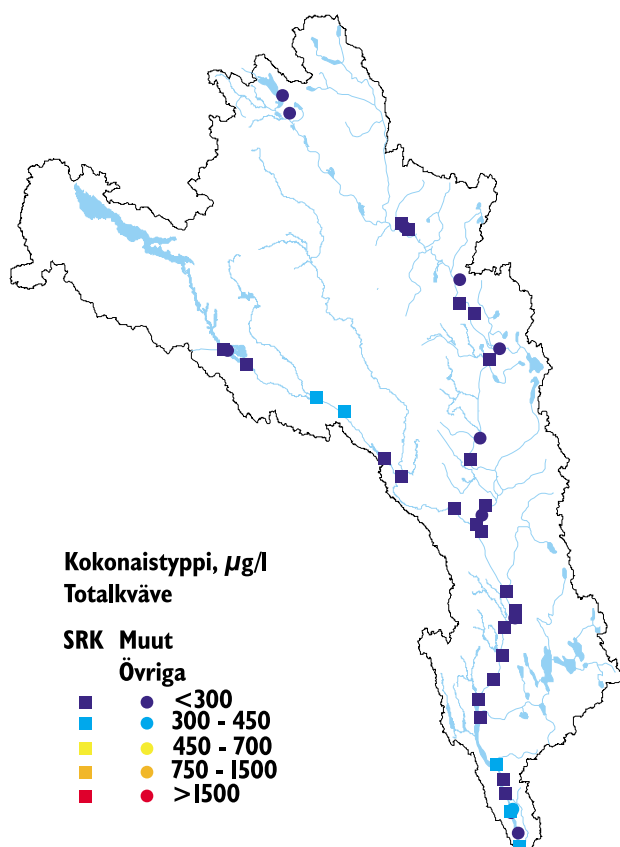
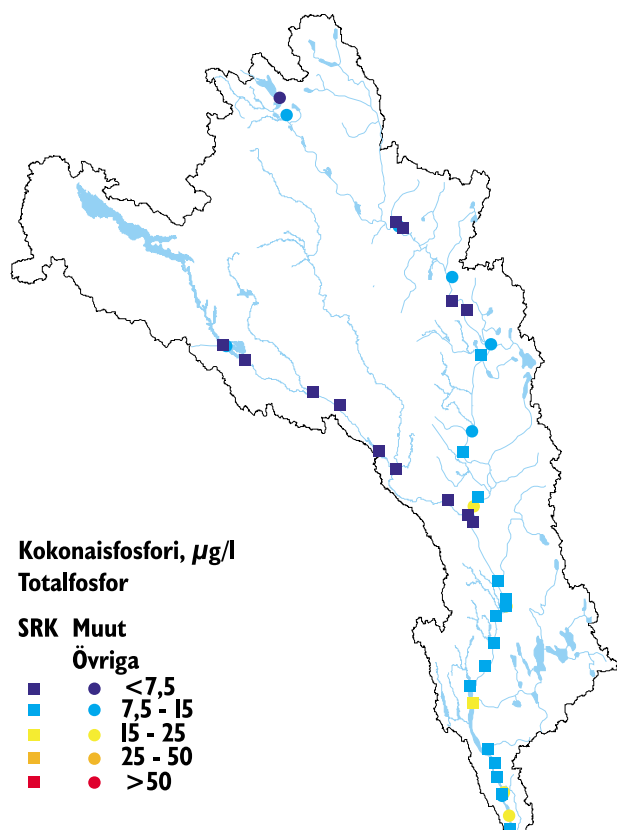
Resultaten visar att vattnet i Torne älv på den svenska sidan är relativt klart men att färgtalet ökar nedströms (figur 7.1). Färgtalet påverkas i huvudsak av halten humusämnen i vattnet. Humusämnena består av ofullständigt nedbrutet organiskt material som urlakats från myr- och skogsmark. I de övre delarna av Könkämäeno och Muonio älv är vattnet ganska klart och humushalten låg, men färgtalet ökar allteftersom älven påverkas av humusrikare vatten från biflöden, vilket redan syns i den övre delen av Muonio älv i trakten av Kare-suando-Palojoensuu. Den kemiska syreförbrukningen i vattnet, dvs. COD_{Mn} , är också ett mått på mängden organiskt material. I Torne älv är medianvärdet av COD_{Mn} lägre än 10 mg/l, oftast under 5 mg/l (figur 7.1), vilket innebär att halten organiskt material är ganska låg. Medianhalterna av totalmängden organiskt kol (TOC) var vid de nationella mätstationerna i Torne älvs övre lopp 1,7 mg/l, i Muonio älv 3,5 mg/l samt i den mellersta och nedre delen av Torne älv 4,7–5,1 mg/l (tabell 7.1).

Vid de mätstationer som hör till det nationella övervakningsprogrammet i Torne-Muonioälvens huvudfåra var medianhalten av järn 600–780 $\mu\text{g/l}$ under perioden 1988–1997 (tabell 7.1). Enligt analysresultaten från de finska samordnade recipientkontrollprogrammen i Könkämä älv och i övre delen av Muonio älv (T1 och T2) var medianhalten av järn endast 160–260 $\mu\text{g/l}$, men ökade nedströms så att halten i den mellersta delen (T3 och T4) var 460 $\mu\text{g/l}$ och i den nedre delen (T5) 640 $\mu\text{g/l}$. I Pellotrakten (T6) var



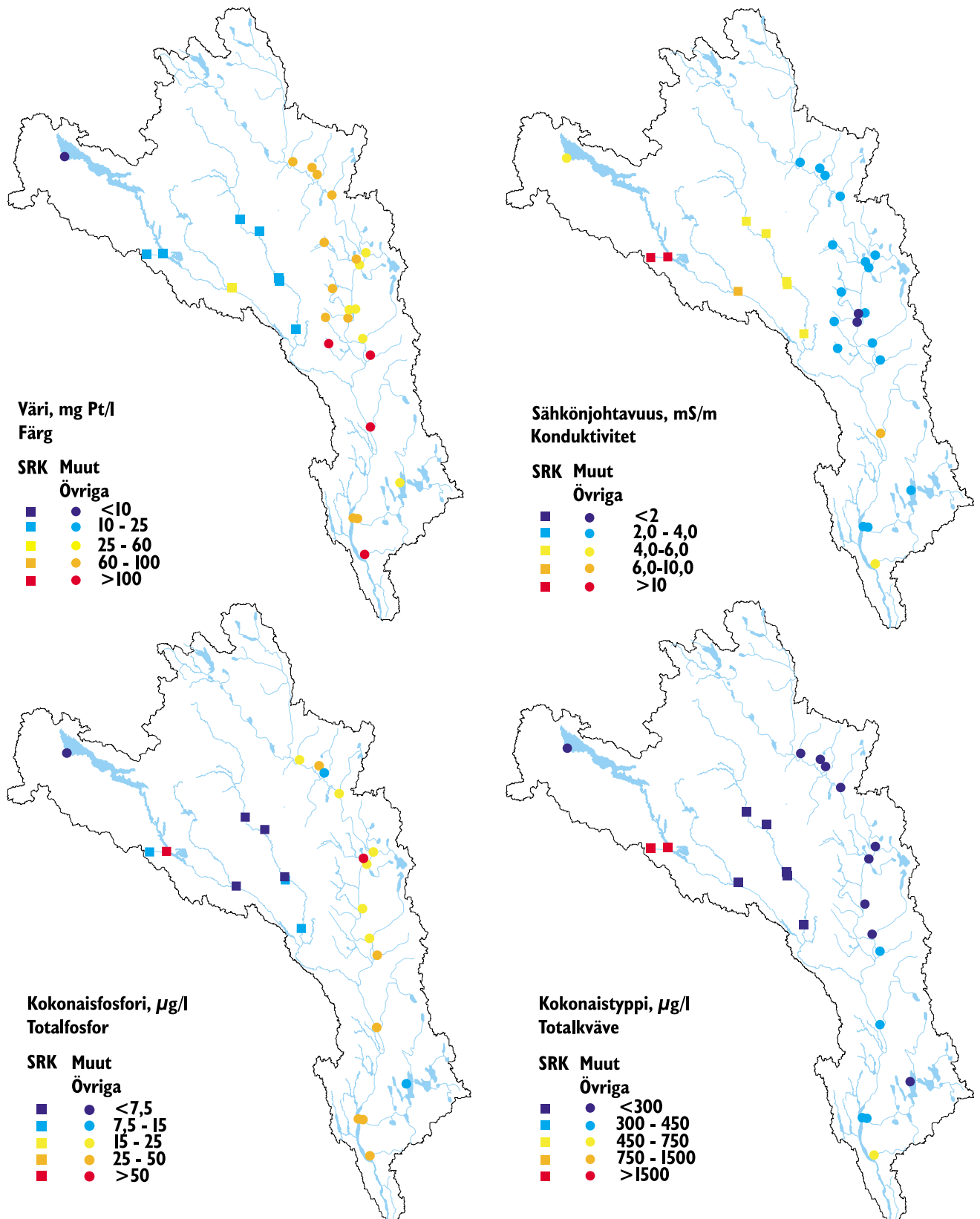
Kuva 7.1. Veden väriluvun (mg Pt/l), COD_{Mn}-arvon (mg/l) ja sähkönjohtavuuden (mS/m) mediaanit Tornion- ja Muonionjoen pääuomassa Ruotsin SRK-asmien vuosien 1974–1990 tulosten perusteella (■) sekä muiden havaintopaikkojen vuosien 1988–1997 tulosten perusteella (●).

Figur 7.1. Medianvärden för vattnets färgtal (mg Pt/l), COD_{Mn} (mg/l) och konduktivitet (mS/m) i huvudfärorna i Torne och Muonio älvar. Värdena baserar sig på resultaten från de svenska SRK-mätstationerna under åren 1974–1990 (■) samt från övriga mätstationer under perioden 1988–1997 (●).



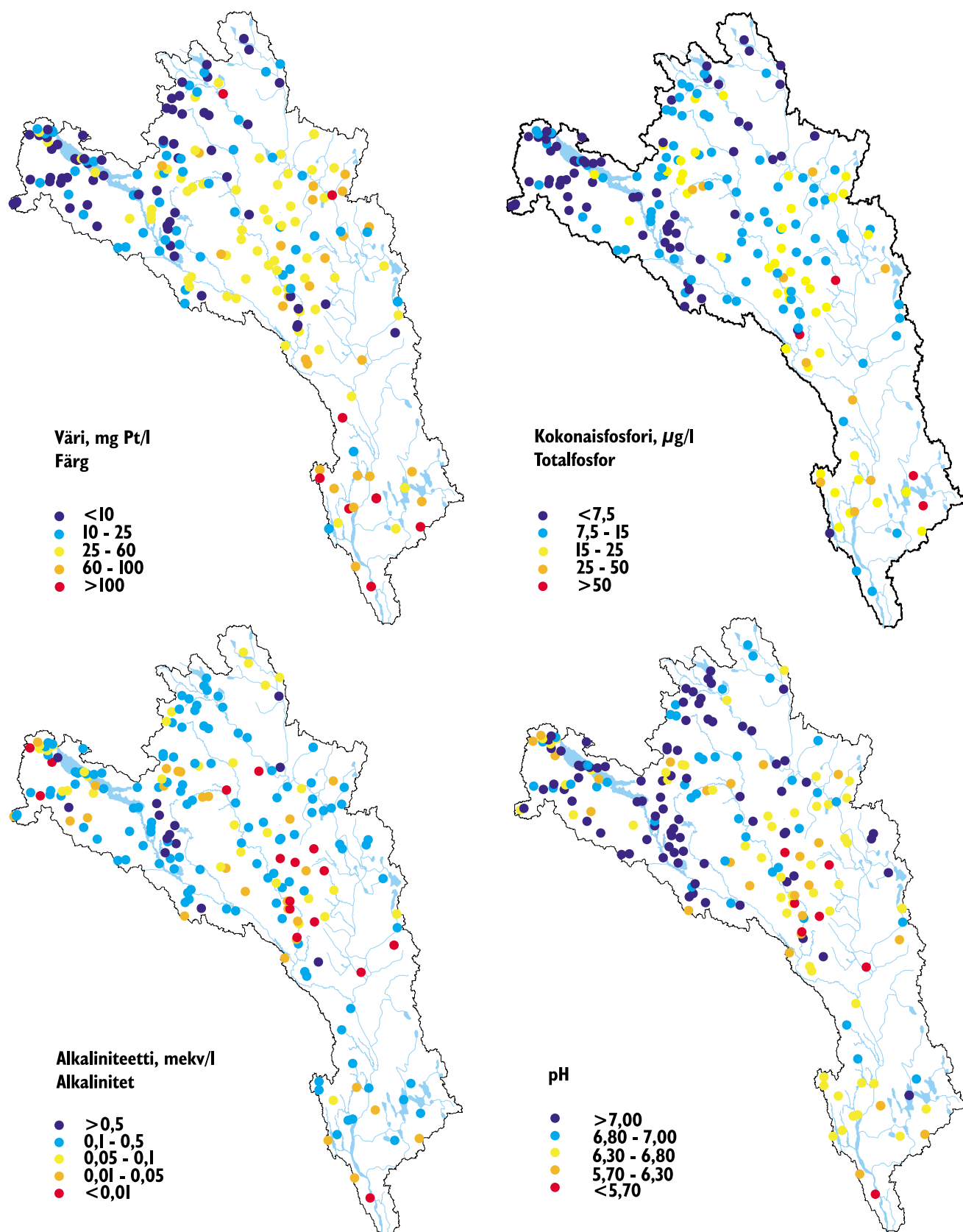
Kuva 7.2. Veden kokonaisfosforipitoisuuden (TP, µg/l), kokonaistyyppipitoisuuden (TN, µg/l) ja pH-arvon mediaanit Tornion- ja Muonionjoen pääuomassa Ruotsin SRK-asemien vuosien 1974–1990 (■) tulosten perusteella sekä muiden havaintopaikkojen vuosien 1988–1997 tulosten perusteella (●).

Figur 7.2. Medianhalten av totalfosfor (TP, µg/l) och totalkväve (TN, µg/l) samt pH i Torne och Muonio älvars huvudfåror. Värdena baserar sig på mätresultaten från SRK-stationerna i Sverige under åren 1974–1990 (■) samt från övriga mätstationer under perioden 1988–1997 (●).



Kuva 7.3. Veden väriarvon (mg Pt/l), sähkönjohtavuuden (mS/m), kokonaisfosforipitoisuuden (TP, µg/l) ja kokonaistyyppi-
pitoisuuden (TN, µg/l) mediaanit Tornion- ja Muonionjoen sivujoissa Ruotsin SRK-asemien vuosien 1974–1990 tulosten pe-
rusteella (■) sekä muiden havaintopaikkojen vuosien 1988–1997 tulosten perusteella (●).

Figur 7.3. Medianvärden för färgtal (mg Pt /l), konduktivitet (mS/m) samt totalfosfor- (TP, µg/l) och totalkvävehalter (TN, µg/l) i Torne och Muonio älvars biflöden. Värdena baserar sig på resultaten från de svenska SRK-stationerna (■) under åren 1974–1990 samt från övriga mätstationer under perioden 1988–1997 (●).



Kuva 7.4. Veden väriluku (mg Pt/l), kokonaisfosforipitoisuus (TP, µg/l), alkaliniteetti (mekv/l) ja pH Tornionjoen vesistö-alueella sijaitseissa pohjoismaisen järvikartoituksen järvissä vuonna 1995.

Figur 7.4. Vattnets färgtal (mg Pt/l), totalfosforhalt (TP, µg/l), alkalinitet (mekv/l) och pH i de sjöar i Torne älvs avrinningsområde som ingick i den nordiska sjöinventeringen 1995.

Taulukko 7.1. Tornionjoen ja Muonionjoen pääuoman sekä Abiskojoen valtakunnallisten havaintopaikkojen vedenlaatutietoja vuosilta 1988–1997. Keskiarvo (x), mediaani (md), minimi (min), maksimi (max) ja havaintojen lukumäärä (n).

Tabell 7.1. Vattenkvaliteten vid de nationella mätstationerna i Torne och Muonio älvarnas huvudfåra samt i Abiskojärkka, åren 1988–1997. Medelvärde (x), median (md), lägsta värde (min), högsta värde (max) och antal observationer (n).

	Muonionjoki Palojoensuu I4110					Tornionjoki Pello I4100					Tornionjoki Kukkola I4310				
	x	md	min	max	n	x	md	min	max	n	x	md	min	max	n
O ₂ (mg/l)	11,8	11,9	9,5	14,0	33	12,0	12,1	9,5	14,2	36	11,5	11,8	3,4	14,3	136
O ₂ %	89	90	73	102	28	92	94	78	103	34	92	94	75	102	125
Alk (mekv/l)	0,262	0,230	0,080	0,460	39	0,255	0,240	0,090	0,470	41	0,219	0,220	0,090	0,390	143
pH	6,86	6,80	6,18	7,60	39	6,98	6,97	6,40	7,62	41	6,96	6,90	5,75	7,70	144
Sam / Turb (FTU)	1,7	1,1	0,5	7,2	39	2,6	1,6	0,7	9,9	41	2,8	1,6	0,6	17,0	87
Sähkö / Kond (mS/m)	3,9	3,6	1,5	6,0	39	4,2	4,2	2,2	6,2	41	3,9	3,8	2,1	6,4	143
Väri / Färg (mg Pt/l)	54	40	20	160	39	64	50	20	160	41	65	50	15	160	144
KA / Susp (mg/l)	2,1	0,9	0,3	20,2	39	4,8	1,3	0,3	29,1	40	4,6	1,6	0,3	60,0	142
COD _{Mn} (mg/l)	5,8	4,5	1,6	14,2	39	7,2	6,0	2,0	16,3	41	7,2	6,2	0,6	17,0	142
TP (μg/l)	11	8	3	53	39	20	11	5	87	41	22	14	6	98	144
PO ₄ -P (μg/l)	4	4	2	8	17	7	4	2	21	18	8	5	2	48	143
TN (μg/l)	237	210	120	440	39	288	270	130	530	41	302	280	130	720	144
NO ₂ +NO ₃ -N (μg/l)	31	10	5	88	16	37	14	5	130	21	51	14	5	280	132
NH ₄ -N (μg/l)	14	5	5	52	16	9	5	4	27	22	15	6	2	180	142
Fe (μg/l)	870	777	230	3830	39	905	600	200	3248	41	876	695	210	3390	144
Cl (μekv/l)	20,0	20,0	10,0	40,0	39	29,0	31,0	10,0	50,0	41	29,0	31,0	10,0	60,0	141
SO ₄ (μekv/l)											80,2	77,1	33,3	181,2	49
TS (μekv/l)	61,8	62,4	20,6	107,3	34	76,8	74,9	42,4	118,5	36	83,8	81,1	42,4	199,6	63
Ca (μekv/l)	200,0	185,0	60,0	390,0	36	216,0	214,0	100,0	400,0	38	199,0	200,0	100,0	370,0	139
Mg (μekv/l)	94,0	86,0	30,0	160,0	36	97,0	90,0	50,0	150,0	38	91,0	90,0	50,0	150,0	140
K (μekv/l)	18,0	18,0	10,0	30,0	36	17,0	18,0	10,0	30,0	38	19,0	18,0	10,0	50,0	140
Na (μekv/l)	60,0	61,0	30,0	100,0	36	68,0	67,0	40,0	100,0	38	67,0	65,0	40,0	110,0	140
TOC (mg/l)	4,7	3,5	1,5	9,9	32	5,7	5,1	1,9	12,0	32	5,8	5,1	2,3	12,0	139
SiO ₂ (mg/l)	7,9	7,0	2,5	17,0	37	7,3	7,2	0,3	13,0	38	6,4	5,3	2,3	12,0	133

	Abiskojärkka					Torne älv Jukkasjärvi					Torne älv Mattila				
	x	md	min	max	n	x	md	min	max	n	x	md	min	max	n
Alk (mekv/l)	0,291	0,316	0,110	0,490	119	0,269	0,273	0,140	0,340	96	0,260	0,260	0,100	0,380	120
pH	7,19	7,20	6,77	7,51	119	7,04	7,00	6,46	7,69	96	6,83	6,77	6,38	7,47	120
Abs _F	0,013	0,008	0,002	0,117	119	0,019	0,015	0,003	0,091	96	0,097	0,084	0,030	0,231	120
Sähkö / Kond (mS/m)	4,9	5,4	2,5	7,4	119	4,7	4,7	2,7	6,4	96	4,4	4,5	2,1	6,4	120
Väri / Färg (mg Pt/l)	7	4	1	59	119	10	8	2	46	96	49	42	15	115	120
COD _{Mn} (mg/l)	1,1	0,8	0,3	8,6	119	1,7	1,5	0,7	5,9	96	5,8	4,8	2,6	16,0	120
TP (μg/l)	8	7	1	27	118	11	9	5	37	96	20	17	7	160	120
PO ₄ -P (μg/l)	2	2	1	13	119	2	2	1	11	96	5	4	1	15	120
TN (μg/l)	134	129	35	387	119	296	242	100	1070	96	319	298	136	830	119
NO ₂ +NO ₃ -N (μg/l)	57	52	4	204	119	87	83	6	506	96	72	64	2	268	120
NH ₄ -N (μg/l)	5	4	1	41	119	47	32	2	343	96	16	14	2	87	120
Fe (μg/l)	40	26	7	280	118						766	660	198	3100	118
Cl (μekv/l)	42,0	36,0	10,0	370,0	118	43,0	42,0	20,0	80,0	96	33,0	35,0	10,0	50,0	119
SO ₄ (μekv/l)	99,7	109,0	45,0	162,0	119	90,0	91,0	48,0	124,0	96	79,0	84,0	33,0	136,0	120
Ca (μekv/l)	305,0	338,0	120,0	480,0	119	260,0	260,0	130,0	340,0	96	220,0	230,0	80,0	370,0	120
Mg (μekv/l)	81,0	91,0	30,0	130,0	119	85,0	86,0	40,0	110,0	96	100,0	110,0	50,0	140,0	120
K (μekv/l)	14,0	14,0	10,0	30,0	119	15,0	14,0	10,0	30,0	96	17,0	17,0	10,0	30,0	120
Na (μekv/l)	47,0	47,0	20,0	110,0	119	58,0	57,0	30,0	100,0	96	79,0	86,0	40,0	110,0	120
TOC (mg/l)	1,4	1,0	0,2	7,6	119	2,1	1,7	1,1	7,9	96	5,3	4,7	2,4	12,0	120

nallisen seurantaohjelman tulokset ovat suurelta osin yhtäpitäviä, ja ne osoittavat että rautapitoisuus kasvaa alavirtaan päin tultaessa.

Veden sähkönjohtavuus kuvastaa vedessä vapaana olevien ionien määrää, ja se kasvaa yleensä jokivesistössä ylhäältä alaspäin. Tornionjoen ja Muonionjoen pääuomassa veden sähkönjohtavuus vaihtelee tavallisimmin välillä 2–6 mS/m eli karuille luonnonvesille tyypillisellä tasolla (kuva 7.1). Ruotsin SRK-havaintopaikkojen tulosten perusteella sähkönjohtavuus on ollut vuosina 1974–1990 keskimäärin vähän korkeampi kuin muiden seurantatulosten perusteella. Yhtenä syynä tulosten väliseen eroon voi olla se, että SRK-havaintopaikoilta näytteitä otettiin ainoastaan kahdesti vuodessa, maalisi- ja syyskuussa, jolloin sähkönjohtavuus on yleensä korkeampi kuin suurempien virtaamien aikana.

Veden happamuus, jota mitataan pH-arvon avulla, kuvastaa vedessä olevien vetyionien määrää. Kun veden pH-arvo on 7, vesi on happamuudeltaan neutraalia. Kun vetyionien määrä vedessä kasvaa, niin pH-arvo laskee ja happamuus lisääntyy. Tornionjoessa Muonionjoen haaran yläpuolella vesi on heikosti emäksistä ja Muonionjoen pääuomassa veden pH vaihtelee heikosti emäksisestä lähelle neutraalia tai lievästi happamaan (kuva 7.2). Vesistön alaosissa lisääntyvä happamien humusainneiden huuhtoutuminen valuma-alueelta alentaa veden pH:n heikosti happamaksi. Alkaliniteetti ilmaisee veden puskurikykyä eli sen kykyä vastustaa pH:n muutoksia. Luonnonvesissä puskurikyky muodostuu pääosin vetykarbonaatista. Tornionjoen ja Muonionjoen pääuomassa veden puskurikyky on kaikkialla hyvä, sillä alkaliniteetti vaihtelee tavallisimmin välillä 0,2–0,3 mekv/l.

Kokonaisfosforin ja kokonaistypen mediaanipitoisuuksien perusteella Tornion- ja Muonionjoen pääuoma on suurimmaksi osaksi vähäravinteinen eli karu (kuva 7.2). Ainoastaan joen alaosa voidaan pitää lievästi rehevänä. Joen yläosassa veden kokonaisfosforipitoisuus on enimmäkseen alle 15 µg/l, mutta pitoisuus kasvaa Tornionjoen alaosal-

medianhalten 740 µg/l och i nedre delen av Torne älv (T7) 890 µg/l. Resultaten från recipientkontrollprogrammet och det nationella övervakningsprogrammet överensstämmer i stort sett med varandra och visar att järnhalten ökar nedströms.

Vattnets konduktivitet (elektriska ledningsförmåga), som är ett mått på mängden fria joner i vattnet, ökar i regel nedströms i ett vattendrag. I huvudfåror i Torne och Muonio älvar varierar konduktiviteten vanligtvis mellan 2 och 6 mS/m, vilket är den karaktäristiska nivån för näringsfattiga naturvatten (figur 7.1). Konduktiviteten har enligt resultaten från de svenska SRK-stationerna under åren 1974–1990 varit i genomsnitt något högre än i resultaten från de övriga övervakningsprogrammen. Skillnaden kan bero på att proverna vid SRK-mätstationerna endast togs två gånger per år, i mars och september, då konduktiviteten i allmänhet är högre än under perioder med högre vattenföring.

Vattnets surhetsgrad anges med hjälp av pH, som är ett mått på mängden vätejoner i vattnet. När pH är 7 är vattnet neutralt. Då mängden vätejoner ökar sjunker pH-värdet och surhetsgraden ökar. I Torne älv uppströms sammanflödet med Muonio älv är vattnet svagt basiskt och i huvudfåran i Muonio älv varierar vattnets pH mellan svagt basiskt och nästan neutralt eller svagt surt (figur 7.2). I de nedre delarna av älven ökar urlakningen av sura humusämnen från avrinningsområdet och detta leder till att pH-värdet blir svagt surt. Alkaliniteten anger vattnets buffertkapacitet, dvs. dess förmåga att motstå förändringar i pH. I sjöar och vattendrag beror vattnets buffringsförmåga i huvudsak på vätekarbonater. I huvudfåran i Torne och Muonio älvar är buffringsförmågan god överallt och alkaliniteten är vanligtvis 0,2–0,3 mekv/l.

Medianhalterna av totalfosfor och totalkväve visar att huvudfåran i Torne-Muonio älv är till största delen näringsfattig (figur 7.2). Endast nedre loppet av älven är måttligt näringsrik, dvs. mesotrof. I älvens övre lopp är totalfosfor-

la keskimäärin tasolle 15–25 µg/l. Kokonaistypen pitoisuus vaihtelee samantyyppisesti siten, että suurimmassa osassa vesistöä pitoisuudet ovat alle 300 µg/l. Tornionjoen alaosalla kokonaistypen pitoisuus nousee tasolle 300–450 µg/l.

Suomen valtakunnalliseen jokien veden laadun seurantaan kuuluvien havaintopaikkojen (n = 66) mediaanipitoisuudet vuosijaksolla 1966–1995 ovat olleet seuraavat: COD_{Mn} 11,0 mg/l, O₂ 11,2 mg/l, O₂ kyllästys 90 %, pH 6,7, kokonaisfosfori 28 µg/l ja kokonaistyyppi 556 µg/l (Niemi 1997). Näihin mediaaniarvoihin verrattuna Tornionjoen pääuoman vesi sisältää vähemmän orgaanista ainetta ja on niukkaravinteisempaa kuin Suomen joet keskimäärin. Tornionjoen veden happipitoisuus ja pH ovat samaa tasoa tai hieman korkeampia kuin Suomen suurissa joissa keskimäärin.

Suomessa on laadittu vesistöjen yleinen käyttökelpoisuusluokitus, jossa vesistöt jaetaan viiteen luokkaan, luokka I – erinomainen, luokka II – hyvä, luokka III – tyydyttävä, luokka IV – välttävä ja luokka V – huono (Vesi- ja ympäristöhallitus 1988). Luokittelu tehdään vedenlaatua kuvaavien muuttujien perusteella. Näitä ovat mm. veden happipitoisuus, väri, sameus, näkösyvyys, ravinnepitoisuus, hygienian indikaattoribakteerit, klorofylli-a:n pitoisuus sekä leväkukintojen yleisyys ja myrkyllisten aineiden esiintyminen. Viimeisin luokittelu on tehty koko maassa noin 10 000 havaintopaikan vuosien 1994–1997 veden laadun perusteella. Luokkaan I kuuluvat vesistöt ovat luonnontilaisia, yleensä karuja, kirkasvetisiä tai lievästi humuspitoisia. Kilpisjärvi, Könkämäeno ja Muonionjoki Muonion yläpuolelle saakka kuuluvat luokkaan I. Humus- ja ravinnepitoisuuden kohoamisesta johtuen Muonionjoki ja Tornionjoki kuuluvat Muonion alapuolelta lähtien laatuluokkaan II.

halterna vanligen mindre än 15 µg/l, men längre ner i Torne älv ökar halterna och är i genomsnitt 15–25 µg/l. Totalkvävehalten följer ungefär samma mönster och ligger under 300 µg/l i de övre och mellersta delarna av vattendraget. I nedre loppet av älven ökar totalkvävehalten till 300–450 µg/l.

Vid en riksomfattande undersökning av vattenkvalitet i Finlands vattendrag (totalt 66 mätstationer) under åren 1966–1995 erhöles följande medianvärden: COD_{Mn} 11,0 mg/l, O₂ 11,2 mg/l, syrets mättnadsgrad 90 %, pH 6,7, totalfosfor 28 µg/l och totalkväve 556 µg/l (Niemi 1997). Jämfört med dessa medianvärden innehåller vattnet i Torne älvs huvudfåra mindre organiskt material och är fattigare på närsalter än älvarna i Finland i genomsnitt. Syrehalten och pH i Torne älv ligger ungefär på samma nivå eller något högre än i genomsnitt i de större älvarna i Finland.

I Finland har en allmän bruksklassificering av vattenkvaliteten i vattendragen utarbetats enligt vilken vattenkvaliteten indelas i fem klasser: klass I – utmärkt, klass II – god, klass III – nöjaktig, klass IV – försvarlig och klass V – dålig (Vesi- ja ympäristöhallitus 1988). Klassificeringen baserar sig på de variabler som indikerar vattenkvaliteten, exempelvis syrehalt, färgtal, turbiditet (grumlighet), siktdjup, näringstillstånd, förekomst av hygieniska indikatorbakterier, halten av klorofyll-a samt förekomsten av algblooming och miljögifter. Den senaste klassificeringen grundar sig på vattenanalysdata från ca 10 000 mätstationer i hela landet under åren 1994–1997. Vattendrag som räknas till klass I är i naturtillstånd och i allmänhet näringsfattiga med klart eller svagt humushaltigt vatten. Enligt vattenkvaliteten räknas Kilpisjärvi samt Könkämä och Muonio älvar ända till trakten av Muonio och Muodoslompolo till klass I. Nedströms Muonio ökar humus- och närsalthalten och därför räknas den här delen av älven till kvalitetsklass II.

7.2.2 Biflöden på den finska sidan

vesistöalueen alajuoksulla sijaitsevaa Martimojokea kuormittavat laaja-alaiset maa- ja metsätaloustoimenpiteet, erityisesti ojitukset. Lisäksi alueella sijaitsee turvetuotantoalueita. Martimojoen vesi on väriltään hyvin ruskeaa ja sisältää runsaasti rautaa, kiintoainetta ja ravinteita, joten Martimojoki kuuluu pääosin laatuluokkaan III.

7.2.3 Ruotsin puoleiset sivujoet

Ruotsin puoleisista sivujoista kattavin vedenlaatuaineisto on Tornionjärveen laskevasta Abiskojoesta, joka kuuluu valtakunnalliseen ympäristön tilan seurantaohjelmaan. Abiskojoen vesi on hyvin kirkasta, vähähumuksista ja niukkaravinteista (kuva 7.3). Abiskojoen kalsiumpitoisuus on melko korkea, mikä johtuu kalkkipitoisen kallioperän esiintymisestä valuma-alueella. Tämä heijastuu myös suhteellisen korkeina sähkönjohtavuuden, alkaliniteetin ja pH:n arvoina (taulukko 7.1).

Yhteistarkkailuohjelmassa (SRK) ovat olleet mukana suurimmat Ruotsin puoleisen Tornionjoen sivujoet, Luossajoki, Vittankijoki ja Lainionjoki. Luossajokea kuormittavat Kiirunan kaupungin jätevedet, kaupungin lämpölaitos sekä lentokentän valumavedet ja aikaisemmin sitä ovat kuormittaneet myös Kiirunassa sijaitsevien kaivoksien jätevedet. Luossajoki on melko kirkasvetinen ja vähähumuksinen joki, mutta jätevesikuormituksesta johtuen veden kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuudet sekä sähkönjohtavuus ovat hyvin korkeita (kuva 7.3). Vittankijoen ja Lainionjoen alaosalla sähkönjohtavuus vaihtelee keskimäärin välillä 4,7–7,2 mS/m, mikä on korkeampi kuin Muonionjoen sivujoissa. Vittankijoki ja Lainionjoki ovat alaosaltaan melko vähäravinteisia ja kirkkaita tai lievästi ruskeavetisiä jokivesistöjä.

Pajalan kunnassa on vuosina 1991–1992 tutkittu yhteensä 15 Tornion- ja Muonionjokeen laskevien pienempien jokien veden laatua. Muonionjokeen las-

ki, som ligger i nedre loppet av Torne älvs avrinningsområde, belastas av omfattande åtgärder inom jord- och skogsbruket, speciellt utdikningar. Inom området bryts också torv. All denna belastning medför att vattnet i Martimojoki är starkt brunt och innehåller rikligt med järn, suspenderade ämnen samt närsalter och därför räknas Martimojoki huvudsakligen till kvalitetsklass III.

7.2.3 Torne älvs biflöden på den svenska sidan

Det mest omfattande analysmaterialet finns från Abiskojäkka, som rinner ut i Torne träsk och här tas prover inom ramen för det nationella miljöövervakningsprogrammet. Vattnet i Abiskojäkka, är mycket klart och humus- och närsalthalterna är låga (figur 7.3). Kalciumhalten är dock ganska hög, vilket beror på förekomsten av kalkrik berggrund inom avrinningsområdet. Därför är också konduktivitet, alkalinitet och pH förhållandevis höga (tabell 7.1).

Det samordnade recipientkontrollprogrammet (SRK) har omfattat de största biflödena till Torne älv på den svenska sidan, nämligen Luossajoki samt Vittangi och Lainio älvar. Luossajoki belastas av avloppsvatten från det kommunala reningsverket i Kiruna stad samt av stadens värmeverk och av avrinning från flygplatsen. Tidigare har älven även belastats av spillvatten från gruvorna i Kiruna. Vattnet i Luossajoki är relativt klart och dess humushalt är låg men på grund av belastningen från reningsverket är vattnets totalfosfor- och totalkvävehalter mycket höga. Även konduktiviteten är hög (figur 7.3). I de nedre loppen av Vittangi älv och Lainio älv varierar konduktiviteten i genomsnitt mellan 4,7 och 7,2 mS/m, vilket är högre än i biflödena till Muonio älv. De nedre loppen av Vittangi älv och Lainio älv är relativt näringsfattiga och vattnet är ganska klart eller svagt brunt.

Under 1991–1992 undersöktes i Pajala kommun vattenkvaliteten i 15 små biflöden till Torne- och Muonio älvar på den svenska sidan. Ett av vattendragen, Ylinen Kihlankijoki som rinner ut i Muo-

keva Ylinen Kihlankijoki kuuluu edelleen jatkuvaan alueelliseen seurantaohjelmaan ja siitä on otettu näytteitä myös vuoden 1991 jälkeen (ks. luku 6.1 Veden laadun ja ympäristömyrkyjen seuranta). Tulva-aikaan painottuvan näytteenoton perusteella Ylinen Kihlankijoki on kohtuullisen ruskeavetinen. Merasjoki, Parkajoki ja Alanen Kihlankijoki ovat selvästi ruskeavetisempiä, kun taas Aareajoki ja Kaunisjoki ovat hyvin ruskeavetisiä jokia (kuva 7.3). Näiden jokien keskimääräinen sähköjohtavuus oli 2–4 mS/m ja pH-arvo 6,3–6,8.

7.2.4 Vesistöalueen järvet

Vesistöalueen järvien yleistilaa tarkastellaan vuonna 1995 toteutetun yhteispohjoismaisen järvikartoituksen tulosten perusteella. Kartoituksessa oli mukana Ruotsin puolelta 177 järveä ja Suomen puolelta 26 järveä Tornionjoen vesistöalueelta. Tulosten perusteella järvet ovat kirkasvetisempiä tunturialueilla vesistöalueen yläosissa, ja ruskeavetisemmät järvet löytyvät enimmäkseen vesistöalueen keski- ja alaosista (kuva 7.4). Tämä heijastaa soiden sekä metsä- ja suo-ojitusten sijoittumista vesistöalueella. Koko aineistossa järvien väri-luvun mediaani oli 22 mg Pt/l ja Suomen puolelta kartoituksessa mukana olleet järvet olivat keskimäärin ruskeavetisempiä kuin Ruotsin puolella (taulukko 7.2). Maiden väliseen eroon vaikuttaa osittain se, että Suomen puolelta aineistossa oli mukana vähän järviä verrattuna Ruotsin järviaineistoon ja Ruotsin puolella aineistoon sisältyi enemmän tunturijärviä.

Orgaanisen kokonaishiilen (TOC) mediaanipitoisuus koko aineistossa oli 4,5 mg/l. Vähähumuksisia järviä, joissa TOC on alle 5 mg/l, oli 54 % järivistä. Ainoastaan noin 4 % järivistä oli kohtuullisen humuspitoisia, ja niissä TOC oli yli 10 mg/l. Suomen puolen järvissä orgaanisen kokonaishiilen määrä oli keskimäärin korkeampi kuin Ruotsin puolen järvissä (taulukko 7.2).

Tunturialueen järvet ovat keskimäärin niukkaravinteisempia kuin vesistöalueen keski- ja alaosalla sijaitsevat

nio älv, ingår i det löpande regionala miljöövervakningsprogrammet och prover har också tagits här efter 1991 (se kap. 6.1 Övervakning av vattenkvalitet och miljögifter). Utifrån resultaten från prover som tagits under höglödesperioder, är vattnet i Ylinen Kihlankijoki måttligt brunt. Vattnet i Merasjoki, Parkajoki och Alanen Kihlankijoki är däremot betydligt brunare, medan vattnet i Aareajoki och Kaunisjoki är starkt brunt (figur 7.3). Medelvärdet för konduktiviteten i dessa vattendrag var 2–4 mS/m och pH-värdet låg vid 6,3–6,8.

7.2.4 Sjöar inom avrinningsområdet

Det allmänna tillståndet i sjöarna inom avrinningsområdet har utvärderats utifrån resultaten från den samnordiska sjöinventeringen, som utfördes år 1995. Inom Torne älvs avrinningsområde togs prover från 177 sjöar på den svenska sidan och från 26 sjöar på den finska sidan. Resultaten visar att sjöar med klart vatten ligger inom fjällområdena i den övre delen av avrinningsområdet medan sjöar med brunt vatten huvudsakligen ligger i de mellersta och nedre delarna (figur 7.4), dvs. där det finns myrar och där skogs- och myrmark dikats ut. I hela materialet var medianen för färgtalet i sjöarna 22 mg Pt/l. Vattnet i de sjöar i Finland som ingick i inventeringen var i genomsnitt brunare än i sjöarna på den svenska sidan (tabell 7.2). Det här kan delvis bero på att antalet undersökta sjöar på den finska sidan var lägre än på den svenska sidan. Det svenska materialet omfattade också flera fjällsjöar.

Medianhalten för totalt organiskt kol (TOC) i sjöarna var 4,5 mg/l. I 54 % av sjöarna var humushalten låg, dvs. TOC var under 5 mg/l. I endast 4 % av sjöarna var humushalten måttlig och TOC var över 10 mg/l. Halten totalt organiskt kol var i medeltal högre i sjöarna på den finska sidan än på den svenska (tabell 7.2).

Fjällsjöar är i regel näringsfattigare än de sjöar som ligger längre ner i avrinningsområdet. Totalfosforhalterna

järvet. Kokonaisfosforipitoisuuden perusteella (kuva 7.4) valtaosa tunturialueen järvistä on hyvin karuja tai karuja järviä, kun taas keski- ja runsasravinteiset järvet sijaitsevat pääosin vesistöalueen keski- ja alaosalla. Kokonaisfosforin mediaanipitoisuus oli 9 µg/l eli alueen järvet ovat keskimäärin karuja. Reheviä järviä (TP > 25 µg/l) oli ainoastaan noin 7 % kaikista järvistä. Kokonaistypen mediaanipitoisuus koko aineistossa oli 306 µg/l, ja korkeita kokonaistypen pitoisuuksia (yli 750 µg/l) esiintyi noin 6 %:lla järvistä.

Korkeimmat sähkönjohtavuuden arvot, yli 5 mS/m, olivat pääasiassa Ruotsin puoleisella vesistöalueen yläosalla sijaitsevilla järvissä. Koko järviaineistossa sähkönjohtavuuden mediaanipitoisuus oli 2,6 mS/m eli alueen järvissä on hyvin vähän veteen liuenneita ioneja, mikä on tyypillistä alueella sijaitseville karuille järville.

(figur 7.4) visar att de flesta sjöarna i fjällområdet är näringsfattiga eller mycket näringsfattiga, medan näringsrika och måttligt näringsrika sjöar huvudsakligen finns i de mellersta och nedre delarna av avrinningsområdet. Medianhalten för totalfosfor var 9 µg/l i samtliga sjöar, dvs. sjöarna i området är i genomsnitt näringsfattiga. Bara 7 % av sjöarna var näringsrika (TP > 25 µg/l). Medianhalten för totalkväve var 306 µg/l och höga halter av totalkväve (över 750 µg/l) uppmättes i ca 6 % av sjöarna.

De högsta värdena för konduktivitet, över 5 mS/m, uppmättes i sjöar i den övre delen av avrinningsområdet i huvudsak på den svenska sidan. Medianvärdet för konduktiviteten var 2,6 mS/m, dvs. sjöarna inom avrinningsområdet har ett lågt innehåll av lösta joner i vattnet, vilket är typiskt för de näringsfattiga sjöar som finns i området.

Taulukko 7.2. Vuoden 1995 pohjoismaisen järvikartoituksen tulokset Tornionjoen vesistöalueelta. Keskiarvo (x), mediaani (md), minimi (min), maksimi (max) ja järvien lukumäärä (n).

Tabell 7.2. Resultat från den nordiska riksinventering av sjöar inom Torne älvs avrinningsområde 1995. Medelvärde (x), median (md), lägsta värde (min), högsta värde (max) och antal sjöar (n).

	Suomi / Finland					Ruotsi / Sverige				
	x	md	min	max	n	x	md	min	max	n
Sähk / Kond (mS/m)	3,0	2,9	0,7	7,4	26	3,1	2,6	0,5	21,2	177
Alk (µekv/l)	179,7	162,5	8	623	26	192,1	140,0	-31	1792	177
pH	6,83	6,90	6,05	7,55	26	6,82	6,92	4,80	8,07	177
SO ₄ * (µekv/l)	42,0	42,5	12,0	126	26	41,5	32,1	7,0	273	177
Cl (µekv/l)	44,5	34,9	20,0	254	26	23,3	19,0	5,0	183	177
Ca* (µekv/l)	142,3	122,7	19,0	493	26	165,0	112,2	2,0	1606	177
Mg* (µekv/l)	61,7	55,1	4,0	191	26	66,7	49,0	2,0	699	177
Na* (µekv/l)	30,9	31,0	0,4	79	23	29,8	29,4	0,3	84	175
K* (µekv/l)	15,3	13,3	5,0	47	26	10,2	9,5	0,8	57	177
BC* (µekv/l)	259,5	240,0	77,0	716	23	274,1	210,6	23,0	2390	175
TP (µg/l)	16,5	13,0	< 2	74	26	12,1	9,0	3	61	177
PO ₄ -P (µg/l)	3,4	2,0	< 2	26	25					
TN (µg/l)	345	295	61	880	26	365	320	42	1078	177
NO ₂ +NO ₃ -N (µg/l)	21,6	5,0	< 5	340	26	10,7	8,0	2	147	177
NH ₄ -N (µg/l)	10,1	5,0	< 5	46	26	17,0	11,0	4	268	177
Väri / Färg (mg Pt/l)	45	40	5	150	26	32	21	1	274	177
COD _m (mg/l)	6,7	7,3	0,5	16,3	25					
TOC (mg/l)	5,6	5,9	0,4	12,4	26	4,8	4,4	0,3	25,9	177
Fe (µg/l)	460	197	7	1428	26	229	93	8	1927	60
Mn (µg/l)	22,3	21,2	5,0	58	26	5,4	3,4	0,2	30	60

7.3 Happamuustilanne

7.3.1 Järvet

Pohjoismaisen järvikartoituksen yhtenä tavoitteena oli kartoittaa järvien alueellista happamuustilannetta. Pintavesien kemialliseen koostumukseen vaikuttavat pääasiassa valuma-alueen maaperässä tapahtuvat biologiset ja kemialliset reaktiot sekä ilman kautta tulevan laskeuman sisältämät aineet. Vesistöjen happamoituminen käynnistyy mikäli happamoittavan laskeuman määrä ylittää puskurikyvyn muodostumisoikeuden. Kuten luvussa 5.3 esitettiin, Tornionjoen vesistöalue kuuluu suhteellisen alhaisen happamoittavan laskeuman alueelle. Vesistöjen puskurikyvyn muodostumiseen vaikuttavat valuma-alueen ominaisuudet ja erityisesti valuma-alueella tapahtuvat ioninvaihtoja rapautumisreaktiot, jotka tuottavat maaperään ja vesistöihin happamuutta neutraloivia emäskationeja ja vetykarbonaattia. Valuma-alueen ja vesistön happamoitumisherkyyteen vaikuttavat valuma-alueen kemiallisten ominaisuuksien lisäksi muun muassa valuma-alueen koko ja sijainti, maaperän paksuus ja rae-koko sekä maanpinnan topografia ja kasvillisuus (Kähkönen 1993).

Tornionjoen vesistöalueella parhaiten puskuroidut järvet sijaitsevat kallioperältään emäksisellä vulkaniittialueella, kun taas heikosti puskuroituja järviä sijaitsee erityisesti Lainion- ja Muonionjokien välisellä graniittialueella (kuva 7.4). Tornionjärven ympärillä sijaitsevalla liuskealueella on myös muutamia heikosti puskuroituja järviä, vaikka liuskealueelle on ominaista suhteellisen suuri kalkkipitoisten kivilajien määrä. Järvien happamuus noudattaa suurin piirtein puskurikyvyn mukaista alueellista jakaumaa. Järvet, joiden pH on korkea, sijaitsevat pääosin vesistöalueen yläosan liuske- ja vulkaniittialueilla, kun taas järvet, joiden pH on alhainen, keskittyvät graniittialueelle.

7.3 Surhetstillstånd

7.3.1 Sjöar

Ett av målen för den nordiska sjöinventeringen var att på regional nivå utreda och kartlägga surhetstillståndet i sjöarna. Den kemiska sammansättningen i ytvattnet påverkas huvudsakligen av de biologiska och kemiska reaktioner som sker i marken inom avrinningsområdet men också av nedfall. Vattendragen försuras om mängden surt nedfall överstiger den hastighet med vilken buffertkapaciteten bildas. I kapitel 5.3 visas att Torne älvs avrinningsområde belastas förhållandevis lite av surt nedfall. Buffertkapaciteten i vattendragen påverkas av avrinningsområdets egenskaper och speciellt av de jonbytes- och vittringsprocesser, genom vilka neutraliserande baskationer och vätekarbonater bildas i jorden och i vattendragen. Avrinningsområdets och vattendragens känslighet för försurning påverkas dessutom av bl.a. avrinningsområdets storlek och läge, jordlagrets tjocklek och jordens kornstorlek samt av markytans topografi och växtlighet (Kähkönen 1993).

Sjöar med den bästa buffringsförmågan i Torne älvs avrinningsområde ligger inom områden där berggrunden består av basisk vulkanit, medan sjöar med svag buffertkapacitet finns framför allt inom granitområdet mellan Lainio och Muonio älvar (figur 7.4). I skifferområdet kring Torne träsk finns också några sjöar med svag buffringsförmåga, trots att skifferområden innehåller en förhållandevis stor mängd kalkhaltiga bergarter. Surhetsgraden i sjöarna korrelerar i stort sett med vattnets buffertkapacitet, vilket innebär att sjöar med högt pH-värde i huvudsak finns i skiffer- och vulkanitområdena i vattensystemets övre delar, medan sjöar med lågt pH-värde ligger främst inom granitområdena.

I materialet från sjöinventeringen 1995 var medianen för alkaliniteten i sjöarna 142 $\mu\text{ekv/l}$. I ca 20 % av sjöarna var

Vuoden 1995 järvikartoitusaineiston perusteella järvien alkaliniteetin mediaanipitoisuus oli $142 \mu\text{ekv/l}$. Järvistä noin 20 %:lla alkaliniteetti oli alle $50 \mu\text{ekv/l}$ eli järvet olivat puskurikyvyltään heikkoja. Ruotsin puolella puskurikyvyiltä heikentyneitä järviä oli 20 % ja Suomen puolella noin 15 %. Järviä, jotka ovat täysin menettäneet puskurikykynsä (alkaliniteetti < 0) oli Ruotsin puolen aineistossa 3 % eikä Suomen puolella yhtään. Ruotsin puolella järvien mediaani pH-arvo oli 6,92 ja Suomen puolella 6,90. Ruotsin puolen järvistä noin 9 %:lla pH-arvo oli alle 6,0.

Ei-merellisten emäskationien ($\text{BC}^* = \text{Ca}^* + \text{Mg}^* + \text{Na}^* + \text{K}^*$) mediaanipitoisuus koko aineistossa oli $211 \mu\text{ekv/l}$ ja noin 20 %:lla järvistä pitoisuus oli alhainen, alle $100 \mu\text{eq/l}$. Ruotsin puolella on myös järviä, joissa on hyvin korkea emäskationipitoisuus, jopa yli $1000 \mu\text{ekv/l}$. Noin 8 %:lla järvistä pitoisuus on yli $500 \mu\text{ekv/l}$. Ei-merellisen sulfaatin (SO_4^*) mediaanipitoisuus koko järviaineistossa oli $34 \mu\text{ekv/l}$. Korkeita ($> 100 \mu\text{ekv/l}$) sulfaattipitoisuuksia esiintyi ainoastaan noin 3 %:lla järvistä.

Anionit ovat negatiivisesti varautuneita ioneja, joita syntyy kallio- ja maaperän rapautumisprosesseissa ja orgaanisen aineen hajotessa. Lisäksi niitä tulee vesistöihin ilman kautta laskeuman mukana. Orgaanisten humushappojen dissosiaatiotuotteina syntyvien orgaanisten anionin määrää voidaan arvioida kationien ja epäorgaanisten anionien erotuksena. Kun verrataan vetykarbonaatin, orgaanisen anionin ja ei-merellisen sulfaatin pitoisuuksia, niin suurimassa osassa (84 %) alueen järvistä vetykarbonaatti on tärkein anioni. Sulfaatti on merkittävin anioni noin 10 %:ssa järvistä ja orgaaninen anioni 6 %:ssa järvistä. Tämä kuvastaa sitä, että valtaosassa Tornionjoen vesistöalueen järviä luontaisesti muodostuva vetykarbonaatti on tärkein järvien puskurikykyä ylläpitävä tekijä. Järvissä, joiden pH-arvo oli alle 6, sulfaatti oli vallitseva anioni.

Kun verrataan Tornionjoen vesistöalueen järvien happamuustilannetta muihin Barentsin alueen järviin, havaitaan että Tornionjoen vesistöalueen jär-

alkaliniteten under $50 \mu\text{ekv/l}$, dvs. buffertkapaciteten i sjöarna var mycket svag. Buffringsförmågan var svag i ca 20 % av sjöarna på den svenska sidan och i ca 15 % på den finska. Sjöar som förlorat buffringsförmågan helt (alkalinitet < 0) fanns inte på finsk sida men utgjorde 3 % av antalet på den svenska sidan. På svensk sida var medianen för sjöarnas pH-värde 6,92 och på finsk sida 6,90. I ca 9 % av sjöarna på den svenska sidan var pH-värdet under 6,0.

I hela materialet var medianhalten av icke-marina baskatjoner ($\text{BC}^* = \text{Ca}^* + \text{Mg}^* + \text{Na}^* + \text{K}^*$) $211 \mu\text{ekv/l}$ och i ca 20 % av sjöarna var halten låg, dvs. under $100 \mu\text{eq/l}$. På den svenska sidan finns också sjöar som har mycket höga baskatjonhalter, t.o.m. över $1000 \mu\text{ekv/l}$. I ca 8 % av sjöarna är baskatjonhalten över $500 \mu\text{ekv/l}$. I hela sjöaterialet var medianhalten av icke-marint sulfat (SO_4^*) $34 \mu\text{ekv/l}$. Höga sulfathalter ($> 100 \mu\text{ekv/l}$) uppmättes bara i ca 3 % av sjöarna.

Anjoner är negativt laddade joner som bildas genom vittringsprocesser i berggrunden och jordmånen men också då organiskt material nedbryts. Anjoner hamnar i vattendragen även med nedfall. Mängden organiska anjoner, som bildas när organiska humussyror dissocieras, kan uppskattas genom att räkna differensen mellan mängden kationer och mängden oorganiska anjoner. Vid en jämförelse av halterna av vätekarbonat, organiska anjoner och icke-marint sulfat utgör vätekarbonat den viktigaste anjonen i de flesta sjöar (84 %) inom området. Sulfat är den mest betydande anjonen i 10 % och organiska anjoner i 6 % av sjöarna. Detta visar att i de flesta sjöar inom Torne älvs avrinningsområde är vätekarbonat, som bildas på naturlig väg, den viktigaste faktorn som upprätthåller buffertkapaciteten i sjöarna. Sulfat var den dominerande anjonen i sjöar där pH var under 6.

När man jämför surhetsgraden i sjöarna inom Torne älvs avrinningsområde med de övriga sjöarna inom Barents området finner man att alkaliniteten i sjöarna inom Torne älvs avrinningsområde är i genomsnitt något högre än i övriga Lapplands och Norrbottens län och

vissä alkaliniteetti on keskimäärin hie-
man korkeampi kuin Lapin ja Norrbot-
tenin lääneissä ja selvästi korkeampi
kuin Pohjois-Norjassa ja Kuolassa (Hen-
riksen ym. 1997). Tämän johdosta myös
vesistöalueen järvet ovat keskimäärin
vähemmän happamia kuin Lapissa ja
Norrbottenissa ja erityisesti Kuolan alu-
eella. Tornionjoen vesistöalueen järvi-
en sulfaattipitoisuudet ovat lähellä lää-
nien mediaaniarvoja, ja emäskationipi-
toisuudet ovat hieman korkeampia kuin
vastaavat pitoisuudet Lapin ja Norrbot-
tenin lääneissä. Yhteenvetona voidaan
todeta, että suurin osa alueen järvistä
on puskurikyvyltään kohtuullisia tai
hyviä, mutta alueelta löytyy myös joi-
takin järviä, joiden puskurikyky on
heikko ja pH alhainen. Järvissä, joiden
pH-arvo on alentunut, sulfaatti on tär-
keämpi happamuuden aiheuttaja kuin
orgaaninen aines.

7.3.2 Pienten jokien happamuustilanne

Valuma-alueeltaan pienet vesistöt ovat
herkkiä ihmistoiminnasta aiheutuvalle
happamoitumiselle. Tornionjoen pääuo-
man happamuuden ja puskurikyvyn
muutoksia tarkastellaan luvussa 7.5 Pit-
käaikaiset veden laadun muutokset.
Kevättulvan aikana huomattava osa
pienten jokien vedestä on sulamisvet-
tä, mikä voi aiheuttaa niin sanotun ”hap-
pamuuspiikin” esiintymisen. Happa-
muuspiikki ilmenee nopeina ja voimak-
kaina pH:n ja puskurikyvyn laskuna.
Tämän happamuuspiikin esiintymiseen
voivat vaikuttaa monet eri tekijät. Osit-
tain jokivesien laimeneminen aiheuttaa
mm. puskuroivien aineiden pitoisuuden
laskua ja toisaalta sulamisvesien sisäl-
tämät happamoittavat aineet ja humus-
hapot laskevat veden pH:ta (Laudon &
Bishop 1999).

Puskurikyvyn aleneminen tekee
vesistön herkäksi kevättulvan aikaisel-
le happamuuspiikille, vaikka ei aiheuta
happamuuden pysyvää alentumista. Jos
veden puskurikyky on alhainen, voi
happamoittavien aineiden määrä ylittää
puskurikyvyn, mistä seuraa ensin pH:n
voimakas heilahtelu ja lopulta romah-

markant höhere än i Nord-Norge och på
Kolahalvön (Henriksen m.fl. 1997). Där-
för är även sjöarna inom avrinningsområ-
det i genomsnitt mindre sura än i Lapp-
land och Norrbotten och framför allt
inom Kola området. Sulfathalten i sjöar-
na i Torne älvs avrinningsområde ligger
nära medianvärdet för Lappland och
Norrbotten, medan baskatjonhalten är
något högre än motsvarande median-
halter i dessa län. Sammanfattningsvis
kan man konstatera att buffertkapaci-
teten är måttlig eller god i de flesta sjö-
ar inom området, men det finns också
några enskilda sjöar med svag buffrings-
förmåga och lågt pH-värde. I de sjöar
där pH-värdet har sjunkit orsakas sur-
heten i huvudsak av sulfat och i mindre
utsträckning av organiskt material.

7.3.2 Surhetstillståndet i små vattendrag

Vattendrag med små avrinningsområ-
den är känsliga för försurning som or-
sakas av människans verksamhet. För-
ändringarna i surhetsgrad och buffert-
kapacitet i Torne älvs huvudfåra be-
handlas i kapitel 7.5 Långsiktiga för-
ändringar i vattnets kvalitet. Under vår-
floden består en betydande del av vatt-
net i små vattendrag av smältvatten,
vilket kan ge upphov till en s.k. surstöt.
En surstöt medför en snabb och kraftig
sänkning av pH-värdet och buffrings-
förmågan. Många olika faktorer påver-
kar uppkomsten av en surstöt. Då vatt-
net i älven späds ut sjunker bl.a. halten
buffrande ämnen. Dessutom sänker
försurande ämnen och humussyror som
finns i smältvattnet pH-värdet (Laudon
& Bishop 1999).

En minskad buffertkapacitet gör
vattendragen känsliga för en surstöt
under vårfloden även om den inte orsa-
kar någon permanent sänkning av pH.
Om vattnets buffertkapacitet är låg kan
mängden försurande ämnen i vattnet
överstiga buffringsförmågan, vilket le-
der till stora variationer hos pH som se-
dan slutligen sjunker kraftigt. Trots att
denna sänkning i pH ofta är kortvarig
och att pH så småningom återgår till
normal nivå kan pH-förändringen

taminen. Vaikka veden pH:n lasku on usein lyhytaikaista ja pH palautuu vähitellen tavalliselle tasolle, voi muutos vaikuttaa joen eliöstöön. Kun pH laskee riittävän alas, vapautuu epäorgaanista alumiinia, joka on vahingollista monille vesieliöille. Nopeat happamuuden muutokset samanaikaisesti tapahtuvan veden rauta- ja kiintoainepitoisuuden nousun kanssa saattavat vaikeuttaa mm. kalaston selviytymistä (Mähönen 1992). Voimakas happamoittavien aineiden vaikutus voi myös saada aikaan pysyvempiä muutoksia veden happamuustasossa ja sitä kautta vesieliöissä.

Vuosina 1991–1992 Pajalan kunnan alueella tutkittiin 15 Tornionjoen vesistöalueella sijaitsevan pienehkön joen veden laadun muutoksia. Näistä 9 joen veden laatua on seurattu riittävän tihe-

päverka djur- och växtlivet i vattnet. Då pH sjunker under en viss nivå frigörs oorganiskt aluminium som är skadligt för många vattenlevande organismer. Snabba förändringar i surhetsgraden samtidigt som halterna av järn och suspenderade ämnen ökar kan inverka på bl.a. fiskbeståndet (Mähönen 1992). En stark påverkan av försurande ämnen kan även orsaka mer permanenta förändringar i pH-nivån, vilket inverkar på de organismer som lever i vattnet.

I den undersökning av förändringar av vattenkvalitet i små vattendrag i Pajala kommun, som utfördes under 1991–1992, har prover tagits tillräckligt ofta (fler än 10 observationer) under vår och sommar i 9 av de 15 vattendragen för att det ska kunna ge en tillförlitlig bild av surhetsgraden i vattnen (tabell

Taulukko 7.3. Yhteenveto Pajalan kunnassa sijaitsevien pienten jokien veden laadusta. Mediaani (md), minimi (min), maksimi (max) ja havaintojen lukumäärä (n).

Tabell 7.3. En sammanställning över vattenkvaliteten i små vattendrag inom Pajala kommun. Median (md), lägsta värde (min), högsta värde (max) och antalet observationer (n).

Havaintopaikka / Mätstation	Vuosi / År	Väri / Färg (mg Pt/l)				Säkh / Kond (mS/m)				pH			
		md	min	max	n	md	min	max	n	md	min	max	n
Merasjoki 1	1991	75	5	90	12	2,04	1,46	6,27	12	6,68	6,28	7,12	12
Merasjoki 2	1991	70	15	95	15	2,27	1,50	6,84	15	6,80	6,33	7,11	15
Muodosjoki	1991	100	70	120	15	2,46	1,62	29,92	15	6,52	6,30	7,44	15
Parkajoki	1991-1992	65	15	125	47	2,30	0,13	4,66	47	6,74	5,82	7,24	47
Kirkijoki	1991	70	40	100	16	2,62	2,17	4,20	16	6,75	6,42	6,94	16
Yl. Kihlankijoki	1991-1994	55	10	125	105	1,86	1,12	2,99	105	6,65	5,75	7,11	105
Yl. Kihlankijoki	1995-1997	53	5	131	87	2,08	1,07	3,19	87	6,69	5,55	7,16	87
Al. Kihlankijoki	1991	65	20	110	16	1,72	1,31	3,06	16	6,74	6,10	7,03	16
Aareajoki	1991	100	50	160	15	2,02	1,40	5,38	15	6,37	6,09	6,80	15
Kaunisjoki	1991	110	10	150	16	2,75	1,92	5,66	16	6,45	5,38	6,92	16

Havaintopaikka / Mätstation	Vuosi / År	Alk (µekv/l)				BC* (µekv/l)				SO ₄ * (µekv/l)			
		md	min	max	n	md	min	max	n	md	min	max	n
Merasjoki 1	1991	108	52	436	12								
Merasjoki 2	1991	132	60	480	15	173	130	498	7	39	26	106	7
Muodosjoki	1991	124	68	2300	15	208	159	661	6	30	21	116	7
Parkajoki	1991-1992	132	40	332	47	200	87	436	15	48	16	109	16
Kirkijoki	1991	136	104	260	16	256	193	424	7	44	22	79	7
Yl. Kihlankijoki	1991-1994	104	24	240	105	162	72	268	47	25	16	41	48
Yl. Kihlankijoki	1995-1997	112	8	222	87	176	75	286	87	27	13	41	87
Al. Kihlankijoki	1991	92	40	184	16	139	115	276	7	26	16	48	7
Aareajoki	1991	104	44	352	15	189	138	532	6	38	24	97	6
Kaunisjoki	1991	150	0	384	16	279	200	558	6	38	20	101	6

än (yli 10 havaintoa) näytteenoton avulla kevään ja kesän aikana, jolloin happamuustilanteesta saadaan luotettava kuva (taulukko 7.3). Alimmillaan näiden jokien alkaliniteetti on vaihdellut välillä 0–104 $\mu\text{ekv/l}$ ja pH-arvo välillä 5,38–6,42 (kuva 7.5). Pienimmät pH:n ja alkaliniteetin arvot mitattiin Kaunisjoessa, jossa veden puskurikyky oli alimmillaan kulunut täysin loppuun ja tällöin veden pH oli 5,38.

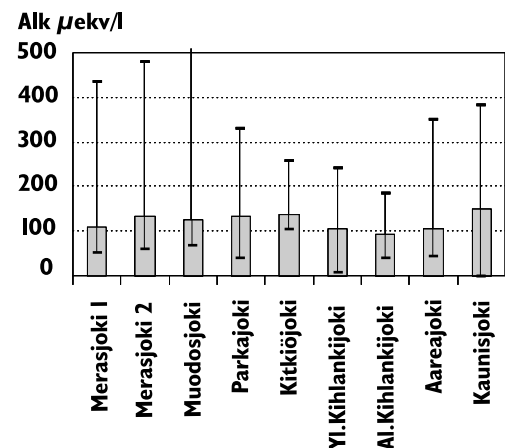
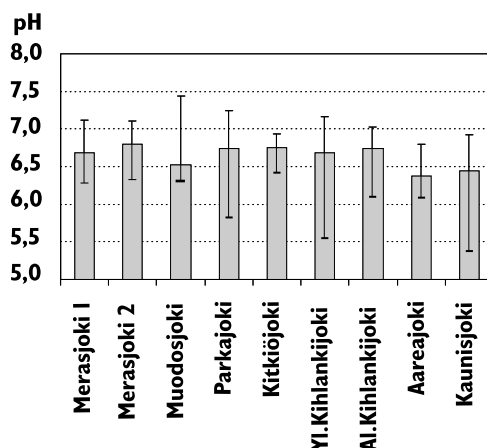
Lumen sulamiseen ja valunnan kasvuun liittyvät nopeat veden laadun muutokset ovat tyypillisiä pohjoisen pienissä jokivesissä. Ylisen Kihlankijoen vuosien 1995–1997 aineiston perusteella sulamisen alkuvaiheeseen liittyy voimakas orgaanisen aineen ja siihen sitoutuneiden ravinteiden ja raudan huuhtoutuminen vesistöön. Tämä näkyy etenkin veden värin, mutta myös kokonaisfosforin, kokonaistypen ja orgaanisen hiilen pitoisuuden kasvuna (kuva 7.6). Sulamisen edistyessä laimeiden lumensulamisesien osuus virtaamasta kasvaa ja tällöin etenkin emäskationien (BC^*), mutta myös anionien kuten sulfaatin (SO_4^*) ja kloridin (Cl) pitoisuudet pienenevät. Veden puskurikyky, alkaliniteetti, laskee siten jyrkästi pääasiassa laimenemisen, mutta myös orgaanisten humushappojen lisääntymisen johdosta. Vastaavasti veden pH laskee alentuneen puskurikyvyn ja orgaanisten humushappojen lisääntyneen huuhtoutumisen vaikutuksesta. Orgaanisten humusaineiden merkitystä kuvastaa orgaanisen anionin kohonnut pitoisuus tulva-aikaan. Ympäristöiltä maa-alueilta vesistöihin

7.3). I dessa vattendrag har alkalinitetsnivån varit som lägst 0–104 $\mu\text{ekv/l}$ och pH 5,38–6,42 (figur 7.5). De lägsta värdena för pH och alkalinitet uppmättes vid ett tillfälle i Kaunisjoki då vattnet helt saknade buffringsförmåga och pH var nere på 5,38.

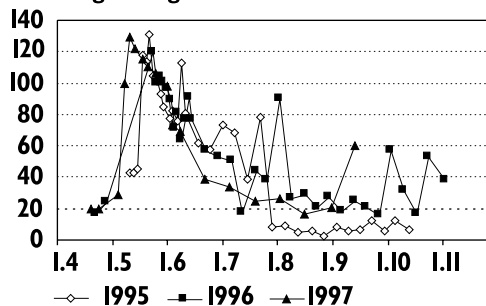
Snabba förändringar i vattnets kvalitet i samband med snösmältningen och den ökade avrinningen är typiska för mindre vattendrag i norr. Mätningar i Ylisen Kihlankijoki åren 1995–1997 visar att då snösmältningen startar sker ett mycket kraftigt utläckage av organiskt material och därtill bundna närsalter och järn till vattendragen. Framför allt kommer detta till uttryck i en ökning av vattnets färgtal men också som en ökad halt av totalfosfor, totalkväve och organiskt kol (figur 7.6). Då smältningen fortskrider och vattenflödet ökar så minskar framför allt halterna av bas-kationer (BC^*) men även halterna anjoner, exempelvis sulfat (SO_4^*) och klorid (Cl), minskar som en följd av den utspädning som sker när smältvattnet kommer ut i vattendragen. Vattnets buffertkapacitet, dvs. alkalinitet, minskar därmed starkt i huvudsak som en följd av utspädningen men även på grund av ökningen av humussyror. Då buffertkapaciteten minskar och utsköljningen av organiska humussyror ökar sjunker även pH. De organiska humusämnenas betydelse kommer till uttryck som en förhöjd halt av organiska anjoner under höglödesperioden. Humussyror som lakas ut i vattendragen från omkringliggande marker utgör den största delen av anjonerna och de har i områ-

Kuva 7.5. Pajalan kunnassa sijaitsevien pienten jokien veden pH-arvon ja alkaliniteetin mediaanit (pylväs) sekä minimi- ja maksimiarvot.

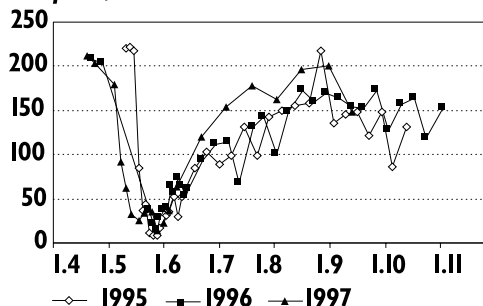
Figur 7.5. Medianvärden (staplar) samt lägsta och högsta värden för pH och alkalinitet i små vattendrag inom Pajala kommun.



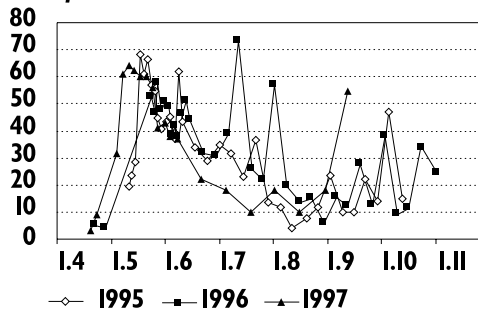
Väri/Färg Pt mg/l



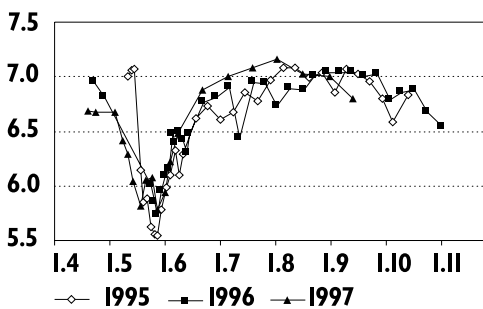
Alk $\mu\text{ekv/l}$



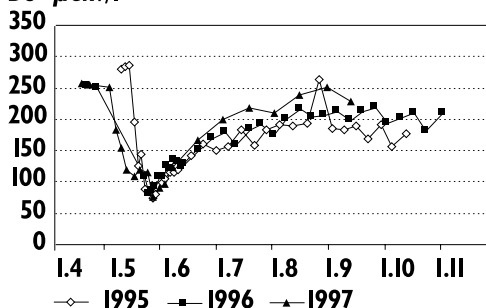
OAN $\mu\text{ekv/l}$



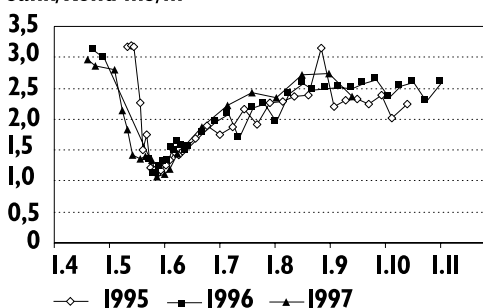
pH



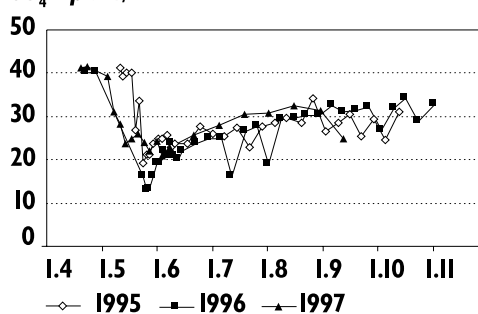
BC* $\mu\text{ekv/l}$



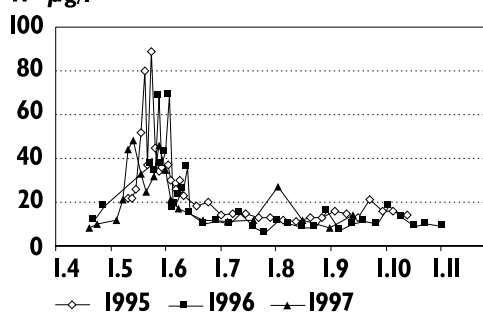
Sähk/Kond mS/m



SO₄* $\mu\text{ekv/l}$



TP $\mu\text{g/l}$



Kuva 7.6. Ylisen Kihlankijoen veden väriluvun, orgaanisen anionin (OAN), ei-merellisten emäskationien (BC*), sulfaatin (SO₄*), alkaliniteetin, pH:n, sähkönjohtavuuden ja kokonaisfosforin (TP) vaihtelut kevään ja kesän aikana vuosina 1995–1997.

Figur 7.6. Variationerna i några vattenkvalitetsparametrar i vattendraget Ylisen Kihlankijoki under våren och sommaren 1995–1997. Vattenkvalitetsparametrarna är färgtal, organiska anjoner (OAN), icke-marina baskatjoner (BC*), sulfat (SO₄*), alkalinitet, pH, konduktivitet och totalfosfor (TP).

huuhtoutuvat humushapot muodostavat suurimman osan anioneista, ja niillä on siten Ylisen Kihlankijoen kaltaisissa alueen pienissä joissa suurempi merkitys kevään pH:n alenemisen kannalta kuin ihmisen toiminnasta peräisin olevalla sulfaatilla (Laudon & Bishop 1999, Bishop & Laudon 2000).

Myös Suomen puolella on seurattu joidenkin Tornionjokeen laskevien sivujokien veden laadun tulva-aikaisia muutoksia (taulukko 7.4). Martimojokea lukuun ottamatta näiden jokien pH ei ole laskenut alle 6 eikä alkaliniteetti

dets små vattendrag, exempelvis Ylisen Kihlankijoki, således en större betydelse för de låga pH-värdena under våren än det sulfat som kommer från människans verksamhet (Laudon & Bishop 1999, Bishop & Laudon 2000).

Även i Finland har man följt förändringar i vattenkvalitet under höglödesperioder i några biflöden till Torne älv (tabell 7.4). Med undantag för Martimojoki har pH i dessa vattendrag inte sjunkit under 6 och alkaliniteten inte under 50 $\mu\text{ekv/l}$. De lägre pH-värdena i

Taulukko 7.4. Joidenkin Tornionjoen Suomen puoleisten sivujokien vedenlaatutietoja 15.4.–30.6. väliseltä ajalta.

Tabell 7.4. Uppgifter om vattenkvaliteten i några biflöden till Torne älv på den finska sidan under perioden 15.4–30.6.

Havaintopaikka / Mätstation	Vuosi / År	Alk ($\mu\text{ekv/l}$)				pH				Sähk / Kond (mS/m)			
		md	min	max	n	md	min	max	n	md	min	max	n
Jietajoki	1991	139	89	310	29	6,79	6,57	7,24	30	2,35	1,85	7,60	30
Maljasjoki	1991	121	81	455	30	6,69	6,33	6,99	30	2,05	1,75	6,50	30
Tarvantojoki	1991	108	68	560	30	6,74	6,41	7,09	30	2,05	1,55	7,90	30
Palojoki	1991	100	69	270	30	6,58	6,41	6,77	31	2,00	1,70	5,60	31
Jerisjoki	1991	174	142	218	38	6,87	6,72	7,05	38	3,30	2,90	4,20	38
Kangosjoki	1991	188	127	263	39	6,79	6,57	7,02	40	3,33	2,60	4,50	40
Ylläsjoki	1991	111	69	387	33	6,45	6,17	6,78	33	2,50	1,80	5,90	33
Martimojoki	1990-1991	69	21	486	34	6,19	5,59	7,44	52	3,45	1,90	12,20	52

Havaintopaikka / Mätstation	Vuosi / År	SO ₄ ($\mu\text{ekv/l}$)				Väri / Färg (mg Pt/l)				COD _{Mn} (mg/l)			
		md	min	max	n	md	min	max	n	md	min	max	n
Jietajoki	1991	23	19	104	29	95	40	200	30	12,2	5,2	19,7	30
Maljasjoki	1991	25	12	187	29	110	80	240	30	13,6	9,6	19,2	30
Tarvantojoki	1991	23	17	117	29	80	35	140	30	9,9	4,1	13,3	30
Palojoki	1991	24	17	75	30	100	50	180	31	11,3	4,3	14,7	31
Jerisjoki	1991	58	44	81	38	40	30	50	38	7,4	5,3	8,6	38
Kangosjoki	1991	53	33	75	38	70	50	90	40	8,7	6,2	10,2	40
Ylläsjoki	1991	34	25	62	32	140	120	200	32	16,2	11,4	21,0	33
Martimojoki	1990-1991	108	92	154	13	180	100	300	50	20,0	12,0	30,0	51

Havaintopaikka / Mätstation	Vuosi / År	KA / Susp (mg/l)				Fe ($\mu\text{g/l}$)				TP ($\mu\text{g/l}$)			
		md	min	max	n	md	min	max	n	md	min	max	n
Jietajoki	1991	1,9	0,3	14,6	30	1107	425	2773	30	20	8	41	30
Maljasjoki	1991	2,5	1,0	39,0	30	1039	548	4412	30	31	15	74	30
Tarvantojoki	1991	1,5	0,6	13,0	30	674	318	2758	30	17	8	39	30
Palojoki	1991	3,4	0,9	10,4	31	2022	712	3554	31	20	11	42	31
Jerisjoki	1991	1,5	0,9	2,8	38	295	208	460	38	17	12	22	38
Kangosjoki	1991	2,1	1,3	4,1	39	755	483	1241	40	23	18	31	40
Ylläsjoki	1991	5,0	1,6	15,3	33	1777	1160	10035	33	31	18	56	33
Martimojoki	1990-1991	16,2	2,0	190,0	52	2558	622	7472	52	42	26	98	21

alle 50 $\mu\text{ekv/l}$. Martimojoeen alhaisempiin pH-arvoihin vaikuttaa veden korkea humuspitoisuus, mikä näkyy korkeina veden väri- ja COD_{Mn} -arvoina. Myös muiden jokien tulva-aikaiseen happamuuden lisääntymiseen vaikuttavat oleellisesti valuma-alueelta huuhtoutuvat humusaineet. Jerisjokea lukuun ottamatta tutkitut joet ovat tulva-aikaan runsashumuksisia.

7.4 Veden laadun vuodenaikaisvaihtelu

Veden laadun vuodenaikaisvaihtelua tarkastellaan valtakunnallisten havaintopaikkojen perusteella, joista on olemassa vedenlaatatutietoja eri kuukausilta. Jokivesistöissä ainepitoisuuksien vaihtelu korreloi selvästi valunnan ja virtaaman vuodenaikaisvaihtelun kanssa.

Humuksen määrää kuvastavat veden väriluku ja kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn} -arvo) kasvavat selvästi virtaaman kasvaessa touko-kesäkuussa (kuva 7.7). Vesistön latvaosissa Abiskojoen ja Jukkasjärven havaintopaikoilla humuksen määrä ja sen vuodenaikainen vaihtelu on selvästi vähäisempää kuin Tornionjoen alaosassa. Vastaavasti myös veden rautapitoisuus kasvaa virtaaman kasvaessa, sillä rauta on enimmäkseen sitoutunut valuma-alueelta huuhtoutuvaan humukseen tai kiintoaineeseen. Veden värin, COD_{Mn} -arvon ja raudan pitoisuudet ja niiden vaihtelut ovat hyvin samankaltaisia Tornionjoen alaosalla lähekkäin sijaitsevien Mattilan ja Kukkolan havaintopaikoilla. Kesällä ja syksyllä veden väri vaihtelee Tornionjoen keski- ja alaosalla tavallimmin välillä 40–60 mg Pt/l ja COD_{Mn} -arvo välillä 4,5–7 mg/l.

Veden kiintoainepitoisuutta ja sameutta on mitattu ainoastaan Suomen puolella. Talvella veden kiintoainepitoisuus on hyvin alhainen mediaanipitoisuuksien vaihdellessa välillä 0,5–0,6 mg/l Muonionjoen sekä Pellon ja Kukkolan havaintopaikoilla. Vastaavasti veden sameusarvojen mediaanit ovat vaihdelleet talvella välillä 1,3–1,6 FTU. Keväällä tulva-aikaan veden kiin-

Martimojoki orsakas av en hög humushalt i vattnet vilket gör att även färgtalet och COD_{Mn} -värdet är höga. Den ökade surheten under vårfloden i de övriga vattendragen orsakas i hög grad av humusämnen som lakas ut från avrinningsområdet. Med undantag av Jerisjoki har de undersökta älvarna innehållit höga halter av humus under högflödet.

7.4 Variationer i vattenkvaliteten under olika årstider

Uppgifter om vattenkvaliteten i Torne älv under olika årstider baserar sig på månadsvisa mätningar vid de nationella mätstationerna. Halterna av de olika ämnena i vattendragen korrelerar tydligt med variationen av avrinning och vattenföring.

Färgtalet och kemisk syreförbrukning (COD_{Mn}), som återspeglar humushalten i vattnet, ökar tydligt då vattenföringen ökar i maj–juni (figur 7.7). I de övre delarna av vattensystemet vid Abiskojäkka och Jukkasjärvi är humushalten och dess årstidsvariation klart lägre än i de nedre delarna av älven. Då vattenföringen ökar så ökar även järnhalten i vattnet, eftersom järnet är bundet främst till humus eller suspenderade ämnen som lakas ur marken inom avrinningsområdet. Färgtalet, COD_{Mn} -värdet och järnhalterna och variationerna hos dessa är mycket likartade vid Mattila och Kukkola som ligger i nedre delen av Torne älv. På sommaren och hösten är färgtalet i Torne älvs mellerssta och nedre del vanligtvis 40–60 mg Pt/l och COD_{Mn} -värdet 4,5–7 mg/l.

Halten suspenderade ämnen samt turbiditeten (grumligheten) i vattnet har mätts enbart på finsk sida av älven. Under vintertid är halten suspenderade ämnen mycket låg. Medianhalten varierar mellan 0,5 och 0,6 mg/l vid mätstationerna i Muonio älv samt i Pello och i Kukkola. Vintertid har medianvärdena för grumligheten varierat mellan 1,3 och 1,6 FTU. Under högflödesperioden på våren är halterna av suspenderade ämnen och partiklar i vattnet som störst,

toaine- ja hiukkaspitoisuus on suurimmillaan valuma-alueelta huuhtoutuvan humuksen ja kiintoaineen vaikutuksesta. Keväällä kiintoainepitoisuuden mediaanit ovat vaihdelleet eri havaintopaikoilla välillä 3,6–16,3 mg/l ollen korkeimmillaan Pellossa. Vastaavasti sameuden mediaanit ovat vaihdelleet välillä 2,8–6,3 FTU. Kesällä ja syksyllä veden kiintoainepitoisuus ja sameusarvot ovat olleet melko tasaisia, vaikka syksyllä voi esiintyä joitakin korkeampia pitoisuuksia. Kesällä ja syksyllä kiintoainepitoisuuden mediaanit ovat vaihdelleet välillä 0,9–1,4 mg/l ja sameuden mediaanit välillä 1,1–1,6 FTU. Kesällä ja syksyllä veden kiintoainepitoisuudet ovat siten alhaisia, mutta vesi on kohtuullisen samaa (Naturvårdsverket 1990).

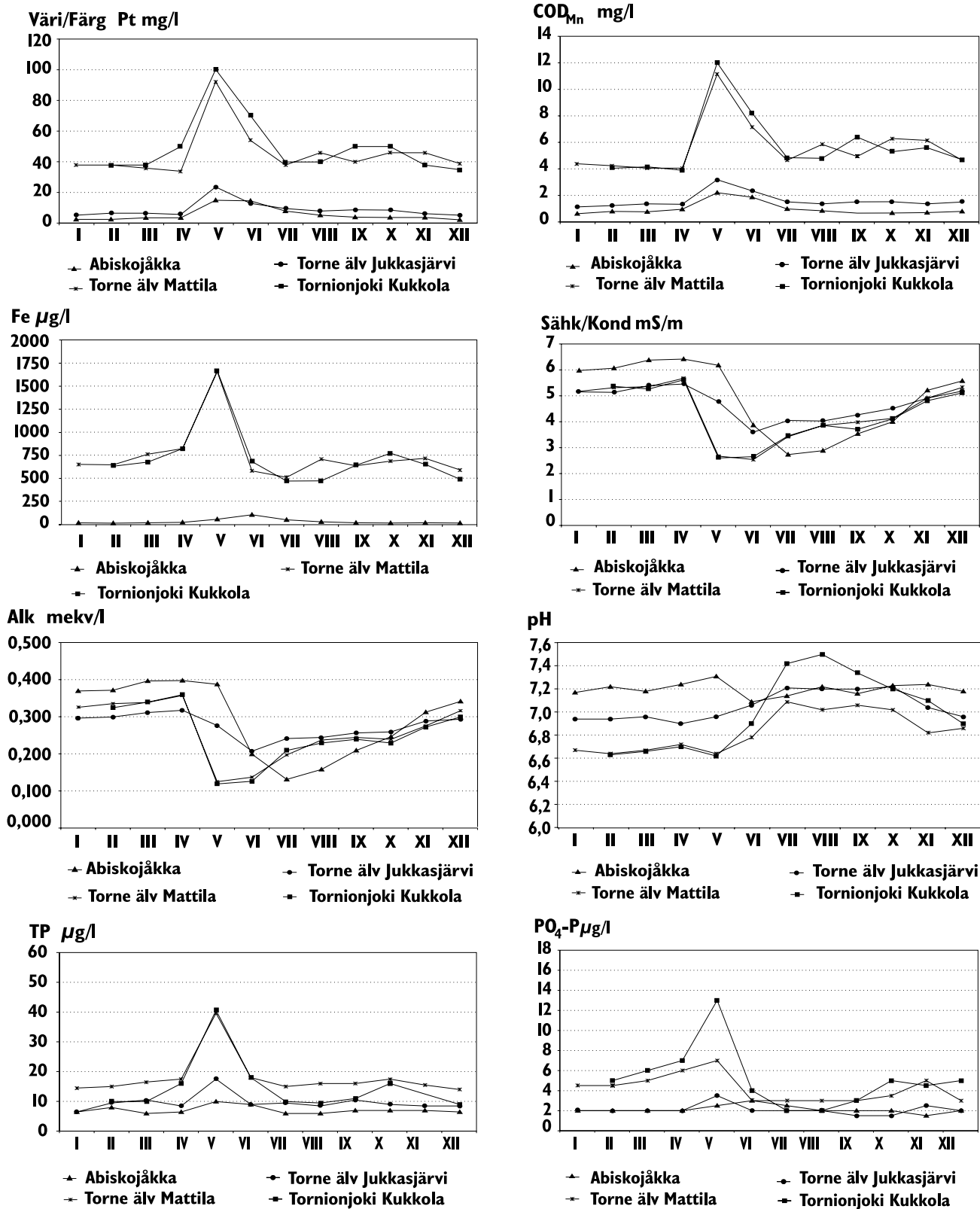
Veden sähkönjohtavuus on yleensä korkeimmillaan kevättalvella, jolloin suurin osa valunnasta on pohjavettä, joka on alttiina maaperässä tapahtuville ioninvaihtoreaktioille. Tämä näkyy myös korkeina alkaliniteetin arvoina kevättalvella (kuva 7.7). Lumien sulassa huomattava osa valunnasta kulkeutuu vesistöihin nopeasti pintavaluntana, jolloin veden sähkönjohtavuus ja alkaliniteetti alenevat jyrkästi pääasiassa laimenemisen sekä luonnostaan happamien sulamisvesien johdosta. Vesistön latvaosissa lumet sulavat myöhemmin kuin joen alaosalla, minkä vuoksi myös alkaliniteetin ja sähkönjohtavuuden lasku tapahtuu siellä myöhemmin kuin joen alaosassa. Tornionjoen alaosalalla alkaliniteetti on alimmillaan touko-kesäkuussa. Happamoittavien yhdisteiden aiheuttama pH:n lasku ajoittuu myös vesistön eri osissa eri aikaan. Veden pH-arvot ovat yleensä korkeimmillaan kesän tuottavan kauden aikana, jolloin levien ja vesikasvien yhteyttämistoiminta nostaa pH-arvoa. Abiskojoessa pH-vaihtelut ovat pieniä ja veden pH on koko vuoden emäksisen puolella.

Kokonaisfosforin pitoisuus on korkeimmillaan tulva-aikaan, sillä huomattava osa kokonaisfosforista on humukseen tai kiintoaineeseen sitoutuneena (kuva 7.7). Abiskojoessa pitoisuusvaihtelut ovat pieniä alhaisesta humuspitoisuudesta johtuen. Myös fos-

vilket beror på att humus och fasta ämnen sköljs ut från avrinningsområdet. På våren har medianhalterna av suspenderade ämnen varierat mellan 3,6 och 16,3 mg/l vid de olika mätstationerna. De högsta värdena har mätts i Pello. Medianvärdena för turbiditeten har varierat mellan 2,8 och 6,3 FTU. På sommaren och hösten har halten av suspenderade och grumlande ämnen varit ganska stabila även om det på hösten ibland kan förekomma högre halter. På sommaren och hösten har medianhalten av suspenderade ämnen varit 0,9–1,4 mg/l och medianvärdena för turbiditeten 1,1–1,6 FTU. På sommaren och hösten är halterna av suspenderade ämnen alltså låga men vattnet är måttligt grumligt (Naturvårdsverket 1990).

Vattnets konduktivitet är i allmänhet som högst på vårvintern då största delen av avrinningen består av grundvatten som påverkas av de jonbytesreaktioner som sker i marken. Därför är även alkaliniteten hög under vårvintern (figur 7.7). När snön smälter rinner en betydande del av vattnet snabbt ut i vattensystemet som ytavrinning, vilket leder till att vattnets konduktivitet och alkalinitet drastiskt minskar i huvudsak för att vattnet späds ut samt för att smältvattnet av naturen är surt. Eftersom snösmältningen sker senare i älvens övre lopp än i de nedre delarna sjunker även alkaliniteten och konduktiviteten senare här. I den nedre delen av Torne älv är alkaliniteten som lägst i maj–juni. Den sänkning av pH-värdet som orsakas av försurande ämnen inträffar vid olika tider i de olika delarna av vattendraget. Vattnets pH-värden är i allmänhet som högst under sommaren då produktionen är störst, dvs. då assimilationsaktiviteten hos alger och vattenväxter höjer pH-värdet. I Abiskojäkka är avvikelserna i pH små och vattnet är basiskt hela året.

Totalfosforhalten är som högst under vårfloden eftersom en betydande del av totalfosfor är bunden till humusämnen eller suspenderade ämnen (figur 7.7). I Abiskojäkka är variationerna i fosforhalten små beroende på den låga halten av humusämnen. I allmänhet är även fosfatfosforhalten som högst i ap-



Kuva 7.7. Veden väriluvun, COD_{Mn}-arvon, raudan (Fe), sähkönjohtavuuden, alkaliniteetin, pH:n, kokonaisfosforin (TP) ja fosfaattifosforin (PO₄-P) mediaanipitoisuudet eri kuukausina Abiskojoen sekä Tornionjoen Jukkasjärven, Mattilan ja Kukkolan havaintopaikoilla vuosina 1988–1997.

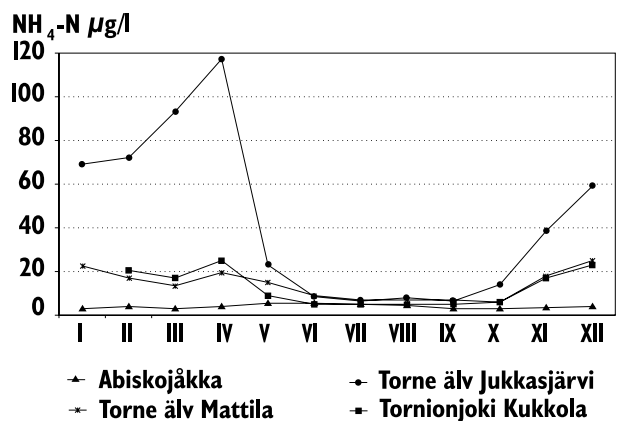
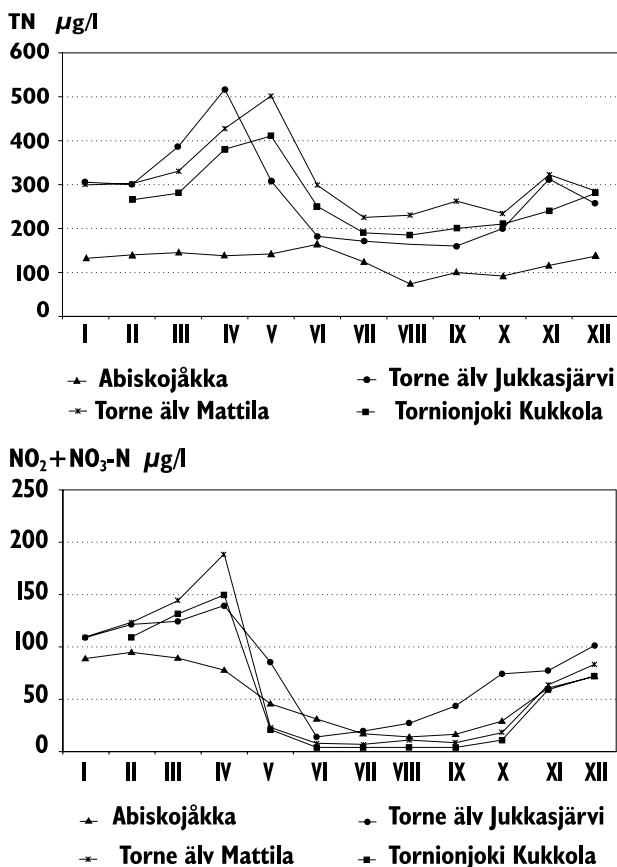
Figur 7.7. Medianen för färgtal, kemisk syreförbrukning (COD_{Mn}), järn (Fe), konduktivitet, alkalinitet, pH, totalfosfor (TP) och fosfatfosfor (PO₄-P) under olika månader i Abiskojoen samt i Torne älv vid mätstationerna i Jukkasjärvi, Mattila och Kukkola åren 1988–1997.

faattifosforin pitoisuus on yleensä korkeimmillaan huhti-toukokuussa, minkä jälkeen pitoisuus on minimissään kesän tuotantokaudella, jolloin levät ja vesikasvit käyttävät suuren osan fosforista kasvuunsa.

Ammoniumtypen ($\text{NH}_4\text{-N}$) sekä nitriitti- ja nitraattitypen ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3\text{-N}$) pitoisuudet ovat yleensä korkeimmillaan kevättalvella ennen tulvahuippua (kuva 7.8). Jukkasjärven havaintopaikalla ammoniumtypen pitoisuus on kevättalvella huomattavan korkea (70–115 $\mu\text{g/l}$) verrattuna Tornionjoen alaosaan, missä pitoisuus on yleensä tasolla 15–25 $\mu\text{g/l}$. Tämä johtuu luultavasti voimakkaasti kuormitetun Luossajoen vaikutuksesta (ks. luku 7.2.3 Ruotsin puoleiset sivujoet), joka laskee Tornionjokeen vähän Jukkasjärven havaintopaikan yläpuolella. Sekä ammoniumtypen että nitriitti- ja nitraattitypen pitoisuudet ovat alimmillaan kesän tuotantokaudella. Kokonaistypen pitoisuuden vaihtelussa näkyy sekä mineraalitypen että orgaaniseen ainekseen sitoutuneen typen vaihtelu.

ril-maj, varefter halten sjunker och är som lägst under sommarens produktionsperiod, då alger och vattenväxter utnyttjar en stor del av fosfor till sin tillväxt.

Halterna av ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) samt nitrit- och nitratkväve ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3\text{-N}$) är i allmänhet som högst på vårvintern före den maximala vårfloden (figur 7.8). Vid mätstationen vid Jukkasjärvi är ammoniumkvävehalten påfallande hög (70–115 $\mu\text{g/l}$) på vårvintern jämfört med den nedre delen av Torne älv där halten i allmänhet är 15–25 $\mu\text{g/l}$. Detta beror troligtvis på en påverkan från den starkt belastade Luossajoki (se kap. 7.2.3 Torne älvs biflöden på den svenska sidan) som mynnar i Torne älv ett stycke uppströms mätstationen vid Jukkasjärvi. Halterna av både nitrit- och nitratkväve samt ammoniumkväve är som lägst under sommarens produktionsperiod. Variationerna i halterna av både mineralkväve och organiskt bundet kväve påverkar variationerna i totalkvävehalterna.



Kuva 7.8. Veden kokonaistypen (TN), ammoniumtypen ($\text{NH}_4\text{-N}$) sekä nitriitti- ja nitraattitypen ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3\text{-N}$) mediaanipitoisuudet eri kuukausina Abiskojoen sekä Tornionjoen Jukkasjärven, Mattilan ja Kukkolan havaintopaikoilla vuosina 1988–1997.

Figur 7.8. Medianhalten för totalkväve (TP), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) samt nitrit- och nitratkväve ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3\text{-N}$) under olika månader i Abiskojoen samt i Torne älv vid mätstationerna i Jukkasjärvi, Mattila och Kukkola åren 1988–1997.

7.4.1 Havaintopaikkojen väliset erot eri vuodenaikoina

Siitä huolimatta että kevättulvan alkamisajankohta ja kesto vaihtelee huomattavasti eri vuosina vesistöalueen eri osissa, niin vedenlaatuaineisto on jaettu neljään eri vuodenaikaan keskimääräisten hydrologisten olosuhteiden ja veden laadussa havaittujen muutosten perusteella. Taulukossa 7.5 on esitetty Tornionjoen vesistöalueella sijaitsevien valtakunnallisten jokihavaintopaikkojen vuosien 1988–1997 tavallisimmat vedenlaatuparametrit vuodenajoittain. Vastaavasti taulukossa 7.6 on esitetty Suomen puoleisen velvoitetarkkailun pääuoman vuosien 1988–1997 keskimääräiset vedenlaatu tulokset vuodenajoittain. Velvoitetarkkailua toteutetaan kolme kertaa vuodessa, maaliskuussa, toukokuussa ja elokuussa, joten velvoitetarkkailun havaintopaikoilta ei ole syksyn tuloksia.

Suomen valtakunnallinen Kukkolan havaintopaikka ja Ruotsin vastaava Mattilan havaintopaikka sijaitsevat joen alajuoksulla lähellä toisiaan. Mattilan havaintopaikka sijaitsee lähellä Tornionjokisuuta muutaman kilometrin Haaparannan kaupungin yläpuolella ja Kukkolan havaintopaikka sijaitsee tästä noin 10 km ylävirtaan. Vastaavasti Suomen puoleisen yhteistarkkailuohjelman havaintopaikka T7 on lähellä Kukkolan valtakunnallista havaintopaikkaa ja T6 on lähellä Pellon valtakunnallista havaintopaikkaa (kuva 6.1).

Lähellä toisiaan sijaitsevien havaintopaikkojen tuloksia verrattiin keskenään kahden hydrologisesti vakaan ajanjakson aikana eli helmi-huhtikuussa (1.2.–15.4.) ja heinä-elokuussa. Koska kahden toisiaan lähellä sijaitsevan havaintopaikan saman ajanjakson havainnot ovat toisistaan riippuvia ja monien muuttujien osalta jakaumat eivät ole normaaleja, niin tulosten välisiä eroja testattiin ei-parametrisen Wilcoxonin testin (Wilcoxon signed rank test) avulla. Wilcoxonin testissä saman kuukauden tai ajanjakson havainnot verrataan keskenään. Mattilan havaintopaikalta

7.4.1 Skillnader mellan mätstationerna under olika årstider

Utifrån genomsnittliga hydrologiska förhållanden och observerade förändringar i vattenkvaliteten har resultaten från vattenkvalitetsövervakningen indelats i fyra årstider trots att tidpunkten för vårfloden och dess längd varierar från år till år i de olika delarna av avrinningsområdet. Av tabell 7.5 redovisas de vanligaste vattenkvalitetsparametrarna uppdelat efter årstid. Mätresultaten baserar sig på uppgifter från de nationella mätstationerna i Torne älvs avrinningsområde under åren 1988–1997. I tabell 7.6 presenteras medianvärdet för resultaten från de vattenkvalitetsmätningar som utfördes i huvudfåran inom ramen för det finska recipientkontrollprogrammet under åren 1988–1997. På grund av att recipientkontrollen endast har utförts tre gånger per år, i mars/april, maj och augusti, saknas resultat för hösten från dessa mätstationer.

De nationella mätstationerna i Kukkola på den finska sidan av älven och i Mattila på den svenska sidan ligger nära varandra i Torne älvs nedre lopp. Mätstationen vid Mattila ligger nära Torne älvs mynning några kilometer uppströms Haparanda stad och mätstationen vid Kukkola ligger ytterligare ca 10 km uppströms Mattila. I Finland ligger det samordnade recipientkontrollprogrammets mätstation T7 nära den nationella mätstationen i Kukkola och kontrollprogrammets mätstation T6 ligger nära den nationella mätstationen i Pello (figur 6.1).

Resultaten från närliggande mätstationer jämfördes under två hydrologiskt stabila perioder, i februari–april (1.2.–15.4) och i juli–augusti. Eftersom resultaten från två mätstationer som ligger nära varandra är avhängiga av varandra och då många variabler inte följer normalfördelningen testades skillnaderna i resultaten med hjälp av ett icke-parametriskt Wilcoxon-test (Wilcoxon signed rank test). I detta test jämförs resultaten från samma månad

Taulukko 7.5. Tornionjoen vesistöalueella sijaitsevien valtakunnallisten jokihavaintopaikkojen vuosien 1988–1997 keskimääräiset vedenlaatutulokset vuodenajoinittain. Mediaani (md), minimi (min), maksimi (max) ja havaintojen määrä (n).

Tabell 7.5. Genomsnittliga vattenkvalitetsvärden under de olika årtiderna vid de nationella mätstationerna inom Torne älv avrinningsområde under åren 1988–1997. Median (md), lägsta värde (min), högsta värde (max) och antal observationer (n).

Havaintopaikka Mätstation		Sähk / Kond (mS/m)				pH				Alk (mekv/l)				Väri / Färg (mg Pt/l)				COD _{Mn} (mg/l)				Fe (µg/l)			
		md	min	max	n	md	min	max	n	md	min	max	n	md	min	max	n	md	min	max	n	md	min	max	n
Kevät/ Vår 16.4.-19.6.	Abiskojärkka	5,8	2,8	7,4	24	7,24	6,88	7,49	24	0,319	0,13	0,49	24	14	1	58	24	1,9	0,5	8,6	24	65	11	280	24
	Torne älv Jukkasjärvi	4,8	3,3	6,4	20	6,96	6,54	7,24	20	0,277	0,15	0,34	20	13	4	46	20	2,4	0,7	5,9	20				
	Torne älv Mattila	3,0	2,1	6,2	25	6,70	6,38	7,02	25	0,162	0,10	0,38	25	63	30	116	25	7,9	2,7	16,5	25	920	474	3100	25
	Muonionjoki Paloj. 14110	2,5	1,5	6,0	10	6,70	6,18	7,13	10	0,145	0,08	0,43	10	80	30	160	10	10,4	2,3	13,7	10	1400	490	3830	10
	Tornionjoki Pello 14100	2,6	2,2	5,4	10	6,66	6,40	6,90	10	0,128	0,09	0,28	10	140	80	160	10	14,1	9,1	16,3	10	2150	680	3250	10
	Tornionjoki Kukkola 14310	2,7	2,1	6,2	56	6,70	5,75	7,14	57	0,130	0,09	0,37	56	80	40	160	57	10,1	0,6	17,0	56	1060	330	3390	57
Kesä / Sommar 20.6.-31.8.	Abiskojärkka	2,8	2,5	3,6	20	7,17	6,93	7,33	20	0,149	0,11	0,19	20	6	4	13	20	0,9	0,4	1,5	20	35	20	116	20
	Torne älv Jukkasjärvi	4,0	3,2	4,6	19	7,19	6,96	7,47	19	0,241	0,19	0,26	19	10	5	24	19	1,4	0,9	3,4	19				
	Torne älv Mattila	3,5	2,4	4,2	23	7,01	6,59	7,47	23	0,210	0,11	0,27	23	42	15	112	23	5,5	2,6	14,0	23	525	198	1350	23
	Muonionjoki Paloj. 14110	3,0	2,3	3,5	9	7,24	6,80	7,60	9	0,210	0,14	0,23	9	60	20	125	9	6,3	3,5	14,2	9	471	230	1300	9
	Tornionjoki Pello 14100	3,6	3,2	4,3	10	7,40	7,08	7,62	10	0,232	0,18	0,27	10	55	20	90	10	6,7	2,6	10,3	10	627	260	910	10
	Tornionjoki Kukkola 14310	3,6	2,4	5,2	27	7,50	6,80	7,70	27	0,220	0,13	0,27	27	40	20	120	27	5,1	2,2	15,0	27	504	210	1000	27
Syksy / Höst 1.9.-31.10.	Abiskojärkka	3,7	2,9	5,8	19	7,18	6,90	7,40	19	0,218	0,16	0,36	19	4	2	8	19	0,7	0,3	1,1	19	18	10	35	19
	Torne älv Jukkasjärvi	4,3	4,0	4,8	16	7,21	6,80	7,69	16	0,258	0,24	0,27	16	9	2	15	16	1,5	1,0	3,0	16				
	Torne älv Mattila	4,0	2,9	4,7	20	7,04	6,72	7,34	20	0,240	0,14	0,29	20	46	24	105	20	5,4	3,5	13,0	20	703	350	1400	18
	Muonionjoki Paloj. 14110	3,8	2,7	4,7	10	7,05	6,70	7,30	10	0,240	0,16	0,30	10	38	20	70	10	4,7	2,7	8,1	10	441	320	870	10
	Tornionjoki Pello 14100	4,3	3,4	5,0	11	7,20	6,97	7,40	11	0,260	0,18	0,32	11	50	20	80	11	5,7	2,5	11,0	11	540	200	1100	11
	Tornionjoki Kukkola 14310	3,9	2,8	4,6	27	7,27	6,60	7,52	27	0,240	0,13	0,33	27	50	15	120	27	5,9	2,3	16,0	27	680	210	2500	27
Talvi / Vinter 1.11.-15.4.	Abiskojärkka	5,8	3,0	6,8	56	7,20	6,77	7,51	56	0,351	0,21	0,44	56	3	1	20	56	0,7	0,2	0,4	56	20	7	200	55
	Torne älv Jukkasjärvi	5,1	2,7	5,7	41	6,96	6,46	7,13	41	0,296	0,14	0,33	41	6	2	12	41	1,3	1,0	2,2	41				
	Torne älv Mattila	5,2	4,4	6,4	52	6,70	6,50	7,05	52	0,330	0,18	0,38	52	39	20	89	52	4,4	2,6	11,4	52	660	256	1040	52
	Muonionjoki Paloj. 14110	5,6	5,3	6,0	10	6,67	6,50	6,74	10	0,395	0,36	0,46	10	35	20	40	10	2,6	1,6	3,6	10	779	260	1100	10
	Tornionjoki Pello 14100	5,8	5,4	6,2	10	6,70	6,60	6,80	10	0,385	0,37	0,47	10	28	20	35	10	2,6	2,0	3,2	10	518	450	700	10
	Tornionjoki Kukkola 14310	5,3	4,0	6,4	32	6,70	6,60	7,34	32	0,330	0,19	0,38	32	40	20	80	32	4,2	3,2	9,8	31	650	460	920	32

Havaintopaikka / Mätstation	Fe (µg/l)				TN (µg/l)				NH ₄ -N (µg/l)				NO ₂ + NO ₃ -N (µg/l)				TP (µg/l)				PO ₄ -P (µg/l)				TOC (mg/l)				
	md	min	max	n	md	min	max	n	md	min	max	n	md	min	max	n	md	min	max	n	md	min	max	n	md	min	max	n	
Kevät / Vår 6.4.-19.6.	Abiskojäkka	65	11	280	24	142	66	387	24	5	2	25	24	45	9	100	24	10	5	26	24	3	1	12	24	2,0	0,7	7,6	24
	Torne älv Jukkasjärvi					292	145	1070	20	28	3	343	20	88	9	506	20	14	5	31	20	2	1	11	20	2,6	1,3	7,9	20
	Torne älv Mattila	920	474	3100	25	393	267	830	25	14	4	56	25	48	<5	225	25	26	13	160	25	5	2	15	25	6,7	2,7	12,0	25
	Muonionjoki Paloj. I4110	1400	490	3830	10	320	170	440	10	6	<5	7	4	24	<5	73	4	20	8	53	10	6	4	8	4	8,4	2,2	9,4	8
	Tornionjoki Pello I4100	2150	680	3250	10	440	270	530	10	5	5	11	7	19	7	87	7	56	19	87	10	20	14	21	4	9,8	8,3	12,0	8
	Tornionj. Kukkola I4310	1060	330	3390	57	370	200	720	57	8	4	180	56	19	0	260	53	33	11	98	57	10	2	48	57	8,1	2,7	12,0	57
	Abiskojäkka	35	20	116	20	93	35	260	20	4	2	41	20	17	4	43	20	6	3	23	20	2	1	13	20	0,9	3,5	13,0	20
	Torne älv Jukkasjärvi					178	100	210	19	7	3	30	19	24	6	64	19	9	5	20	19	2	1	5	19	1,7	1,2	3,4	19
Kesä / Sommar 20.6.-31.8.	Torne älv Mattila	525	198	1350	23	251	157	490	23	7	3	60	23	10	2	37	23	16	7	30	23	3	1	6	23	4,7	2,8	11,1	23
	Muonionjoki Paloj. I4110	471	230	1300	9	200	160	360	9	5	<5	5	4	5	<5	5	4	7	3	20	9	2	<2	2	4	4,9	3,0	9,9	8
	Tornionjoki Pello I4100	627	260	910	10	225	130	320	10	5	4	5	5	5	<5	5	4	10	6	25	10	3	<2	4	4	5,6	2,8	7,6	8
	Tornionj. Kukkola I4310	504	210	1000	27	190	130	370	27	5	2	7	27	5	1	11	23	10	6	21	27	2	1	4	26	3,8	2,4	12,0	26
	Abiskojäkka	18	10	35	19	93	42	259	19	3	1	5	19	24	7	204	19	7	3	14	18	2	1	6	19	0,9	0,7	2,4	19
	Torne älv Jukkasjärvi					178	104	283	16	10	2	40	16	56	34	112	16	10	5	17	16	2	1	8	16	1,6	1,2	3,8	16
	Torne älv Mattila	703	350	1400	18	252	136	411	20	6	3	20	20	12	3	127	20	16	8	51	20	3	1	11	20	4,6	2,4	10,2	20
	Muonionjoki Paloj. I4110	441	320	870	10	185	120	320	10	5	<5	52	4	5	<5	15	4	7	3	13	10	2	<2	4	4	3,8	2,3	6,7	8
Syksy / Höst 1.9.-31.10.	Tornionjoki Pello I4100	540	200	1100	11	210	130	390	11	5	<5	8	6	14	5	33	6	11	6	15	11	3	<2	3	5	4,8	2,5	8,9	8
	Tornionj. Kukkola I4310	680	210	2500	27	200	130	400	27	5	2	27	27	5	2	40	26	13	7	77	27	5	<2	38	27	4,6	2,3	11,0	26
	Abiskojäkka	20	7	200	55	132	74	223	56	4	1	20	56	76	20	148	56	7	1	27	56	2	1	5	56	0,9	0,2	2,6	55
	Torne älv Jukkasjärvi					309	170	919	41	65	14	176	41	110	57	231	41	9	5	37	41	2	1	5	41	1,6	1,1	3,8	41
	Torne älv Mattila	660	256	1040	52	302	242	518	51	19	2	87	52	109	29	268	52	15	8	30	52	4	1	15	52	4,3	2,5	9,2	52
	Muonionjoki Paloj. I4110	779	260	1100	10	205	190	280	10	26	17	45	4	78	75	88	4	6	5	11	10	4	1	7	5	2,2	1,5	3,0	8
	Tornionjoki Pello I4100	518	450	700	10	255	220	420	10	20	16	27	4	120	110	130	4	8	5	14	10	4	3	4	5	2,2	1,9	2,9	8
	Tornionj. Kukkola I4310	650	460	920	32	280	190	560	32	18	9	46	31	115	32	280	29	10	8	17	32	5	1	8	32	3,8	2,8	8,1	29

Taulukko 7.6. Tornionjoen Suomen puoleisen veloitettarkkailun pääuoman vuosien 1988–1997 keskimääräiset vedenlaatutulokset vuodenajoin. Mediaani (md), minimi (min), maksimi (max) ja havaintojen määrä (n).
 Tabell 7.6. Genomsnittliga vattenkvalitetsvärden i Torne älvs huvudfåra under de olika årtiderna under perioden 1988–1997. Resultaten baserar sig på det samordnade recipientkontrollprogrammet i Finland. Median (md), minsta värde (min), största värde (max) och antal observationer (n).

Havaintopaikka Mätstation		Sähk / Kond (mS/m)				pH				O ₂ (mg/l)				O ₂ %				Väri / Färg (mg Pt/l)				Sam / Turb (FTU)			
		md	min	max	n	md	min	max	n	md	min	max	n	md	min	max	n	md	min	max	n	md	min	max	n
Kevät / Vår 16.4-19.6.	Könlkämäeno T1	4,0	2,0	5,6	12	6,79	6,44	7,32	12	11,9	8,9	13,6	11	86	61	114	11	32	5	40	12	1,1	0,3	1,6	11
	Muonionjoki T2	2,7	1,5	5,8	12	6,80	6,46	6,97	12	12,1	10,2	13,2	11	90	70	96	11	35	5	70	12	0,9	0,3	2,0	12
	Muonionjoki T3	2,4	1,6	5,9	12	6,68	6,36	6,82	12	11,3	9,4	12,3	11	85	64	95	11	50	10	140	12	1,4	0,4	2,9	12
	Muonionjoki T4	2,4	1,6	5,6	12	6,64	6,51	7,27	12	11,7	10,9	13,0	11	88	79	97	11	65	15	80	12	1,1	0,4	2,8	12
	Muonionjoki T5	2,4	1,5	6,1	12	6,68	6,18	7,07	12	11,5	10,7	12,8	10	88	79	105	10	70	35	120	12	1,6	0,4	2,9	12
	Tornionjoki T6	2,8	1,6	5,9	11	6,69	6,54	6,97	11	11,5	8,5	12,6	9	86	77	95	9	80	30	140	11	1,7	0,9	3,0	11
	Tornionjoki T7	2,6	1,8	6,2	13	6,60	6,29	6,97	13	11,6	5,0	12,7	10	87	45	96	10	70	35	100	13	1,9	1,1	3,5	13
Kesä / Sommar 20.6-31.8.	Könlkämäeno T1	3,8	3,0	4,0	10	7,18	6,80	7,44	10	10,2	9,1	10,7	9	94	85	100	9	12	4	25	10	0,6	0,2	0,9	10
	Muonionjoki T2	3,0	2,5	4,2	10	7,17	6,96	7,32	10	9,7	9,0	10,2	9	90	88	106	9	32	5	40	10	0,7	0,1	1,1	10
	Muonionjoki T3	3,0	2,5	3,4	10	7,06	6,65	7,24	10	9,5	8,5	10,1	9	90	80	106	9	45	15	80	10	0,9	0,4	1,3	10
	Muonionjoki T4	3,2	2,9	3,7	10	7,14	6,55	7,38	10	9,6	8,5	10,2	8	90	85	108	8	50	30	70	10	0,8	0,7	6,7	10
	Muonionjoki T5	3,4	2,9	4,1	10	7,21	6,69	7,78	10	9,4	9,1	10,7	10	94	87	107	10	58	10	125	10	1,0	0,6	2,0	10
	Tornionjoki T6	3,6	3,2	12,0	11	7,14	7,07	7,40	10	9,8	9,1	10,6	9	96	90	101	9	35	25	100	10	1,0	0,7	1,8	10
	Tornionjoki T7	3,7	3,0	5,2	10	7,23	6,74	7,44	10	9,9	7,8	10,6	9	96	82	105	9	42	10	70	10	1,0	0,8	2,0	10
Talvi/ Vinter 1.11-15.4.	Könlkämäeno T1	4,8	2,7	5,4	8	6,74	6,42	6,91	8	12,5	11,9	14,4	7	84	78	88	7	8	5	15	8	0,6	0,5	1,0	7
	Muonionjoki T2	5,2	4,0	5,9	8	6,73	6,41	6,98	8	12,2	11,5	14,3	7	81	76	86	7	15	5	40	8	1,1	0,5	3,2	8
	Muonionjoki T3	5,4	3,5	5,8	8	6,61	6,37	6,81	8	11,5	10,2	13,6	7	74	70	88	7	28	10	80	8	1,2	0,1	2,7	8
	Muonionjoki T4	5,3	3,0	5,8	8	6,56	6,36	6,82	8	11,6	11,0	12,6	4	80	75	89	4	22	20	70	8	0,9	0,5	1,4	7
	Muonionjoki T5	5,5	2,7	5,9	7	6,64	6,32	6,85	7	10,4	9,9	11,7	7	68	57	80	6	25	20	180	7	1,6	0,6	5,6	7
	Tornionjoki T6	5,8	3,4	6,2	7	6,61	6,25	6,84	7	11,8	10,9	13,2	7	84	81	91	6	30	15	50	7	2,1	1,0	17,5	7
	Tornionjoki T7	5,0	2,2	6,0	8	6,48	5,98	6,75	8	11,2	10,5	12,5	7	77	72	86	7	50	30	110	8	1,7	1,2	2,2	7

Havaintopaikka Mätstation	COD _{Mn} (mg/l)				Fe (µg/l)				Cl (mg/l)				TN (µg/l)				TP (µg/l)				CB44 (kpl/100 ml)				
	md	min	max	n	md	min	max	n	md	min	max	n	md	min	max	n	md	min	max	n	md	min	max	n	
Kevät / Vår 16.4-19.6.	Köncämäeno T1	4,6	1,3	6,5	12	251	113	547	12	2,1	1,3	5,7	12	154	26	604	12	11	2	31	12	0	0	1	11
	Muonionjoki T2	5,8	1,3	9,3	12	352	167	912	12	1,4	0,7	2,3	12	220	22	430	12	11	3	36	12	0	0	6	12
	Muonionjoki T3	8,6	2,5	10,6	12	538	285	1523	12	1,2	0,7	1,8	12	263	36	850	12	16	9	47	12	2	0	16	12
	Muonionjoki T4	9,0	2,3	12,2	11	627	298	1635	12	1,2	0,5	1,8	12	325	34	1290	11	20	7	51	12	2	0	13	12
	Muonionjoki T5	9,4	2,2	19,6	12	915	382	2047	12	1,3	0,7	2,7	12	247	62	830	11	24	9	110	12	6	0	77	12
	Tornionjoki T6	8,2	2,5	17,0	11	943	517	2050	11	1,5	0,7	2,2	11	330	51	723	10	28	10	61	11	4	0	45	11
	Tornionjoki T7	10,1	4,3	15,7	12	1134	793	1808	13	1,5	0,7	2,1	13	352	58	1150	12	34	18	58	13	6	0	37	13
Kesä / Sommar 20.6-31.8.	Köncämäeno T1	1,8	1,3	6,8	10	141	105	527	10	2,0	1,0	6,3	10	116	42	248	9	9	2	34	10	0	0	2	10
	Muonionjoki T2	3,6	0,6	12,7	10	162	107	653	10	1,5	0,7	6,3	10	214	96	485	10	12	3	22	10	1	0	10	10
	Muonionjoki T3	5,7	1,8	7,3	9	358	197	759	10	1,4	0,5	5,9	10	192	70	525	10	14	5	41	10	2	0	57	10
	Muonionjoki T4	6,9	2,8	8,1	10	416	227	761	10	1,4	0,7	6,7	10	152	86	775	10	12	4	24	10	4	0	19	10
	Muonionjoki T5	6,5	2,6	8,6	10	558	240	1176	10	1,5	0,7	7,2	10	210	120	328	10	18	7	32	10	4	0	18	9
	Tornionjoki T6	5,3	3,0	11,6	10	494	303	1021	10	1,8	0,8	6,7	10	187	108	436	10	15	7	32	10	9	0	24	9
	Tornionjoki T7	5,0	2,2	7,4	10	582	266	1820	10	1,9	1,1	8,0	10	231	157	424	9	16	7	62	10	5	0	660	10
Fall / Vinter 1.11-15.4.	Köncämäeno T1	1,4	0,4	1,8	8	150	76	296	7	1,7	1,0	2,0	7	180	25	380	7	8	2	49	8	0	0	0	8
	Muonionjoki T2	1,8	0,5	3,7	8	334	179	628	8	1,5	1,1	1,9	8	160	95	539	7	6	2	19	8	0	0	0	8
	Muonionjoki T3	2,6	0,9	11,9	8	477	349	1971	8	1,5	0,9	2,8	8	238	130	353	8	10	3	28	8	5	0	14	8
	Muonionjoki T4	2,4	1,9	9,1	7	390	362	712	8	1,5	0,9	1,7	5	217	115	479	7	10	6	26	7	1	0	5	6
	Muonionjoki T5	2,3	0,5	19,3	7	523	350	917	7	1,5	0,9	2,4	6	268	41	446	7	11	4	28	6	5	0	11	6
	Tornionjoki T6	2,5	1,9	10,8	7	779	495	2570	7	1,7	0,8	2,7	7	294	74	593	7	15	7	153	7	9	4	18	7
	Tornionjoki T7	4,8	2,5	11,3	8	843	654	3020	8	1,9	0,5	4,0	8	386	150	650	8	19	17	121	8	6	0	76	8

näytteitä on otettu säännöllisesti keran kuussa, mutta Kukkolan havaintopaikalta näytteitä on otettu epäsäännöllisemmin. Joinakin vuosina Kukkolan havaintopaikalta oli otettu elokuussa kaksi näytettä, jolloin vertailussa käytettiin näiden havaintojen keskiarvoja.

Kevättalven tuloksissa merkittävimmät erot olivat Mattilan ja Kukkolan havaintopaikkojen välillä kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuuksissa, jotka olivat Mattilan havaintopaikalla korkeampia kuin Kukkolassa (taulukot 7.7 ja 7.8). Sen sijaan ammoniumtypen pitoisuus oli Kukkolassa hieman korkeampi kuin Mattilassa, ja ero oli tilastollisesti merkitsevä ($p < 0,01$). Velvoitetarkkailun havaintopaikoilla havaintojen määrät olivat kevättalvella hyvin pieniä, joten tilastollisesti merkitseviä eroja löytyi ainoastaan Kukkolan ja havaintopaikan T7 välillä kokonaisfosforipitoisuudessa, joka oli havaintopaikalla T7 selvästi korkeampi ($p < 0,05$).

Heinä-elokuussa veden pH-arvot olivat Kukkolan havaintopaikalla selvästi korkeampia kuin Mattilassa, ja tulosten välinen ero oli tilastollisesti merkitsevä ($p < 0,001$). Kokonaisfosforin, kokonaistypen sekä ammonium- ja nitraattityypen pitoisuudet olivat Mattilan havaintopaikalla korkeampia kuin Kukkolassa, ja tulosten välinen ero oli tilastollisesti merkitsevä ($p < 0,01$). Sen sijaan Mattilan havaintopaikan ja velvoitetarkkailun havaintopaikan T7 tulosten välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja heinä-elokuussa. Kukkolan ja havaintopaikan T7 välillä oli eroja veden pH-arvoissa ($p < 0,05$) sekä kokonaisfosforin ($p < 0,01$) ja kokonaistypen ($p < 0,05$) pitoisuuksissa. pH-arvot olivat Kukkolan havaintopaikalla korkeampia kuin T7:ssä, kun taas kokonaistravinteiden pitoisuudet olivat Kukkolan havaintopaikalla alhaisempia. Pellon valtakunnallisen havaintopaikan ja velvoitetarkkailun havaintopaikan T6 välillä oli merkitsevä ero ainoastaan veden pH-arvoissa, jotka olivat Pellon havaintopaikalla korkeampia kuin havaintopaikalla T6 ($p < 0,05$).

eller tidsperiod sinsemellan. Proverna vid Mattila mätstation har tagits regelbundet en gång i månaden, medan proverna vid Kukkola mätstation tagits mera oregelbundet. Vissa år har det tagits exempelvis två prover i augusti vid mätstationen i Kukkola. I sådana fall har medelvärdet av proverna använts vid jämförelsen.

Skillnaderna i totalfosfor- och totalkvävehalter mellan mätstationerna Mattila och Kukkola var störst under vårvintern. Halterna var högre vid Mattila än vid Kukkola (tabellerna 7.7 och 7.8). Däremot var ammoniumkvävehalterna något högre vid Kukkola än vid Mattila och skillnaden var statistiskt signifikant ($p < 0,01$). Under vårvintern har endast få prover tagits vid recipientkontrollprogrammets mätstationer och därför kunde en statistiskt signifikant skillnad ses endast i totalfosforhalten vid mätstationerna Kukkola och T7. Halten var klart högre vid T7 ($p < 0,05$).

Under perioden juli–augusti var pH klart högre vid mätstationen i Kukkola än vid Mattila, och skillnaden var statistiskt signifikant ($p < 0,001$). Halterna av totalfosfor, totalkväve samt ammonium- och nitratkväve var högre vid Mattila jämfört med Kukkola, och även här var skillnaden statistiskt signifikant ($p < 0,01$). Däremot kunde inte statistiskt signifikanta skillnader påvisas under perioden juli–augusti mellan resultaten från Mattila och från recipientkontrollprogrammets mätstation T7 ($p > 0,05$). Mellan mätstationerna T7 och Kukkola kunde signifikanta skillnader konstateras i vattnets pH-värden ($p < 0,05$) samt i halterna av totalfosfor ($p < 0,01$) och totalkväve ($p < 0,05$). pH-värdena var högre vid Kukkola än vid T7 medan kväve- och fosforhalterna var lägre vid Kukkola. Vid den nationella mätstationen i Pello och recipientkontrollprogrammets mätstation T6 uppvisade endast pH-värdena en signifikant skillnad och de var högre i Pello än vid T6 ($p < 0,05$).

En orsak till skillnaderna i mätresultaten mellan mätstationerna i Mattila och Kukkola är troligtvis att prover-

Yhtenä syynä Mattilan ja Kukkolan havaintopaikkojen tulosten välisiin eroihin voi olla se, että Mattilasta näytteitä ei ole johdonmukaisesti otettu joen pääuomasta, vaan välillä näytteitä on otettu pumpaamosta, johon vettä pumpataan joesta. Asian tuli ilmi ja se korjattiin vuonna 1998. Todennäköisesti tämä on yhtenä syynä siihen, että ravinnepitoisuudet ovat korkeampia Mattilan havaintopaikalla verrattuna Kukkolan havaintopaikkaan.

na vid Mattila inte konsekvent tagits från huvudfåran i älven utan ibland från en pumpstation till vilken vatten från älven pumpas. Detta konstaterades och korrigerades 1998, och är troligtvis också en av orsakerna till att närsalthalterna är högre vid mätstationen vid Mattila än vid Kukkola.

Taulukko 7.7. Vedenlaatuomuttujien keskiarvo (x) ja havaintojen määrä (n), a) helmi–huhtikuussa (1.2.–15.4.) ja b) kesä–elokuussa eräillä Tornionjoen havaintopaikoilla vuosina 1988–1997.

Tabell 7.7. Medelvärden (x) för vattenkvalitetsparametrar och antal observationer (n) under, a) februari–april(1.2.–15.4), b) juni–augusti vid några mätstationer i Torne älv under åren 1988–1997.

a)	Mattila		Kukkola		T7		Pello		T6	
	x	n	x	n	x	n	x	n	x	n
Alk (mekv/l)	0,341	23	0,346	19			0,402	10		
pH	6,66	23	6,67	19	6,45	8	6,68	10	6,61	6
Sähkö / Kond (mS/m)	5,42	23	5,47	19	4,65	8	5,9	10	5,57	6
TP (µg/l)	16,6	23	10,8	19	38	8	8,1	10	12,5	6
PO ₄ -P (µg/l)	5,3	23	5,7	19						
TN (µg/l)	344	23	295	19	397	8	267	10	294	6
NO ₂ +NO ₃ -N (µg/l)	151	23	137	18						
NH ₄ -N (µg/l)	17,6	23	18,5	18						
Väri / Färg (mg Pt/l)	38	23	40	19	53	8	28	10	26	6
COD _{Mn} (mg/l)	4,1	23	4,1	19	5,7	8	2,7	10	2,5	6
TOC (mg/l)	4,1	23	3,7	18			2,2	8		
Fe (µg/l)	706	23	684	19	1157	8	543	10	721	6

b)	Mattila		Kukkola		T7		Pello		T6	
	x	n	x	n	x	n	x	n	x	n
Alk (mekv/l)	0,215	20	0,214	18			0,230	10		
pH	7,07	20	7,41	18	7,18	10	7,37	10	7,19	10
Sähkö / Kond (mS/m)	3,58	20	3,66	18	3,79	10	3,75	10	4,37	10
TP (µg/l)	16,1	20	10,8	18	19,4	10	13,4	10	17,1	10
PO ₄ -P (µg/l)	3,3	20	2,5	17			2,8	4		
TN (µg/l)	246	20	199	18	390	10	230	10	230	10
NO ₂ +NO ₃ -N (µg/l)	10,9	20	4,9	18			5	4		
NH ₄ -N (µg/l)	10,4	20	4,3	18			4,8	5		
Väri / Färg (mg Pt/l)	43	20	46	18	42	10	55	10	46	10
COD _{Mn} (mg/l)	5,5	20	5,5	18	5	10	6,5	10	6,1	10
TOC (mg/l)	4,8	20	4,3	18			5,5	8		
Fe (µg/l)	607	20	487	18	724	10	602	10	571	10

Taulukko 7.8. Eräiden Tornionjoen havaintopaikkojen tulosten vertailu Wilcoxonin 2-suuntaisen merkkitestin (signed rank test) avulla. Erojen merkitsevyys: *** = erittäin merkitsevä ($p < 0.001$), ** = merkitsevä ($p < 0.01$), * = jokin merkitsevä ($p < 0.05$).

Tabell 7.8. En jämförelse mellan resultaten från några mätstationer i Torne älv utförd med hjälp av ett icke parametrisk Wilcoxon-test (Wilcoxon signed rank test). Teckenförklaring: *** = mycket signifikant ($p < 0.001$), ** = signifikant ($p < 0.01$), * = ganska signifikant ($p < 0.05$).

	Kevättalvi: verrattavat havaintopaikat Februari–april: jämförbara mätstationer				Heinä-elokuu: verrattavat havaintopaikat Juli–augusti: jämförbara mätstationer			
	Mattila - Kukkola	Mattila - T7	Kukkola - T7	Pello - T6	Mattila - Kukkola	Mattila - T7	Kukkola - T7	Pello - T6
Alk (mekv/l)	-				-			
pH	-	*	-	-	***	-	*	*
Sähk / Kond (mS/m)	-	-	-	-	-	-	-	-
TP ($\mu\text{g/l}$)	**	-	*	-	**	-	**	-
PO ₄ -P ($\mu\text{g/l}$)	-				-			
TN ($\mu\text{g/l}$)	**	-	-	-	**	-	*	-
NO ₂ + NO ₃ -N ($\mu\text{g/l}$)	-				**			
NH ₄ -N ($\mu\text{g/l}$)	**				**			
Väri / Färg (mg Pt/l)	-	-	-	-	-	-	-	-
COD _{Mn} (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	-
TOC (mg/l)	-				-			
Fe ($\mu\text{g/l}$)	-	-	-	-	-	-	-	-

7.4.2 Kesäajan rehevyystaso

Ravinteista fosforilla ja typellä on suurin merkitys vesistöjen tuotannon ja rehevyystason kannalta. Vesistöjen rehevöityminen heikentää järvien, jokien ja rannikkovesien tilaa monin tavoin. Voimistuva rehevöityminen voi näkyä mm. kivien ja muiden vedenalaisten pintojen aiempaa nopeampana limoittumisena, runsaampina sinileväkukintoina ja särkikalakantojen voimistumisena. Vesistöjen rehevyystason arvioinnissa kesäajan ravinnetaso kuvastaa parhaiten tilannetta, sillä vesistöjen perustuotanto rajoittuu pääasiassa kesäkauteen.

Makeissa vesissä perustuotantoa rajoittaa pääasiassa fosforin saatavuus. Virtaavissa vesissä tärkeimmän perustuotantoyhteisön muodostaa perifyton eli päällyskasvusto. Perifyton koostuu levistä ja muista organismeista kuten bakteereista, sienistä ja mikroskooppisista eläimistä, jotka ovat kiinnittyneinä erilaisille alustoille (kiviin, vesikasvillisuuteen jne.). Voimistunut perifytonin kasvu ilmenee mm. kivien, laituriin-
tolppien ja muiden vedenalaisten pintojen limoittumisena. Perifytonlevien kasvuun vaikuttaa oleellisesti veden

7.4.2 Vattendragens näringstillstånd under sommaren

Fosfor och kväve är de två närsalter som har störst betydelse för produktion och näringstillstånd i sjöar och vattendrag. Övergödning, dvs. eutrofiering, försämrar tillståndet i sjöar, vattendrag och kustvatten på många olika sätt. En tilltagande eutrofiering kan bl.a. yttra sig som en ökad påväxt av alger på stenar och andra ytor under vattnet, en riklig blomning av blågrönalger eller som en ökning i de s.k. skräpfiskbestånden, såsom exempelvis mört. Vid bedömning av ett vattendrags näringstillstånd utgår man från mätresultat under sommaren då primärproduktionen i huvudsak sker.

Primärproduktionen i sötvatten regleras huvudsakligen av fosfortillgången. I älvar är påväxtalgerna, dvs. perifyton, de viktigaste primärproducenterna. Perifyton består förutom av alger även av andra organismer, såsom bakterier, svampar och mikroskopiska djur, vilka sitter på olika substrat (stenar, vattenväxter etc.) i vattnet. En ökad tillväxt

ravinnepitoisuus, mutta myös valaistusolosuhteet, veden lämpötila ja virtausolot vaikuttavat tuotantoon (Pietiläinen ym. 1998).

Kuten luvussa 7.2.1 esitettiin, kokonaisfosforin keskimääräinen pitoisuus kasvaa Tornionjoen vesistössä joen latvaosilta alajuoksulle tultaessa. Valtakunnallisten havaintopaikkojen vuosien 1988–1997 kesäajan kokonaisfosforin mediaanipitoisuuksien perusteella pitoisuus kasvaa Muonionjoen ja Tornionjoen latvaosien noin 7–9 $\mu\text{g/l}$ Pello ja Kukkolan havaintopaikoilla noin 10 $\mu\text{g/l}$ ja edelleen Mattilan havaintopaikalla Tornionjoen suulla noin 16 $\mu\text{g/l}$ (taulukko 7.5). Kuten luvussa 7.4.1 esitettiin, kokonaisfosforin pitoisuus on kesäaikaan Mattilan havaintopaikalla selvästi korkeampi kuin Kukkolassa. Vuosina 1994–1997 Kukkolan havaintopaikalta on analysoitu kesäaikaan myös klorofylli-a:n pitoisuutta, jonka mediaani on ollut 2,2 $\mu\text{g/l}$ ja vaihteluväli 1,5–3,2 $\mu\text{g/l}$.

Kokonaisfosforipitoisuudet ovat Suomen puolen velvoitetarkkailutulosten perusteella yleisesti ottaen jonkin verran korkeampia verrattuna valtakunnallisiin seurantatuloksiin (taulukko 7.6). Tulokset osoittavat kuitenkin samansuuntaista vaihtelua eli mitä pidemmälle alavirtaan tullaan, sitä korkeampia fosforipitoisuudet ovat. Kokonaisfosforin mediaanipitoisuus on Muonionjoen latvaosilla noin 9–12 $\mu\text{g/l}$, Muonionjoen alaosalla noin 13–18 $\mu\text{g/l}$ ja Tornionjoen alaosassa noin 15–16 $\mu\text{g/l}$. Muonion kirkonkylän kohdalla sijaitsevassa havaintopaikassa (T3) fosforipitoisuus on keskimäärin korkeampi kuin alempana, Kolarin kirkonkylän alapuolella sijaitsevassa havaintopaikassa (T4).

Vuosina 1988–1997 kokonaistypen mediaanipitoisuudet ovat olleet kesäaikaan Tornionjoen yläosalla Jukkasjärven havaintopaikalla ja Könkämäenossa noin 120–180 $\mu\text{g/l}$ sekä Muonionjoessa noin 150–210 $\mu\text{g/l}$ (taulukot 7.5 ja 7.6). Tornionjoen keski- ja alaosalla kokonaistypen pitoisuus on ollut kesällä keskimäärin 190–230 $\mu\text{g/l}$. Myös koko-

av perifyton yttärar sig som slemmighet på bl.a. stenar, stockar och andra ytor som ligger under vatten. Tillväxten av perifyton påverkas i huvudsak av när-salthalten i vattnet, men även av ljusmängden, temperaturen och strömförhållanden (Pietiläinen m.fl. 1998).

Såsom det framgick i kapitel 7.2.1 ökar den genomsnittliga totalfosforhalten i Torne älvs vattensystem nedströms. Medianhalterna av totalfosfor vid de nationella mätstationerna under somrarna 1988–1997 visar att halten ökar från 7–9 $\mu\text{g/l}$ i de övre loppen av Muonio och Torne älvar till ca 10 $\mu\text{g/l}$ vid mätstationerna i Pello och Kukkola och vid mätstationen i Mattila, som ligger strax före Torne älvs mynning, har den ökat till 16 $\mu\text{g/l}$ (tabell 7.5). I kapitel 7.4.1 visades att totalfosforhalten på sommaren är klart högre vid mätstationen i Mattila än i Kukkola. Under åren 1994–1997 har halten klorofyll-a analyserats under sommartid vid mätstationen i Kukkola. Under denna period varierade halten klorofyll-a mellan 1,5–3,2 $\mu\text{g/l}$ och medianhalten låg på 2,2 $\mu\text{g/l}$.

Resultaten från det finska recipientkontrollprogrammet visar att totalfosforhalterna generellt är något högre jämfört med de nationella övervakningsprogrammen (tabell 7.6). Resultaten följer dock samma mönster, dvs. fosforhalten ökar nedströms. I övre delen av Muonio älv ligger medianhalten av totalfosfor på 9–12 $\mu\text{g/l}$ och i den nedre delen av Muonio älv är den 13–18 $\mu\text{g/l}$. I nedre delen av Torne älv är medianhalten av fosfor 15–16 $\mu\text{g/l}$. Vid mätstationen T3, som ligger vid Muonio kyrkby, är fosforhalten i medeltal högre än vid mätstationen T4 som ligger nedströms söder om Kolari kyrkby.

I Torne älvs övre del, vid mätstationerna vid Jukkasjärvi samt i Könkämä älv, låg medianhalten av totalkväve under sommartid på 120–180 $\mu\text{g/l}$ under perioden 1988–1997. Under samma period var totalkvävehalten i Muonio älv 150–210 $\mu\text{g/l}$ och 190–230 $\mu\text{g/l}$ i Torne älvs mellersta och nedre del (tabell 7.5 och 7.6). Även totalkvävehalten var lägre vid mätstationen i Kukkola än i Mattila.

naistypen osalta Kukkolan havaintopaikan tulokset ovat alhaisempia kuin Mattilan havaintopaikan.

Vesistöjä on jaettu rehevyysluokkiin useimmiten kokonaisfosforin ja/tai klorofylli-a:n pitoisuuden perusteella. Käytössä on useita eri luokitusjärjestelmiä, esimerkiksi Forsbergin ja Rydingin (1980) ja OECD:n (1982) rehevyysluokitukset (taulukko 7.9). Tornionjoen ja Muonionjoen rehevyystason arviointi veden kokonaisfosforipitoisuuden perusteella on vaikeaa tuloksissa havaittujen erojen johdosta. Kuitenkin Tornionjoen yläosaa ja Muonionjokea voidaan pitää pääosin karuina vesistöinä, vaikka Suomen velvoitetarkkailutulosten perusteella kokonaisfosforipitoisuudet ovat jonkin verran korkeampia Muonion kirkonkylän kohdalla ja Muonionjoen alaosalla. Tornionjoen alaosaa Pellon korkeudelle saakka voidaan pitää luokituksesta riippuen karuna eli oligotrofisena tai lievästi rehevänä eli mesotrofisena vesistöinä. Klorofylli-a:n pitoisuuden perusteella Tornionjoen alaosaa voidaan pitää karuna vesistöinä.

Näringstillståndet i sjöar och vattendrag klassificeras oftast utifrån halten totalfosfor och/eller halten klorofyll-a. Det finns många olika klassificeringssystem, exempelvis är ett utarbetat av Forsberg och Ryding (1980) och ett annat av OECD (1982) (tabell 7.9). På grund av skillnaderna i mätresultaten mellan de olika mätstationerna är det svårt att utvärdera näringsstatusen i Torne och Muonio älvar utgående från totalfosforhalten. Torne älvs övre del och Muonio älv kan dock anses i huvudsak vara näringsfattiga vattendrag, trots att något högre totalfosforhalter uppmäts vid recipientkontrollmätstationerna i Finland vid Muonio kyrkby och i den nedre delen av Muonio älv. Nedre delen av Torne älv ända till Pellotrakten kan beroende på klassificeringsmetod antingen anses som ett näringsfattigt, dvs. oligotroft, eller svagt näringsrikt, dvs. mesotroft, vattendrag. Utifrån halten klorofyll-a kan den nedre delen av Torne älv klassificeras som ett näringsfattigt vattendrag.

De viktigaste närsalterna, kväve och fosfor, förekommer i olika former, av vilka flera är otillgängliga för alger

Taulukko 7.9. Forsbergin ja Rydingin (1980) sekä OECD:n (1982) esittämät raja-arvot eri rehevyystasoille.

Tabell 7.9. Eutrofieringsklasser enligt Forsberg och Ryding (1980) samt enligt OECD (1982)

a) Forsberg ja Ryding

Rehevyystaso / Eutrofieringsgrad	Kesän keskiarvot / Medelvärden för sommarperioden			
	TN	TP mg/m ³	Chl-a	NS / SD m
karu / oligotrof	< 400	< 15	< 3	> 4,0
lievästi rehevä / mesotrof	400-600	15-25	3-7	2,5-4,0
rehevä / eutrof	600-1500	25-100	7-40	1,0-2,5
ylirehevä / hypertrof	> 1500	> 100	> 40	> 1,0

b) OECD

Rehevyystaso / Eutrofieringsgrad	Vuosikeskiarvot / Medelvärden för hela året		
	TP	Chl-a mg/m ³	max Chl-a
karu / oligotrof	≤ 10	≤ 2,5	≤ 8,0
lievästi rehevä / mesotrof	10-35	2,5-8	8-25
rehevä / eutrof	35-100	8-25	25-75
ylirehevä / hypertrof	≥ 100	≥ 25	≥ 75

max Chl-a = klorofylli-a pitoisuuden maksimi-arvo / maximala halter av klorofyll-a

Tärkeimmät ravinteet, typpi ja fosfori esiintyvät eri muodoissa, joista kaikki eivät ole yhtä helposti levien ja muun kasvillisuuden käytettävissä. Typen eri yhdisteistä ainoastaan liuennut epäorgaaninen typpi (DIN) eli ammoniumtyppi ($\text{NH}_4\text{-N}$) sekä nitriitti- ja nitraattityppi ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3\text{-N}$) ovat leville käyttökelpoisia. Fosforin osalta leville käyttökelpoisen fosforin määrää on perinteisesti arvioitu fosfaattifosforin ($\text{PO}_4\text{-P}$) pitoisuuden perusteella. Uusissa tutkimuksissa on kuitenkin havaittu, että liukoinen fosfaattifosfori (DIP) kuvaa paremmin leville välittömästi käyttökelpoisen fosforin määrää (Ekholm 1994).

Suomen puolen valtakunnallisissa tuloksissa ammonium- ja nitriitti-nitraattityypin tulosten luotettava määrittämissä on ollut vuodesta 1992 lähtien $5 \mu\text{g/l}$ ja fosfaattifosforin $2 \mu\text{g/l}$. Kesällä mineraaliravinteiden pitoisuudet ovat usein olleet alle määrittämissä (taulukko 7.5). Ruotsin puolen havaintopaikoilla etenkin nitraattityypin, mutta myös ammoniumtyypin pitoisuudet ovat selvästi korkeampia. Havaintopaikoilta ei ole määritetty liukoista fosfaattifosforia, joten leville käyttökelpoisen fosforin määrää on arvioitu fosfaattifosforin pitoisuuden perusteella.

Fosfori on useimmiten perustuotantoa rajoittava tekijä järvissä, mutta jokivesissä tuotantoa rajoittaa useammin typpi (Pietiläinen ja Kauppi 1993). Sitä, rajoittaako perustuotantoa typpi vai fosfori, voidaan arvioida niiden ravinnesuhteen avulla (taulukko 7.10). Mikäli kokonaisravinteiden suhde (TN:TP) on yli 17, fosfori on tuotantoa rajoittava ravinne, ja mikäli suhde on alle 10, typpi rajoittaa tuotantoa. Mineraaliravinteiden suhteen perusteella (DIN:DIP) fosfori rajoittaa levätuotantoa, kun painosuhte on yli 12, ja typpi, kun suhde on alle 5. Kun mineraaliravannesuhde on 5–12, sekä typpi että fosfori voivat samanaikaisesti rajoittaa levien kasvua (Forsberg ym. 1978).

Kokonaisravannesuhdetta (TN:TP) on pidetty kaikkein karkeimpana minimiravinteiden indikaattorina, kun taas mineraaliravinteiden suhde (DIN:DIP) on

och annan växtlighet. Av de olika kväveföreningarna kan alger endast ta upp löst oorganiskt kväve (DIN), dvs. ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) samt nitrit- och nitratkväve ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3\text{-N}$). När det gäller fosfor har det traditionellt ansetts att fosfatfosfor ($\text{PO}_4\text{-P}$) varit den form i vilken fosfor varit tillgänglig för alger. Nya forskningsresultat visar dock att mängden löst fosfatfosfor (DIP) ger en bättre bild av den mängd fosfor som är direkt tillgänglig för alger (Ekholm 1994).

I analyserna från de nationella programmen på den finska sidan har sedan 1992 detektionsgränsen för ammonium- och nitrit-nitratkväve varit $5 \mu\text{g/l}$ och för fosfatfosfor $2 \mu\text{g/l}$. Under sommartid har halterna av mineralnärtsalter ofta legat under detektionsgränsen (tabell 7.5). Vid mätstationerna på den svenska sidan är de uppmätta halterna av speciellt nitratkväve men också ammoniumkväve klart högre. Eftersom halten av löslig fosfatfosfor inte har analyserats vid mätstationerna har mängden biotillgänglig fosfor utvärderats utifrån fosfatfosforhalten.

Fosfor är vanligen den begränsande faktorn för primärproduktionen i sjöar, medan produktionen i älvar ofta begränsas av kväve (Pietiläinen & Kauppi 1993). Kvoten mellan kväve och fosfor bestämmer vilken av närtsalterna som primärproduktionen begränsas av (tabell 7.10). Fosfor är den begränsande faktorn om kvoten (TN:TP) är över 17, medan en kvot under 10 innebär att kväve är den begränsande faktorn. Då kvoten mellan löst oorganiskt kväve och löst oorganisk fosfor (DIN:DIP) är över 12 begränsas algproduktionen av fosfor och då den här kvoten är under 5 är kväve den begränsande faktorn. Om kvoten ligger inom intervallet 5–12 kan både kväve och fosfor samtidigt begränsa algernas tillväxt (Forsberg m.fl. 1978).

Kvoten mellan totalhalterna av kväve och fosfor (TN:TP) är en indikator som ger en mycket grov bild av det begränsande näringsämnet. Däremot har flera finska undersökningar som gäller sjöar och vattendrag visat att kvoten mellan löst oorganiskt kväve och löst oorganisk fosfor (DIN:DIP) är en bättre indikator (Pietiläinen & Pirinen 1997,

Taulukko 7.10. Ravinnesuhteet ja niiden mukaiset minimiravinteet Tornionjoen vesistöalueen valtakunnallisilla havaintopaikoilla kesällä (20.6.–31.8.) vuosina 1988–1997.

Tabell 7.10. Närsaltkvoterna och de produktionsbegränsande närsalterna vid de nationella mätstationerna i Torne älvavrinningsområde under sommarperioden (20.6–31.8) åren 1988–1997.

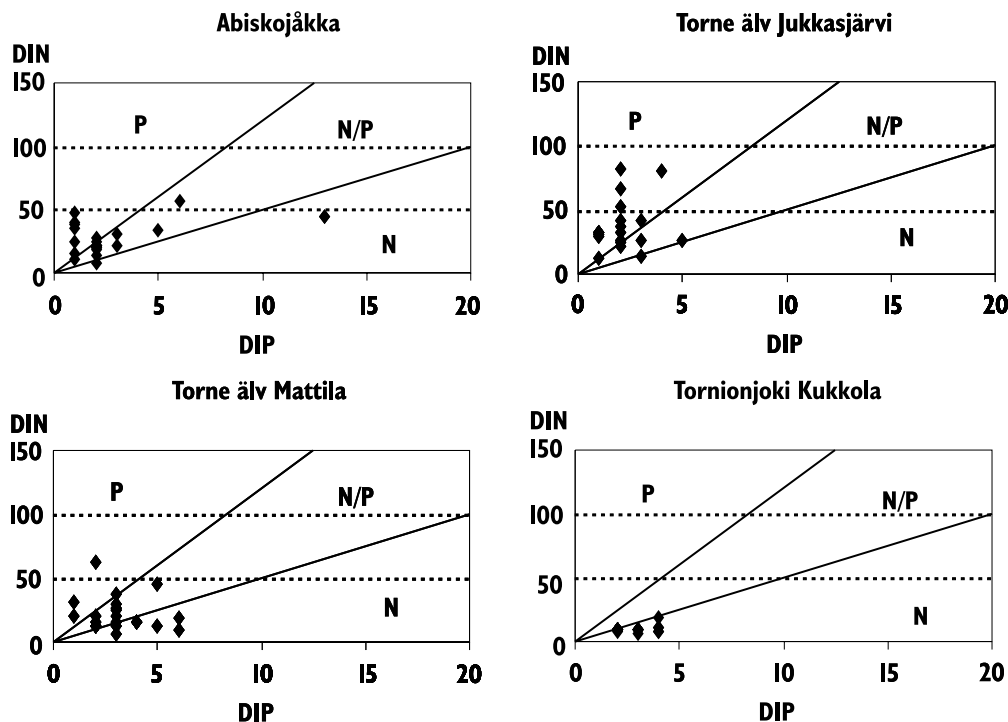
Havaintopaikka Mätstation	Ravinnesuhde Närsaltkvot	md	min	max	n	Minimiravinne Begränsande näringsämne
Abiskojäkka	TN:TP	11,3	4,2	36,2	20	N tai/eller P
	DIN:DIP	10,4	3,4	47,0	20	N tai/eller P
Torne älv Jukkasjärvi	TN:TP	16,3	11,8	35,6	19	N tai/eller P
	DIN:DIP	18,5	4,7	41,0	19	P
Torne älv Mattila	TN:TP	16,3	7,8	30,8	23	N tai/eller P
	DIN:DIP	6,5	1,5	31,0	23	N tai/eller P
Muonionjoki Palojo. 14110	TN:TP	19,4	9,0	76,7	9	P
	DIN:DIP	5,0	5,0	5,0	4	N tai/eller P
Tornionjoki Pello 14100	TN:TP	19,1	7,6	32,0	10	P
	DIN:DIP	4,2	2,5	5,0	4	N
Tornionj. Kukkola 14310	TN:TP	18,3	12,7	28,6	27	P
	DIN:DIP	4,3	2,0	5,0	22	N

osoittautunut hyväksi minimiravinteiden indikaattoriksi useissa suomalaisissa sisävesitutkimuksissa (Pietiläinen ja Pirinen 1997, Pietiläinen ja Niinioja 1998). Tornionjoen vesistöalueella kokonaisravinnesuhde antaa selvästi fosforirajoitteisemmän kuvan minimiravinnetilanteesta kuin mineraaliravinteiden suhde (taulukko 7.10), mikä on havaittu myös laajemmassa Suomen sisävesiä koskevassa tutkimuksessa (Pietiläinen ja Räsänen 1999). Usein sisävesissä huomattava osa kokonaistypestä on sitoutunut humukseen ja on siten leville huonosti käyttökelpoisessa muodossa. Tämän vuoksi kokonaisravinnesuhde antaa helposti liian fosforirajoitteen kuvan minimiravinteesta.

Mineraaliravinnesuhteen perusteella fosfori on vesistön latvaosissa enimmäkseen tuotantoa rajoittava tekijä, mutta vesistön alaosissa tilanne muuttuu siten, että usein molemmat ravinteet tai joskus typpi rajoittaa tuotantoa (kuva 7.9). Kukkolan havaintopaikalla liuenneen epäorgaanisen typen ja fosforin pitoisuudet ovat kesällä hyvin usein alle määritysrajan, joten todennä-

Pietiläinen & Niinioja 1998). Inom Torne älvssystem ger förhållandet mellan totalhalterna av kväve och fosfor en klart mer fosforbegränsad bild av närsaltbegränsningen än kvoten mellan mineralnärsalterna (tabell 7.10). Detta har även observerats i en omfattande undersökning av Finlands sjöar och vattendrag (Pietiläinen & Räsänen 1999). Ofta är dock en betydande del av totalkvävet i sjöar och vattendrag bundet till humusämnen och därför svårtillgänglig för alger. Totalhaltskvoten ger därför en bild av att fosfor är den produktionsbegränsande faktorn.

Förhållandet mellan halterna av löst oorganiskt kväve och löst oorganisk fosfor, dvs. fosfatfosfor, indikerar att fosfor vanligen är den produktionsbegränsande faktorn i vattendragens övre lopp, medan de båda närsalterna eller ibland endast kvävet ofta begränsar produktionen i de nedre delarna av vattendragen (figur 7.9). Vid mätstationen i Kukkola ligger halterna av löst oorganisk kväve och löst oorganisk fosfor ofta under detektionsgränsen på sommaren, så troligtvis begränsar de båda närsalterna algproduktionen. Under sommaren är



Kuva 7.9. Mineraalityypen (DIN) ja fosfaattifosforin (DIP) suhde Abiskojoen sekä Tornionjoen Jukkasjärven, Mattilan ja Kukkolan havaintopaikoilla kesäaikaan vuosina 1988–1997.

Bild 7.9. Förhållandet mellan löst oorganiskt kväve (DIN) och löst oorganisk fosfor (DIP). Resultaten baserar sig på mätvärden från prover tagna vid mätstationer i Abiskojärkä, Jukkasjärvi, Mattila och Kukkola under somrarna 1988–1997.

köisesti molemmat ravinteet rajoittavat levien tuotantoa. Tällöin levien kasvu riippuu enemmänkin ravinteiden kiertonopeudesta kuin niiden hetkellisistä pitoisuuksista. Myös Pietiläisen ja Räiken (1999) tutkimuksessa Tornionjoen alaosa luokiteltiin yhteisrajoitteiseksi eli tällaisissa vesistöissä sekä fosforin että typen kuormitusmuutokset voivat vaikuttaa levätuotantoon ja rehevyystasoon.

7.4.3 Veden hygieeninen laatu ja happipitoisuus

Tornionjoen veden hygieenistä laatua on seurattu säännöllisesti Suomen puoleisilla velvoitetarkkailun havaintopaikoilla (taulukko 7.6) sekä epäsäännöllisesti Suomen valtakunnallisilla havaintopaikoilla. Tulosten perusteella veden hygieeninen laatu on ollut kaikkina vuodenaikoina hyvä Könkämäenossa ja Muonionjoen yläosassa, missä lämpö-

algtillväxten dessutom mera beroende av närsalternas omsättningshastighet än av närsalternas tillfälliga halter. Även i den undersökning som Pietiläinen och Räike utförde (1999) konstaterades att i nedre delen av Torne älv är de båda närsalterna produktionsbegränsande faktorer, dvs. förändringen i både fosfor- och kvävebelastningen kan påverka algproduktionen och näringsstatusen i vattnet.

7.4.3 Vattnets hygieniska kvalitet och syrehalt

Den hygieniska kvaliteten i vattnet i Torne älv har regelbundet följts på den finska sidan inom ramen för recipientkontrollprogrammet samt periodvis även i det finska nationella övervakningsprogrammet (tabell 7.6). Enligt mätresultaten har den hygieniska kvaliteten i vattnet varit god under alla års-

kestoisia kolimuotoisia bakteereja on tavattu vain satunnaisesti ja silloinkin alle 10 kpl/100 ml. Muonion kirkonkylän (T3) alapuolella ja Muonionjoen alaosassa (T5) sekä Tornionjoen alaosassa (T7) sijaitsevilla havaintopaikoilla ulosteperäistä likaantumista indikoivien lämpökestoisten kolimuotoisten bakteerien määrät ovat ajoittain olleet korkeampia. Kuitenkin myös näillä havaintopaikoilla lämpökestoisia kolimuotoisia bakteereita on ollut keskimäärin alle 10 kpl/100 ml. Tornionjoen vesi täyttää siten yleensä hyvälle uima-vedelle asetetut hygieeniset laatuvaatimukset.

Virtaavissa vesissä veden happipitoisuus ei yleensä ole kriittinen tekijä lukuun ottamatta hyvin kuormitettuja jokivesistöjä. Hapen kyllästysaste on yleensä heikoimmillaan kevättalvella. Suomen puolen talviaikaisten velvoitetarkkailutulosten perusteella happipitoisuuden mediaani on ollut Muonion- ja Tornionjoessa välillä 10,4–12,5 mg/l ja hapen kyllästysaste välillä 68–84 % (taulukko 7.6). Suomen puolen valtakunnallisilla havaintopaikoilla talviaikainen happipitoisuuden mediaani on vaihdellut välillä 11,3–12,2 mg/l ja hapen kyllästysaste 78–85 %. Kesällä hapen kyllästysasteen mediaani on ollut velvoitetarkkailun havaintopaikoilla välillä 90–96 % ja valtakunnallisilla havaintopaikoilla välillä 95–99 %. Tornionjoen happitilanne on siten ollut hyvä kaikkina vuodenaikoina.

7.5 Veden laadun pitkän aikavälin muutokset

7.5.1 Aineisto ja menetelmät

Tornionjoen veden laadun kehitystä ja mahdollisten pitkäaikaismuutosten olemassaoloa tarkasteltiin valtakunnallisten seurantaohjelmien vedenlaatutulosten perusteella. Aikasarjatarkastelu tehtiin seuraaville vedenlaatumuuttujille: sähkönjohtavuus, alkaliniteetti, pH, ei-merellisten emäskationien summa

tider i Könkämäeno och i övre loppet av Muonio älv, där värmetåliga koliforma bakterier har påträffats endast sporadiskt och även då har mängden varit under 10 st/100 ml. Vid mätstationerna nedanför Muonio kyrkby (T3) och i nedre loppet av Muonio älv (T5) samt nedre loppet av Torne älv (T7) har förekomsten av fekala värmetåliga koliforma bakterier tidvis varit större, men mängden har även här varit i medeltal under 10 st./100 ml. Vattnet i Torne älv uppfyller sålunda i allmänhet de uppställda hygieniska kvalitetskraven för bra badvatten.

I rinnande vatten är vattnets syrehalt i allmänhet inte någon kritisk faktor, förutom i mycket hårt belastade vattendrag. Syrets mättnadsgrad är vanligen lägst på vårvintern. Enligt resultaten från vinterprover i det finska recipientkontrollprogrammet har syrehalten varit 10,4–12,5 mg/l i Torne och Muonio älvar och syrets mättnadsgrad 68–84 % (tabell 7.6). På de nationella mätstationerna på den finska sidan har medianen för syrehalterna på vintern varit 11,3–12,2 mg/l och syrets mättnadsgrad har varierat mellan 78 och 85 %. På sommaren har medianen för syrets mättnadsgrad varit 90–96 % vid de mätstationer som ingår i recipientkontrollprogrammet och 95–99 % vid de nationella mätstationerna. Syrestatusen i Torne älv har således varit god under alla årstider.

7.5 Långsiktiga förändringar i vattnets kvalitet

7.5.1 Material och metoder

Vattenkvaliteten i Torne älv och eventuella förändringstrender har utvärderats utifrån resultat från den långsiktiga övervakningen av vattenkvalitet inom de nationella mätprogrammen. Följande vattenkvalitetsvariabler har analyserats: konduktivitet, alkalinitet, pH, summan av icke-marina baskatjoner ($BC^* = Ca^* + Mg^* + K^* + Na^*$),

($BC^* = Ca^* + Mg^* + K^* + Na^*$), ei-merellinen sulfaatti (SO_4^*) tai kokonaisrikki (TS^*), kokonaisfosfori, kokonaistyyppi, COD_{Mn} -arvo ja väriluku. Ruotsin puolen havaintopaikoilla tarkasteltiin myös fosfaattifosforin, ammoniumtyypen sekä nitriitti- ja nitraattityypen pitoisuuksia. Kukkolan havaintopaikalla tarkasteltiin myös fosfaattifosforin muutoksia.

Tässä raportissa tarkasteltavan aikasarjan pituuteen vaikutti kunkin havaintopaikan havaintojakson pituus sekä standardimenetelmien käyttöönoton ajankohta. Suomen puolella pääosin nykyisin käytössä olevia standardimenetelmiä vastaavat analyysimenetelmät otettiin käyttöön 1970-luvun alkupuolella, joten pisimpänä aikajaksona on tarkasteltu vuosia 1975–1997. Useimmille muuttujille tarkastelu tehtiin myös lyhyemmälle ajanjaksolle 1980–1997. Tämän lisäksi kunkin aikasarjan osalta tarkasteltiin siinä mahdollisesti havaittujen muiden muutosten merkitsevyyttä.

Vedenlaatumuuttujat sisältävät usein selvää vuodenaikaisvaihtelua, peräkkäiset havainnot ovat toisistaan riippuvia (autokorrelaatio), jakaumat ovat usein epäsymmetrisiä ja aineisto voi olla ajallisesti epätasaisesti jakautunutta. Tällöin perinteiset parametriset testit eivät sovellu vedenlaatuaineiston testaamiseen (Kettunen 1989). Arvioitaessa mahdollisten veden laadun pitkäaikaismuutosten eli trendien olemassaoloa Tornionjoen veden laadussa sitä testattiin erityisesti tätä tarkoitusta varten kehitetyllä DETECT-tietokoneohjelmistolla (Cluis 1988). Ohjelmisto käyttää aikasarjojen testaukseen ei-parametrisiä testejä, jotka on sovitettu siten, että ne ottavat huomioon vedenlaatuaineistojen erityispiirteet. DETECT-ohjelmassa aikasarjaa ja mahdollisten trendien olemassaoloa tarkastellaan ensin graafisesti, minkä jälkeen testataan aineiston syklisyyttä ja autokorrelaatiota. Tämän jälkeen ohjelma esittää aineistoon sopivaa ei-parametrasta testiä mahdollisen muutoksen testaamiseksi.

icke-marint sulfat (SO_4^*) eller totalsvavel (TS^*), totalfosfor, totalkväve, kemisk syreförbrukning (COD_{Mn}) och färgtal. Vid mätstationerna på den svenska sidan utvärderades även halterna av fosfatfosfor, ammoniumkväve samt nitrit- och nitratkväve. Vid mätstationen i Kukkola undersöktes också förändringarna i fosfatfosforhalten.

I denna rapport beror längden på de utvärderade tidsserierna på hur länge de olika mätstationen varit i bruk samt när olika standardanalyismetoder har införts. På den finska sidan har de flesta analyismetoder som motsvarar standardmetoder tillämpats sedan början av 1970-talet. Den längsta tidsperiod som utvärderats här omfattar åren 1975–1997. De flesta av variablerna har även utvärderats för den kortare tidsperioden 1980–1997. Förutom vad som beskrivits ovan har varje tidsserie även utvärderats med avseende på eventuella andra observerade signifikanta förändringar.

Vattenkvalitetsparametrarna uppvisar ofta tydliga årstidsvariationer, observationer som är gjorda efter varandra är beroende av varandra (autokorrelation), fördelningen är ofta asymmetrisk och materialet kan tidsmässigt vara ojämnt fördelat. Detta innebär att traditionella parametriska tester inte kan tillämpas på ett vattenkemiskt material som detta (Kettunen 1989). Vid utvärderingen av eventuella förändringstrender i vattenkvaliteten i Torne älv utfördes därför testen med hjälp av ett speciellt dataprogram, DETECT, som utvecklats för detta ändamål (Cluis 1988). Programmet testar tidsserierna med icke-parametriska tester som är anpassade så att de tar hänsyn till särenskaperna i vattenkvalitetsparametrarna. I DETECT-programmet undersöks tidsserien och förekomsten av eventuella trender först grafiskt varefter materialets periodicitet och autokorrelation testas. Därefter föreslår programmet ett för materialet anpassat icke-parametriskt test som testar eventuella förändringar.

7.5.2 Havaitut muutokset

Abiskojoeki

Tornionjärveen laskeva Abiskojoen havaintopaikka edustaa Tornionjoen vesistöalueen luonnontilaista sivujokea, johon ei tule juuri muuta kuormitusta kuin ilman kautta tuleva laskeuma. Abiskojoen veden laadun havainnointi on aloitettu vuonna 1982, joten veden laadun aikasarjoja tarkasteltiin vuosijaksolla 1982–1997. Abiskojoen veden laadussa havaittiin selvät laskevat trendit veden alkaliniteetin, pH:n emäskationien ja sulfaatin sekä orgaanisen aineen määrää kuvastavan COD_{Mn}-arvon aikasarjoissa (kuva 7.10). Sen sijaan sähköjohtavuuden ja kokonaistypen arvoissa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää muutosta. Kaikkien muuttujien aikasarjoissa on selvää vuodenaikaisvaihtelua, mutta kuvissa esitetyt trendiviivat kuvastavat keskimääräisessä arvossa tai pitoisuudessa tapahtuvaa muutosta ja muutoksen suuntaa.

Veden alkaliniteetti laski vuosina 1982–1997 ja muutoksen voimakkuus oli keskimäärin 3 µekv/l vuodessa (taulukko 7.12). Veden pH-arvoissa vaihtelu oli epäsäännöllisempää. Veden pH:n aikasarjassa havaittiin tilastollisesti merkitsevä laskeva trendi koko tarkastelujaksolle, mutta tilastollisesti merkitsevämpi muutos tapahtui vuosina 1982–1989, jolloin veden pH laski keskimäärin tasolta 7,31 tasolle 7,16. Tämän jälkeen vuosina 1990–1997 veden pH:ssa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää muutosta.

Suurin osa laskeuman mukana tulleesta sulfaatista kulkeutuu pois valuma-alueelta valumavesien mukana, sillä sulfaattia ei yleensä varastoidu valuma-alueelle. Sulfaatin mukana valuma-alueelta kulkeutuu ekvivalentti määrä kationeja, pääasiassa vetyioneja ja emäskationeja (Henriksen ym. 1997). Tämän vuoksi sulfaatin ja emäskationien aikasarjoissa havaittu samankaltainen laskeva suuntaus on odotettavaa. Sulfaattia on mitattu vertailukelpoisella menetelmällä (ionikromatografisesti) vuodesta 1984 lähtien, jolloin ei-mereellisen sulfaatin keskimääräinen pitoi-

7.5.2 Observerade förändringar

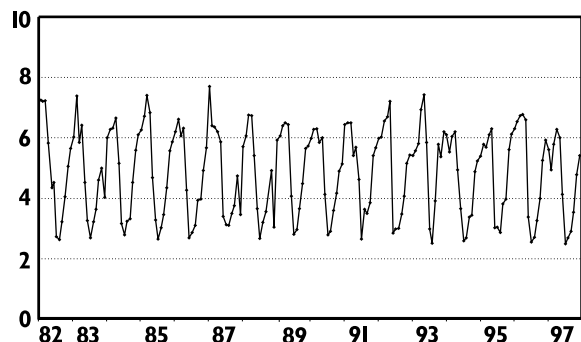
Abiskojäkka

Inom Torne älvs avrinningsområde representerar Abiskojäkka, som mynnar i Torne träsk, ett biflöde i naturtillstånd som nästan enbart belastas av nedfall via luften. Övervakningen av vattenkvalitet i Abiskojäkka startade 1982. Vattenkvaliteten i vattendraget har utvärderats för perioden 1982–1997. I Abiskojäkka observerades klart nedåtgående trender i alkalinitet, pH, baskatjon- och sulfathalter samt organiska ämnen, vilket åskådliggörs av värdena för COD_{Mn} (figur 7.10). Däremot har inte statistiskt signifikanta förändringar i tidsserierna observerats för konduktivitet och totalkväve. Samtliga variabler visar en tydlig årstidsvariation, men trendkurvorna i figuren åskådliggör förändringarna i de genomsnittliga värdena och halterna samt förändringstrenderna.

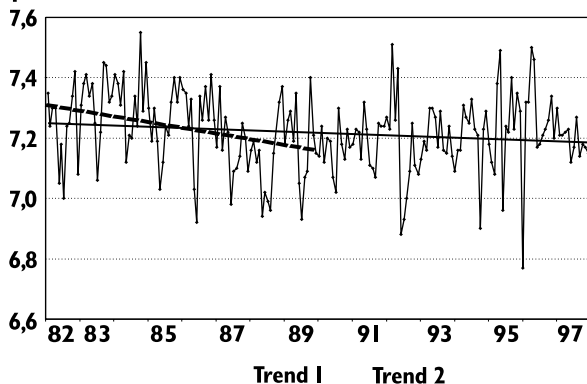
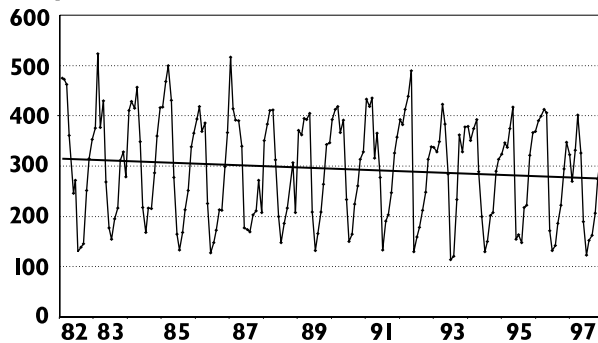
Alkaliniteten i vattnet sjönk under perioden 1982–1997 och förändringen var i genomsnitt 3 µekv/l per år (tabell 7.12). Variationen i pH var mer oregelbunden. Tidsserien för pH visade en statistiskt signifikant trend med minskande värden under hela observationsperioden 1982–1997, men en statistiskt mer signifikant förändring observerades under åren 1982–1989 då pH sjönk i genomsnitt från 7,31 till 7,16. Däremot observerades inte någon statistiskt signifikant pH-förändring under perioden 1990–1997.

Eftersom sulfat i allmänhet inte binds i marken transporteras största delen av sulfatnedfallet bort med avrinningsvattnet. Med sulfatet borttransporteras även en ekvivalent mängd katjoner, i huvudsak vätejoner och baskatjoner (Henriksen m.fl. 1997). Därför är den observerade nedåtgående trenden i tidsserierna för sulfat och baskatjoner väntad. Sulfat har analyserats med en jämförbar metod (jonkromatografi) sedan 1984. Den genomsnittliga halten av icke-marint sulfat sjönk under perioden 1984–1997.

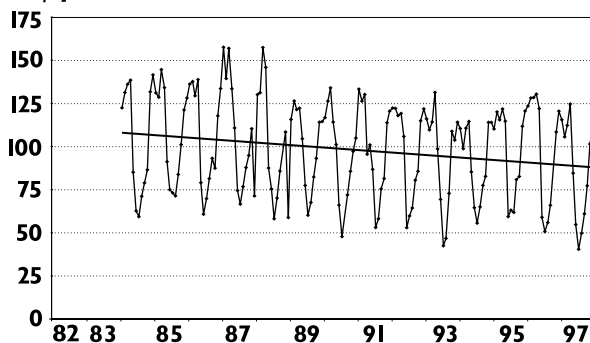
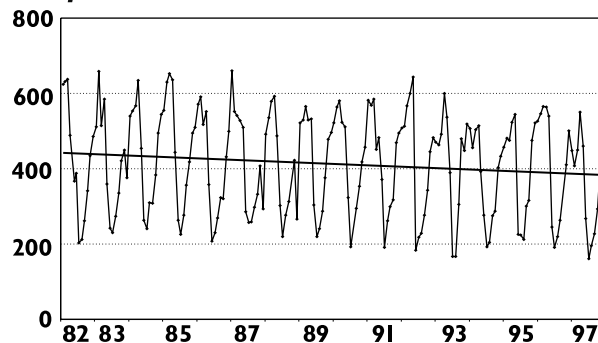
Sähk/Kond mS/m



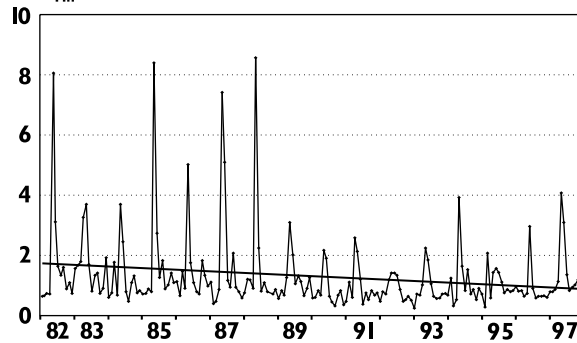
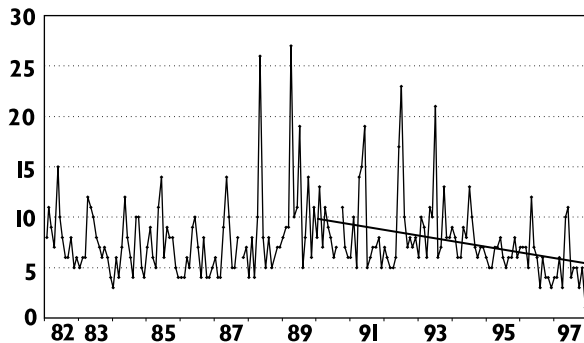
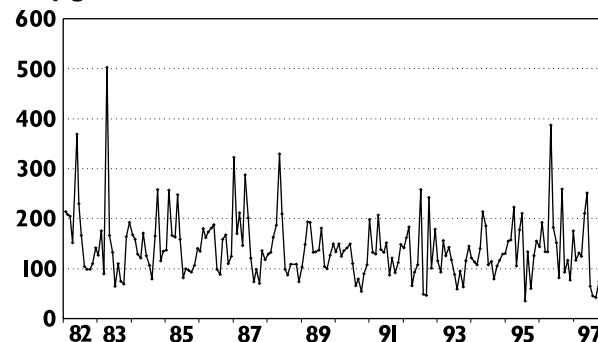
Alk $\mu\text{ekv/l}$



BC* $\mu\text{ekv/l}$



TN $\mu\text{g/l}$



Kuva 7.10. Abiskojoen veden sähkönjohtavuuden (Sähk/Kond), alkaliniteetin (Alk), pH:n, ei-merellisten emäskationien (BC*), ei-merellisen sulfaatin (SO₄*), kokonaisfosforin (TP), kokonaistypen (TN) ja kemiallisen hapen kulutuksen (COD_{Mn}) aikasarjat ja niissä havaitut trendit vuosina 1982–1997.

Figur 7.10. Tidsserier och observerade trender i konduktivitet (Sähk/Kond), alkalinitet (Alk), pH, icke-marina baskatjoner (BC*), icke-marint sulfat (SO₄*), totalfosfor (TP), totalkväve (TN) och kemisk syreförbrukning (COD_{Mn}) i Abiskoåkka under perioden 1982–1997.

suus laski vuodesta 1984 vuoden 1997 loppuun saakka. Vastaavasti ei-merel-listen emäskationien keskimääräinen pitoisuus laski vuosina 1982–1997.

Abiskojoen kokonaisravinteiden pitoisuuksissa ei todettu selviä muutoksia koko tarkastelujaksolla (kuva 7.10). Kokonaisfosforin aikasarjassa havaittiin kuitenkin tilastollisesti merkitsevä laskeva trendi vuosina 1990–1997, jolloin fosforipitoisuus laski keskimäärin tasolta 10 µg/l tasolle 5 µg/l. Sen sijaan fosfaattifosforin (PO₄-P) sekä nitriittija nitraattityypen (NO₂+NO₃-N) pitoisuudet kasvoivat lievästi koko tarkastelujaksolla (taulukko 7.11). Orgaanisen aineen pitoisuuden pienenemistä kuvastavat veden kemiallisen hapen kulutuksen ja väriluvun aikasarjojen laskevat suuntaukset. Pitoisuuksien lasku oli voimakkainta keväällä (huhti–kesäkuu), jolloin pitoisuudet olivat 1980-luvulla korkeampia kuin 1990-luvulla.

Tornionjoki Jukkasjärvi

Jukkasjärven havaintopaikka sijaitsee Tornionjoen yläosassa Luossajoen liittymäkohdan alapuolella (kuva 6.1). Jukkasjärven veden laadun havainnointi on alkanut vuonna 1975 ja se lopetettiin vuonna 1995. Havaintopaikan veden laadun muutoksia on tarkasteltu vuosina 1975–1995 ja 1980–1995 (taulukko 7.12).

Selkeimmät muutokset Jukkasjärven veden laadussa havaittiin emäskationien, kokonaisfosforin, kokonaistypen, ammoniumtypen, COD_{Mn}-arvon ja väriluvun aikasarjoissa, joissa havaittiin laskevat trendit molempina tarkasteltavina ajanjaksoina (taulukko 7.11 ja kuva 7.11). Sen sijaan alkaliniteetin, sulfaatin, fosfaattifosforin ja nitraattityypen aikasarjoissa ei havaittu muutoksia. Veden sähkönjohtavuuden ja pH:n muutokset eivät olleet kovin selkeitä, sillä muutoksen suunta tai voimakkuus vaihteli eri ajanjaksoina.

Jukkasjärven sähkönjohtavuudessa havaittu aleneminen oli tilastollisesti merkitsevä vuosina 1975–1995. Aineistoon sopi myös trendi, jonka mukaan sähkönjohtavuus laski ensin vuodesta 1975 vuoden 1989 loppuun saak-

På motsvarande sätt sjönk även den genomsnittliga halten av icke-marina baskatjoner under perioden 1982–1997.

Under hela observationsperioden kunde inte några tydliga förändringar i totalhalterna av näringsämnen konstateras i Abiskojäkka (figur 7.10). Däremot noterades en statistiskt signifikant minskning av halterna totalfosfor under delperioden 1990–1997 då fosforhalten sjönk i genomsnitt från ca 10 µg/l till ca 5 µg/l. Dessutom noterades en svag ökning i halterna av fosfatfosfor (PO₄-P) samt nitrit- och nitratkväve (NO₂+NO₃-N) under hela observationsperioden (tabell 7.11). De nedåtgående trenderna i tidsserierna för vattnets kemiska syreförbrukning och färgtal visar att halten organiska ämnen har sjunkit. Halterna sjönk tydligast under våren (april–juni), och de var högre under 1980-talet än under 1990-talet.

Torne älv Jukkasjärvi

Mätstationen vid Jukkasjärvi ligger i Torne älvs övre del nedströms Luossajokis utlopp i Torne älv (figur 6.1). Mätningarna av vattnets kvalitet vid Jukkasjärvi inleddes 1975 och avslutades 1995. Förändringarna i vattenkvaliteten vid mätstationen har utvärderats för perioderna 1975–1995 och 1980–1995 (tabell 7.12).

De tydligaste förändringarna i vattnets kvalitet i Jukkasjärvi kunde observeras i tidsserierna för baskatjoner, totalfosfor, totalkväve, ammoniumkväve, kemisk syreförbrukning och färgtal, vilka alla uppvisade en nedåtgående trend under de båda granskade tidsperioderna (tabell 7.11 och figur 7.11). Däremot kunde förändringar inte observeras i tids-serierna för alkalinitet, sulfat, fosfat-fosfor och nitratkväve. Förändringarna i vattnets konduktivitet och pH var inte tydliga för både förändringens trend och storlek varierade under olika tidsperioder.

Under perioden 1975–1995 kunde en statistiskt signifikant nedåtgående trend i konduktiviteten observeras vid Jukkasjärvi. Till materialet hör också en signifikant trend enligt vilken konduktiviteten först sjönk under perioden 1975–1989 för att därefter åter stiga.

ka, ja kääntyi tämän jälkeen takaisin nousuun. Veden pH:n aikasarjassa näytettiin ensin olevan lievää kasvua 1980-luvun alkuun saakka, minkä jälkeen pH hieman laski ja nousi taas 1980-luvun lopulta lähtien (kuva 7.11). pH-arvossa ei ollut tilastollisesti merkitsevää muutosta vuosina 1975–1995, mutta vuosina 1980–1995 veden pH kasvoi lievästi. Vuodesta 1987 lähtien pH nousi jyrkemmin ja muutos oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p < 0,001$).

Vaikka Jukkasjärven sulfaatin aikasarjassa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää muutosta, niin emäskationien aikasarjassa havaittiin laskeva trendi molempina tarkasteltavina ajanjaksoina. Tilastollisesti merkitsevämpi muutos oli vuosina 1980–1995, jolloin emäskationipitoisuus laski keskimäärin $3 \mu\text{ekv/l}$ vuodessa (kuva 7.11). Myös Jukkasjärven alkaliniteetin aikasarjassa näytti olevan lievä laskeva suuntaus, joka ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä.

Jukkasjärven kokonaisfosforin aikasarjassa oli joitakin hyvin korkeita pitoisuuksia, mutta keskimääräinen pitoisuus näytti ensin kasvavan 1970-luvun loppuun saakka, minkä jälkeen pitoisuus kääntyi laskuun. Kokonaisfosforin osalta havaittiin laskevat suuntaukset molempina tarkasteltavina ajanjaksoina, mutta vuosina 1980–1995 muutos oli tilastollisesti merkittävämpi. Tällöin kokonaisfosforipitoisuus laski keskimäärin tasolta $24 \mu\text{g/l}$ tasolle $6 \mu\text{g/l}$. Myös kokonaistypen ja ammoniumtypen aikasarjoissa havaittiin laskevat suuntaukset molempina ajanjaksoina (kuva 7.11 ja taulukko 7.11). Ravinnepitoisuuksissa havaitut muutokset voivat johtua Luossajoen vesistöalueelta tulevan ravinnekuormituksen pienemmisestä, mutta koska Luossajoen veden laatua ei ole seurattu viime vuosina, niin asiaa ei voida selvittää.

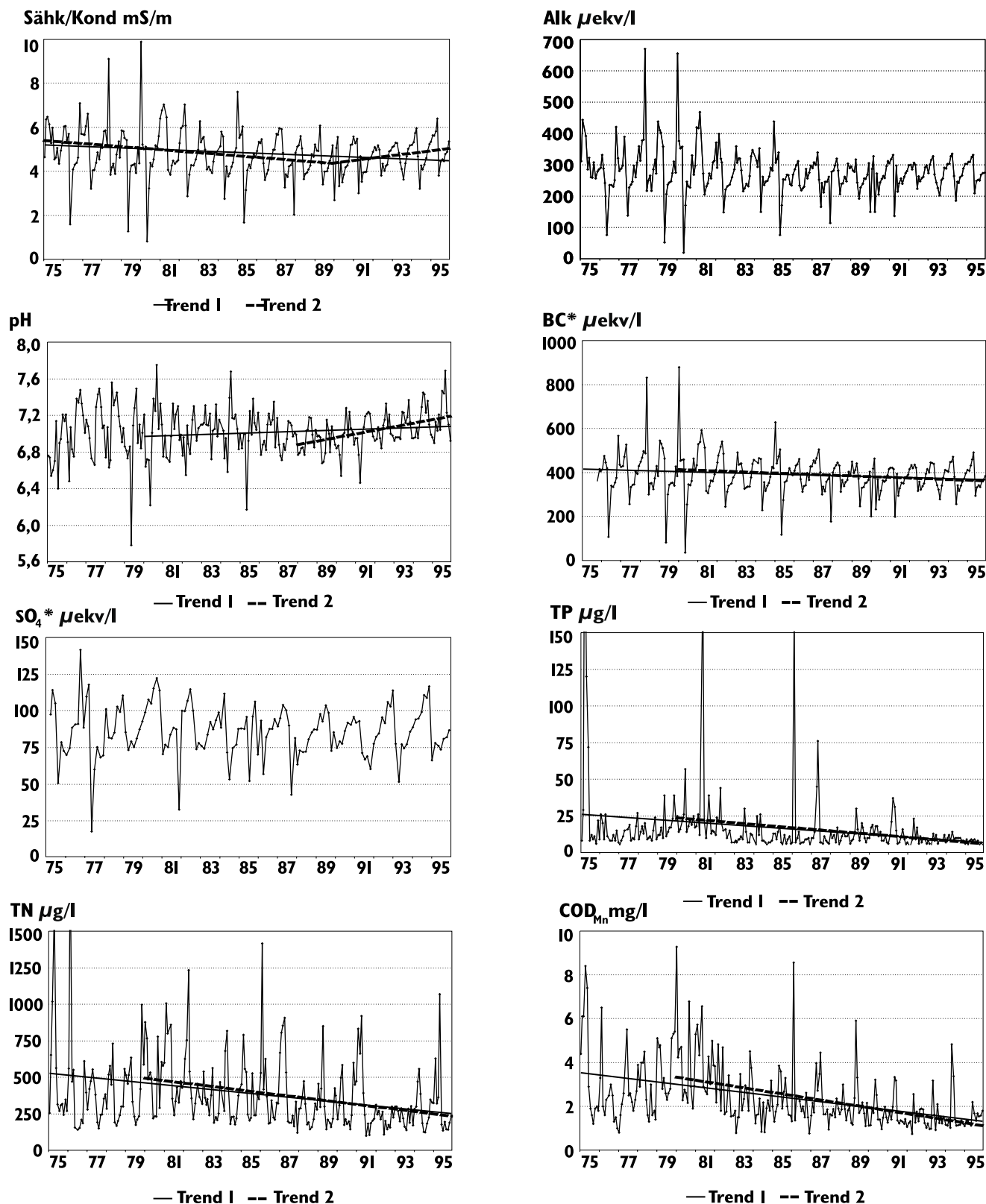
Kuten Abiskojoella, niin myös Jukkasjärvellä havaittiin selvä orgaanisen aineen pitoisuuden pieneminen, mikä näkyi veden COD_{Mn} -arvon ja väriluvun pienemisenä molempina ajanjaksoina. Muutokset olivat tilastollisesti merkitsevempiä vuosijaksolla 1980–1995.

Tidsserien för pH visade först en svag ökning fram till början av 1980-talet varefter pH sjönk något för att sedan åter stiga från slutet av 1980-talet (figur 7.11). Ingen statistiskt signifikant förändring kunde observeras under perioden 1975–1995, men under perioden 1980–1995 steg vattnets pH något. Från och med 1987 steg pH kraftigare och förändringen var statistiskt mycket signifikant ($p < 0,001$).

Även om det vid Jukkasjärvi inte observerats någon statistiskt signifikant förändring i tidsserien för sulfat kunde en sjunkande trend observeras i tidsserien för baskatjoner under de båda observationsperioderna. Förändringen var statistiskt mer signifikant under åren 1980–1995 då baskatjonhalten sjönk i medeltal $3 \mu\text{ekv/l}$ per år (figur 7.11). Även tidsserien för alkalinitet uppvisade en svagt sjunkande trend, som dock inte var statistiskt signifikant.

Tidsserien för totalfosfor vid Jukkasjärvi innehöll några enstaka mycket höga halter, men den genomsnittliga halten uppvisade först en ökning fram till slutet av 1970-talet varefter halten började sjunka. När det gäller totalfosfor observerades en minskning av halterna under de båda tidsperioderna, men under åren 1980–1995 var förändringen statistiskt mer signifikant. Totalfosforhalten sjönk då i genomsnitt från $24 \mu\text{g/l}$ till $6 \mu\text{g/l}$. Även i tidsserierna för totalkväve och ammoniumkväve kunde nedåtgående trender under de båda tidsperioderna observeras (figur 7.11 och tabell 7.11). En förändring i närsalthalten kan bero på en minskad näringsbelastningen från Luossajokis avrinningsområde, men eftersom vattenkvaliteten i Luossajoki inte har följts upp under de senaste åren har detta inte kunnat klarläggas.

Liksom i Abiskojoella observerades även i Jukkasjärvi en tydlig minskning av halten organiska ämnen, vilket kan ses som en nedåtgående trend för den kemiska syreförbrukningen och färgtalet under de båda tidsperioderna. Förändringarna var statistiskt mer signifikanta under perioden 1980–1995.



Kuva 7.11. Jukkasjärven havaintopaikan sähkönjohtavuuden (Sähk/Kond), alkaliniteetin (Alk), pH:n, ei-merellisten emäskationien (BC*), ei-merellisen sulfaatin (SO₄*), kokonaisfosforin (TP), kokonaistypen (TN) ja kemiallisen hapen kulutuksen (COD_{Mn}) aikasarjat ja niissä havaitut trendit vuosina 1975–1997.

Figur 7.11. Tidsserier och trender för konduktivitet (Sähk/Kond), alkalinitet (Alk), pH, icke-marina baskatjoner (BC*), icke-marint sulfat (SO₄*), totalfosfor (TP), totalkväve (TN) och kemisk syreförbrukning (COD_{Mn}) vid Jukkasjärvis mätstation under perioden 1975–1997.

Muonionjoen Palojoensuun havaintopaikka edustaa melko luonnontilaista Muonionjoen yläosaa (kuva 6.1). Havaintopaikan veden laadun havainnointi on alkanut vuonna 1971, joten veden laadussa mahdollisesti tapahtuneita muutoksia tarkasteltiin ajanjaksoina 1975–1997 ja 1980–1997 (taulukko 7.12).

Muonionjoen havaintopaikalla selvimmät pitkän aikavälin muutokset veden laadussa näkyvät kokonaisrikin ja pH:n laskuna sekä toisaalta alkaliniteetin, emäskationien ja värin kasvuna. Sen sijaan sähköjohtavuuden, kokonaisravinteiden ja kemiallisen hapen kulutuksen (COD_{Mn}) aikasarjoissa ei havaittu muutoksia (kuva 7.12).

Suomen puolen havaintopaikoilta ei ole mitattu sulfaattia vertailukelpoisilla menetelmillä riittävän pitkään, joten rikin määrää kuvastaa ei-merellisen kokonaisrikin pitoisuus, jonka analysointi päättyi vuonna 1996. Muonionjoessa kokonaisrikin pitoisuudessa on havaittavissa laskeva suuntaus vuosijaksolla 1975–1996. Sen sijaan vuosina 1980–1996 kokonaisrikin pitoisuudessa ei havaittu muutosta.

Muonionjoessa sekä alkaliniteetin että emäskationien aikasarjoissa havaittiin pitoisuuksien kasvua vuosina 1980–1997. Tämä voi johtua siitä, että Muonionjoen valuma-alueella rikkilaskeuma on pienentynyt niin paljon, että happamoittavasta rikkilaskeumasta johtuva emäskationien huuhtoutuminen on tasoittunut ja tällöin myös puskurikyky on parantunut. Puskurikyvyn paranemisesta huolimatta veden pH laski molempina tarkasteltavina ajanjaksoina. Tilastollisesti merkittävämpi muutos oli vuosina 1980–1997, jolloin pH laski keskimäärin tasolta 6,96 tasolle 6,83. Veden pH:n lasku oli jyrkintä kesäajan (heinä-syyskuu) tuloksissa.

Muonionjoessa veden väriluku kasvoi tilastollisesti merkitsevästi molempina tarkasteltavina ajanjaksoina (taulukko 7.11). Vuosina 1975–1997 väriluku kasvoi keskimäärin tasolta

Förhållandena vid mätstationen i Palojoensuu i Muonio älv representerar det övre loppet i Muonio älv som nästan är i naturtillstånd (figur 6.1). Övervakningen av vattenkvaliteten vid mätstationen inleddes 1971. Förändringarna i vattnets kvalitet har utvärderats för perioderna 1975–1997 och 1980–1997 (tabell 7.12).

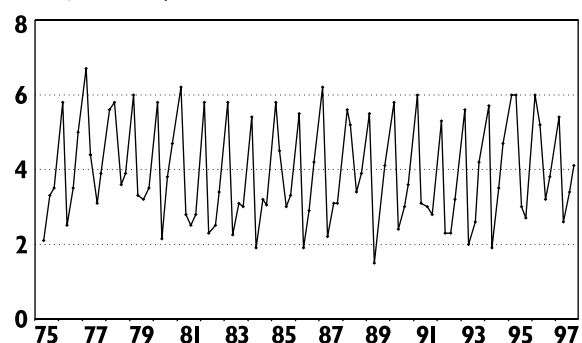
De tydligaste långtidsförändringarna i vattnets kvalitet vid mätstationen i Muonio älv är en nedåtgående trend för totalsvavel och pH, medan alkalinitet, baskatjonhalter och färgtal visar en stigande trend. Däremot observerades inte några förändringar i tidsserierna för konduktivitet, totalnäring och kemisk syreförbrukning (COD_{Mn}) (figur 7.12).

Vid mätstationerna på den finska sidan har inte sulfat analyserats med jämförbara metoder under en tillräckligt lång period och därför illustreras svavelmängden utifrån halten icke-marint totalsvavel, som har analyserats ända till år 1996. I Muonio älv kan en sjunkande trend för totalsvavel observeras under perioden 1975–1996. Under perioden 1980–1996 observerades däremot inte någon förändring i totalsvavelhalten.

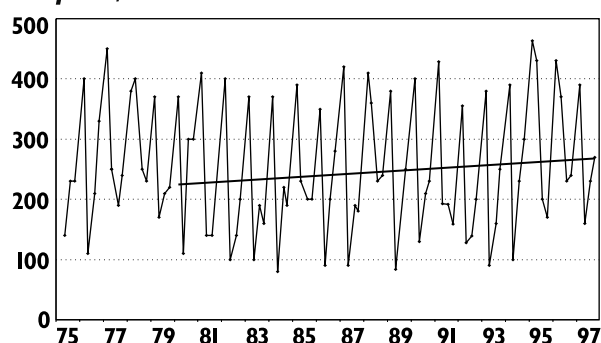
I tidsserierna för både alkalinitet och baskatjoner noterades en stigande trend i Muonio älv under åren 1980–1997. Detta kan bero på att svaveldepositionen inom Muonio älvs avrinningsområde har minskat så mycket att urlakningen av baskatjoner, som orsakas av surt svavelnedfall, har stabiliserats och därmed har också buffringsförmågan ökat. Trots detta har pH sjunkit under de båda observationsperioderna. En statistiskt mer signifikant förändring kunde ses under åren 1980–1997, då pH i genomsnitt sjönk från 6,96 till 6,83. Starkast sjönk pH under sommaren (juli-september).

I Muonio älv ökade vattnets färgtal statistiskt signifikant under de båda observationsperioderna (tabell 7.11). Under perioden 1975–1997 ökade färgtalet i genomsnitt från 41 mg Pt/l till 57

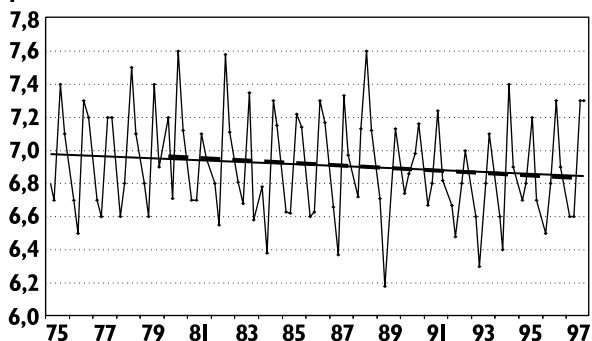
Sähk/Kond mS/m



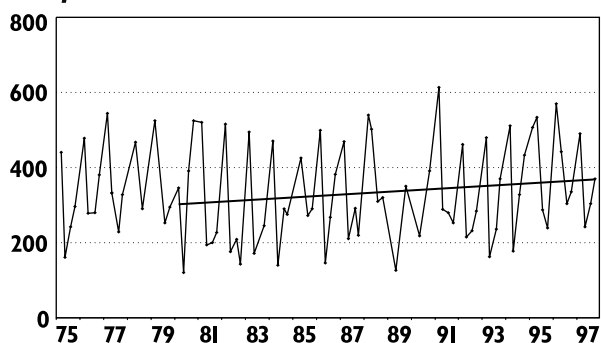
Alk $\mu\text{ekv/l}$



pH

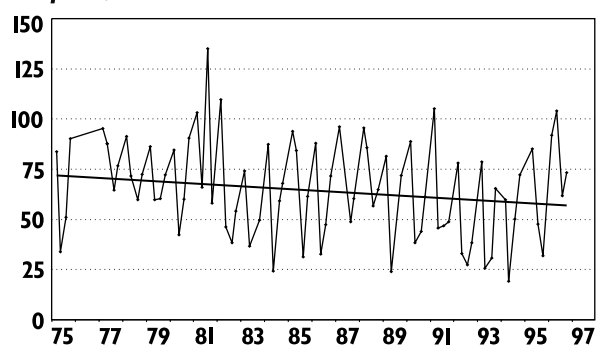


BC* $\mu\text{ekv/l}$

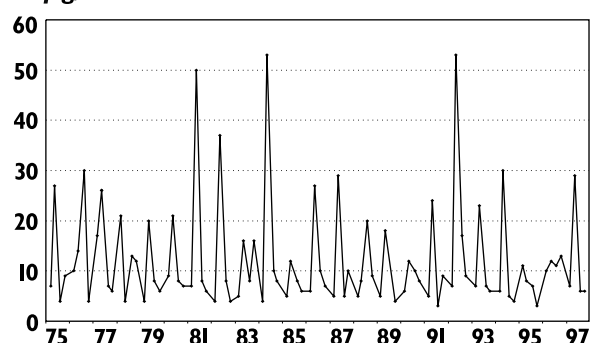


TS* $\mu\text{ekv/l}$

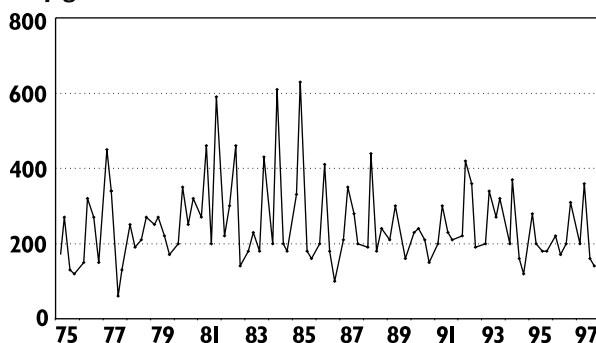
— Trend 1 -- Trend 2



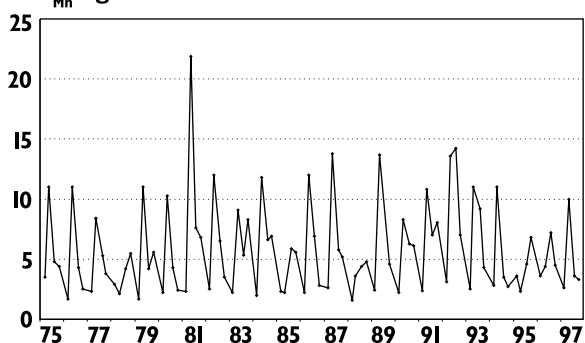
TP $\mu\text{g/l}$



TN $\mu\text{g/l}$



COD_{Mn} mg/l



Kuva 7.12. Muonionjoen Palojoensuun havaintopaikan sähkönjohtavuuden (Sähk/Kond), alkaliniteetin (Alk), pH:n, ei-mereellisten emäskationien (BC*), ei-merellisen kokonaisrikin (TS*), kokonaisfosforin (TP), kokonaistypen (TN) ja kemiallisen hapen kulutuksen (COD_{Mn}) aikasarjat ja niissä havaitut trendit vuosina 1975–1997.

Figur 7.12. Tidsserier och trender för konduktivitet (Sähk/Kond), alkalinitet (Alk), pH, icke-marina baskatjoner (BC*), icke-marint totalsvavel (TS*), totalfosfor (TP), totalkväve (TN) och kemisk syreförbrukning (COD_{Mn}) vid mätstationen vid Palojoensuu i Muonio älv under perioden 1975–1997.

41 mg Pt/l tasolle 57 mg Pt/l. Sen sijaan COD_{Mn}-arvon aikasarjassa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää muutosta.

Tornionjoki Pello 14100

Pellon havaintopaikka sijaitsee Pellon taajaman kohdalla Tornionjoen ylittävän sillan vieressä (kuva 6.1). Havaintopaikan veden laadun havainnointi on alkanut vuonna 1962, ja veden laadun pitkäaikaismuutoksia tarkasteltiin vuosina 1975–1997 ja 1980–1997.

Tutkituista vedenlaatumuuttujista Pellon havaintopaikalla selviä pitkäaikaismuutoksia havaittiin ainoastaan kokonaisrikin ja emäskationien aikasarjoissa (kuva 7.13). Muutokset olivat samansuuntaisia kuin Muonionjoen Palojoensuun havaintopaikalla. Kokonaisrikin aikasarjassa havaittiin lievää laskua vuosina 1975–1996. Sen sijaan emäskationin aikasarjassa havaittiin lievää kasvua vuosina 1980–1997. Nämä muutokset voivat kuvastaa rikkipäästöjen vähenemisestä johtuvaa rikkipitoisuuden laskua ja sen seurauksena emäskationien huuhtoutumisen vähenemistä. Sen sijaan muissa vedenlaatumuuttujissa ei havaittu tilastollisesti merkitseviä muutoksia.

Tornionjoki Kukkola 14300

Kukkolan havaintopaikalla veden laadun havainnointi on aloitettu vuonna 1979, joten veden laatua tarkasteltiin vuosijaksolla 1979–1997. Tutkituista vedenlaatumuuttujista koko ajanjaksona yhdensuuntaisia muutoksia löytyi ainoastaan kokonaistypelle ja fosfaattifosforille (kuva 7.14 ja taulukko 7.11). Tämän lisäksi sähkönjohtavuuden, alkaliniteetin, emäskationien, kokonaisrikin, kemiallisen hapen kulutuksen (COD_{Mn}) ja väriluvun aikasarjoissa havaittiin tilastollisesti merkitseviä muutoksia lyhyemmällä aikavälillä ja aikasarjoissa oli havaittavissa myös kehityssuunnan muutosta.

Sähkönjohtavuuden aikasarjassa havaittiin ensin laskeva trendi vuoteen 1989 saakka, minkä jälkeen sähkönjohtavuus kääntyi kasvuun. Kokonaisrikin ja emäskationien aikasarjoissa näkyi

mg Pt/l. Däremot kunde inte någon statistiskt signifikant förändring observeras i tidsserien för COD_{Mn}.

Torne älv Pello 14100

Mätstationen i Pello ligger vid Pello tätort vid bron över Torne älv (figur 6.1). Övervakningen av vattenkvaliteten startade 1962 och långsiktiga förändringar i vattnets kvalitet utvärderades för perioderna 1975–1997 och 1980–1997.

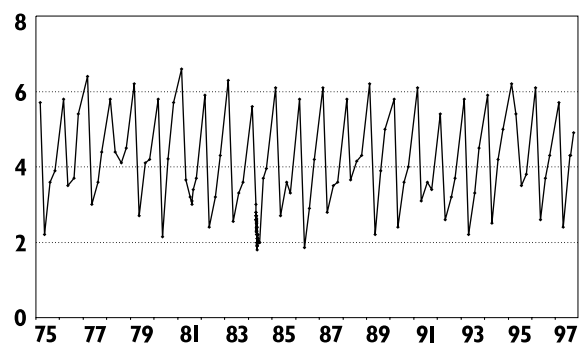
Av de vattenkvalitetsvariabler som undersökts vid mätstationen i Pello observerades endast tydliga långtidsförändringar i tidsserierna för totalsvavel och baskatjoner (figur 7.13). Förändringarna följde samma mönster som observerats vid Palojoensuu i Muonio älv, dvs. totalsvavelhalten sjönk något under åren 1975–1996, medan baskatjonhalten ökade något under åren 1980–1997. Dessa förändringar kan tyda på att svavelhalten sjunkit då svavelutsläppen minskat, vilket leder till en minskad urlakning av baskatjoner. Däremot observerades inte några statistiskt signifikanta förändringar i de övriga vattenkvalitetsvariablerna.

Torne älv Kukkola 14300

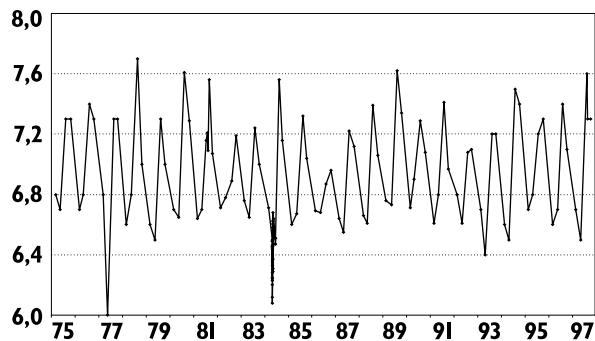
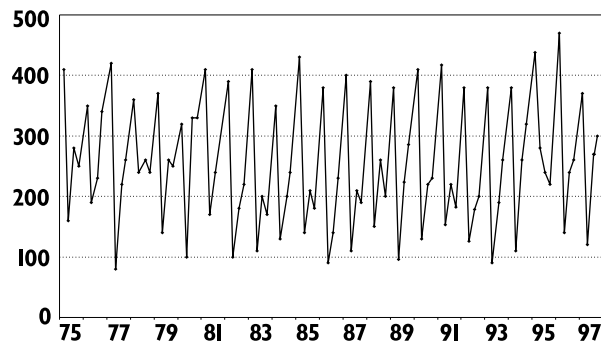
Vid mätstationen vid Kukkola inleddes övervakningen av vattnets kvalitet 1979. Vattenkvaliteten har sålunda utvärderats för perioden 1979–1997. Av de undersökta vattenkvalitetsvariablerna visade endast trenden för totalkväve och fosfatfosfor ett parallellt mönster (figur 7.14 och tabell 7.11). Dessutom har statistiskt signifikanta förändringar observerats under kortare perioder i tidsserierna för konduktivitet, alkalinitet, baskatjoner, totalsvavel, kemisk syreförbrukning och färgtal. I tidsserierna kunde också förändringar i utvecklingstrenden ses.

I tidsserien för konduktivitet observerades först en nedåtgående trend fram till år 1989 varefter konduktiviteten började öka. Tidsserierna för totalsvavel och baskatjoner visade först en kortvarig minskning som sedan vände till en ökning från och med 1983.

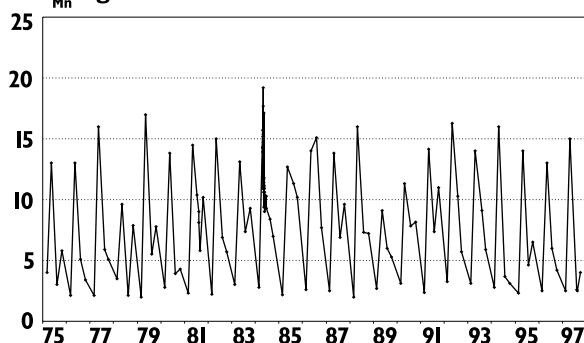
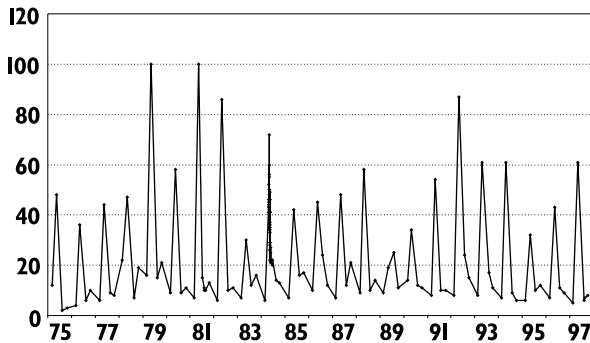
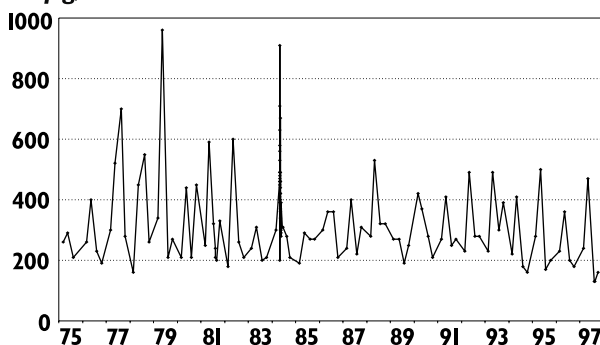
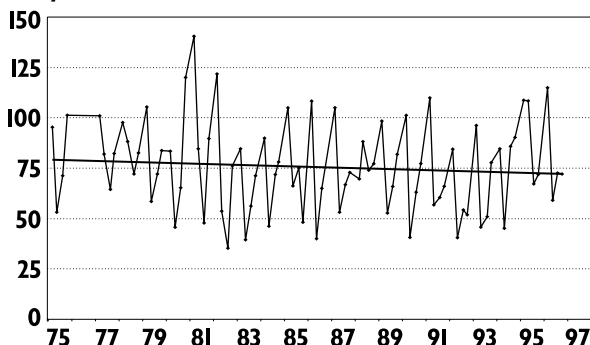
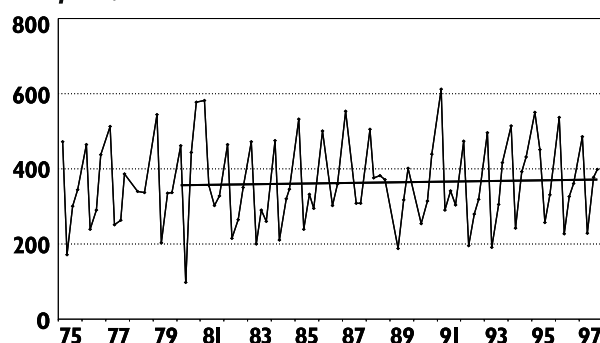
Sähk/Kond mS/m



Alk $\mu\text{ekv/l}$



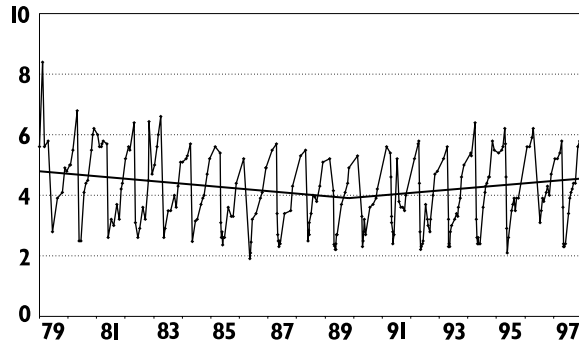
BC* $\mu\text{ekv/l}$



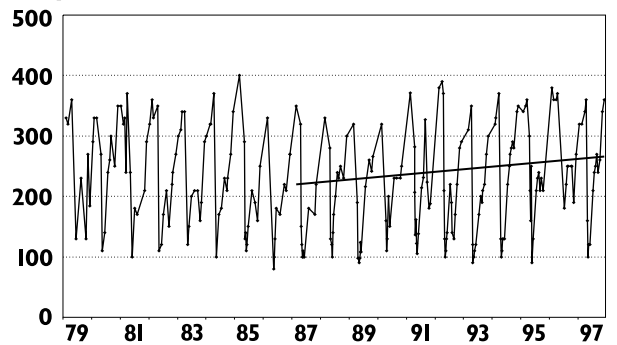
Kuva 7.13. Tornionjoen Pellon havaintopaikan sähkönjohtavuuden (Sähk/Kond), alkaliniteetin (Alk), pH:n, ei-merellisten emäskationien (BC*), ei-merellisen kokonaisrikin (TS*), kokonaisfosforin (TP), kokonaistypen (TN) ja kemiallisen hapen kulutuksen (COD_{Mn}) aikasarjat ja niissä havaitut trendit vuosina 1975–1997.

Figur 7.13. Tidsserier och trender för konduktivitet (Sähk/Kond), alkalinitet (Alk), pH, icke-marina baskatjoner (BC*), icke-marint totalsvavel (TS*), totalfosfor (TP), totalkväve (TN) och kemisk syreförbrukning (COD_{Mn}) vid mätstationen vid Pello i Torne älv under perioden 1975–1997.

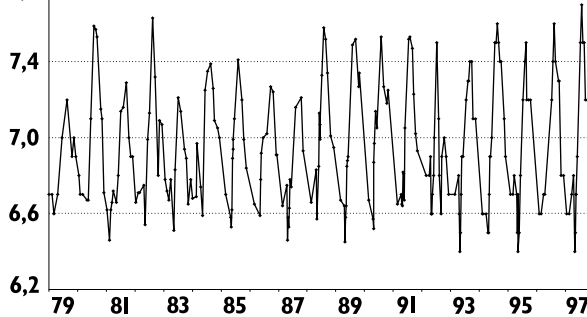
Sähk/Kond mS/m



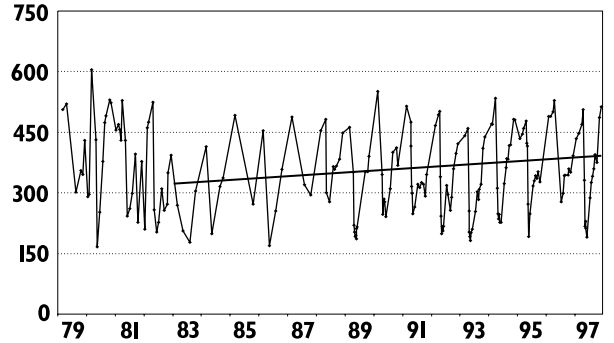
Alk $\mu\text{ekv/l}$



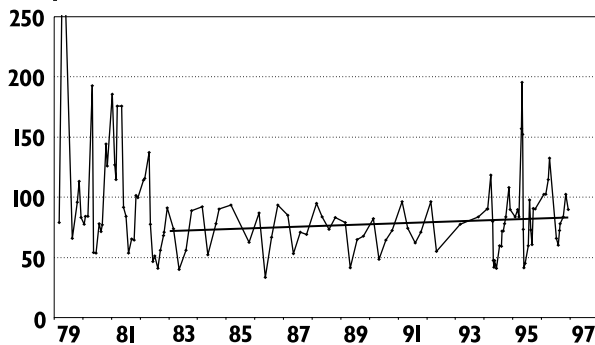
pH



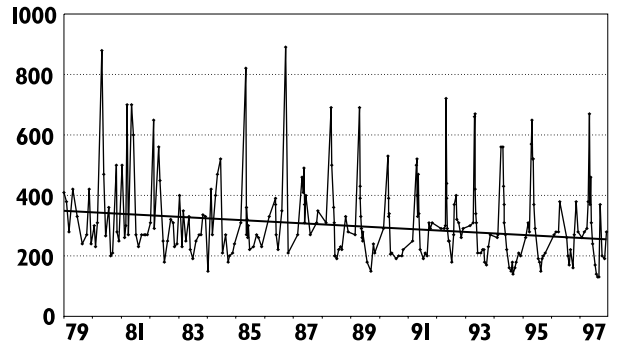
BC* $\mu\text{ekv/l}$



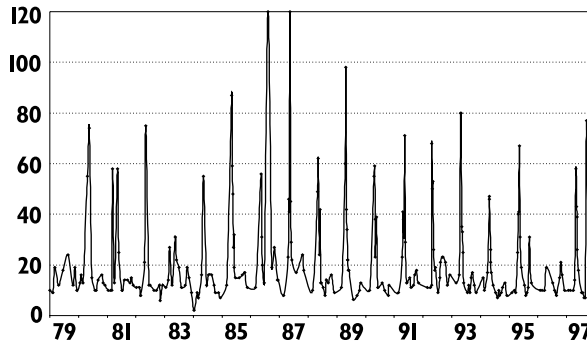
TS* $\mu\text{ekv/l}$



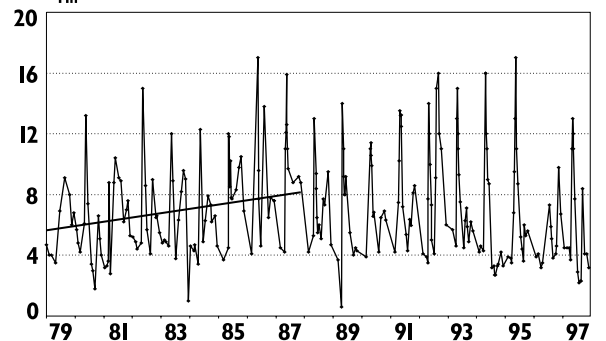
TN $\mu\text{g/l}$



TP $\mu\text{g/l}$



COD_{Mn} mg/l



Kuva 7.14. Tornionjoen Kukkolan havaintopaikan sähkönjohtavuuden (Sähk/Kond), alkaliniteetin (Alk), pH:n, ei-merellisten emäskationien (BC*), ei-merellisen kokonaisrikin (TS*), kokonaisfosforin (TP), kokonaistypen (TN) ja kemiallisen hapen kulutuksen (COD_{Mn}) aikasarjat ja niissä havaitut trendit vuosina 1975–1997.

Figur 7.14. Tidsserier och trender för konduktivitet (Sähk/Kond), alkalinitet (Alk), pH, icke-marina baskatjoner (BC*), icke-marint totalsvavel (TS*), totalfosfor (TP), totalkväve (TN) och kemisk syreförbrukning (COD_{Mn}) vid mätstationen vid Kukkola i Torne älv under perioden 1975–1997.

ensin lyhytaikainen laskeva suuntaus, minkä jälkeen pitoisuudet kääntyivät nousuun vuodesta 1983 alkaen. Rikki-pitoisuudessa tapahtunut nousu oli hyvin vähäistä. Sen sijaan emäskationipitoisuus nousi voimakkaammin, mistä johtuen myös alkaliniteetin aikasarjassa oli havaittavissa kasvava suuntaus vuodesta 1987 lähtien.

Kokonaisfosforin pitoisuudessa ei havaittu selviä muutoksia, mutta fosfaattifosforin aikasarjassa havaittiin hyvin lievää kasvua, jota oli tapahtunut lähinnä syksyn ja alkutalven tuloksissa. Kokonaistypen aikasarjassa havaittiin laskeva suuntaus vuosina 1979–1997, jolloin kokonaistypen pitoisuus laski keskimäärin tasolta 349 µg/l tasolle 255 µg/l.

COD_{Mn}-arvon aikasarjassa oli havaittavissa ensin kasvava suuntaus 1980-luvun loppupuolelle saakka, minkä jälkeen pitoisuus kääntyi laskuun. Tilastollisesti merkitsevä COD_{Mn}-pitoisuuden kasvu oli löydettyvissä vuosina 1979–1987. Sen sijaan vuosina 1988–1997 COD_{Mn}-arvon aikasarjassa ei ollut tilastollisesti merkitsevää muutosta. Väriluvun aikasarjassa havaittiin myös kasvua vuosina 1979–1987, mutta vuosina 1988–1997 väriarvoissa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää muutosta.

Tornionjoki Mattila

Mattilan havaintopaikka sijaitsee Haaparannan kaupungin yläpuolella lähellä Tornionjokisuuta. Havaintopaikan veden laadun havainnointi käynnistyi vuonna 1969, ja veden laadun pitkäaikaismuutoksia on tarkasteltu ajanjaksoina 1975–1997 ja 1980–1997.

Selvimmät pitkäaikaismuutokset Mattilan veden laadussa havaittiin pH:n ja kokonaisfosforin laskuna sekä väriluvun, fosfaattifosforin ja ammoniumtypen kasvuna (taulukko 7.12 ja kuva 7.15). Kokonaistypen ja COD_{Mn}-arvon aikasarjassa oli havaittavissa ensin kasvava suuntaus 1980-luvun puoliväliin saakka, minkä jälkeen pitoisuus kääntyi laskuun. Sen sijaan sähköjohtavuuden, alkaliniteetin, emäskationien ja sulfaatin aikasarjoissa ei havaittu tilastollisesti merkitseviä muutoksia.

Ökningen i svavelhalten var mycket liten. Däremot ökade baskatjonhalten kraftigare, vilket resulterade i en uppåtgående trend i tidsserien för alkalinitet från och med år 1987.

Tydliga förändringar kunde inte observeras i totalfosforhalten men i tidsserien för fosfatfosfor observerades en mycket svag ökning främst på hösten och förvintern. I tidsserien för totalkväve observerades en nedåtgående trend under perioden 1979–1997, då totalkvävehalten sjönk i genomsnitt från 349 µg/l till 255 µg/l.

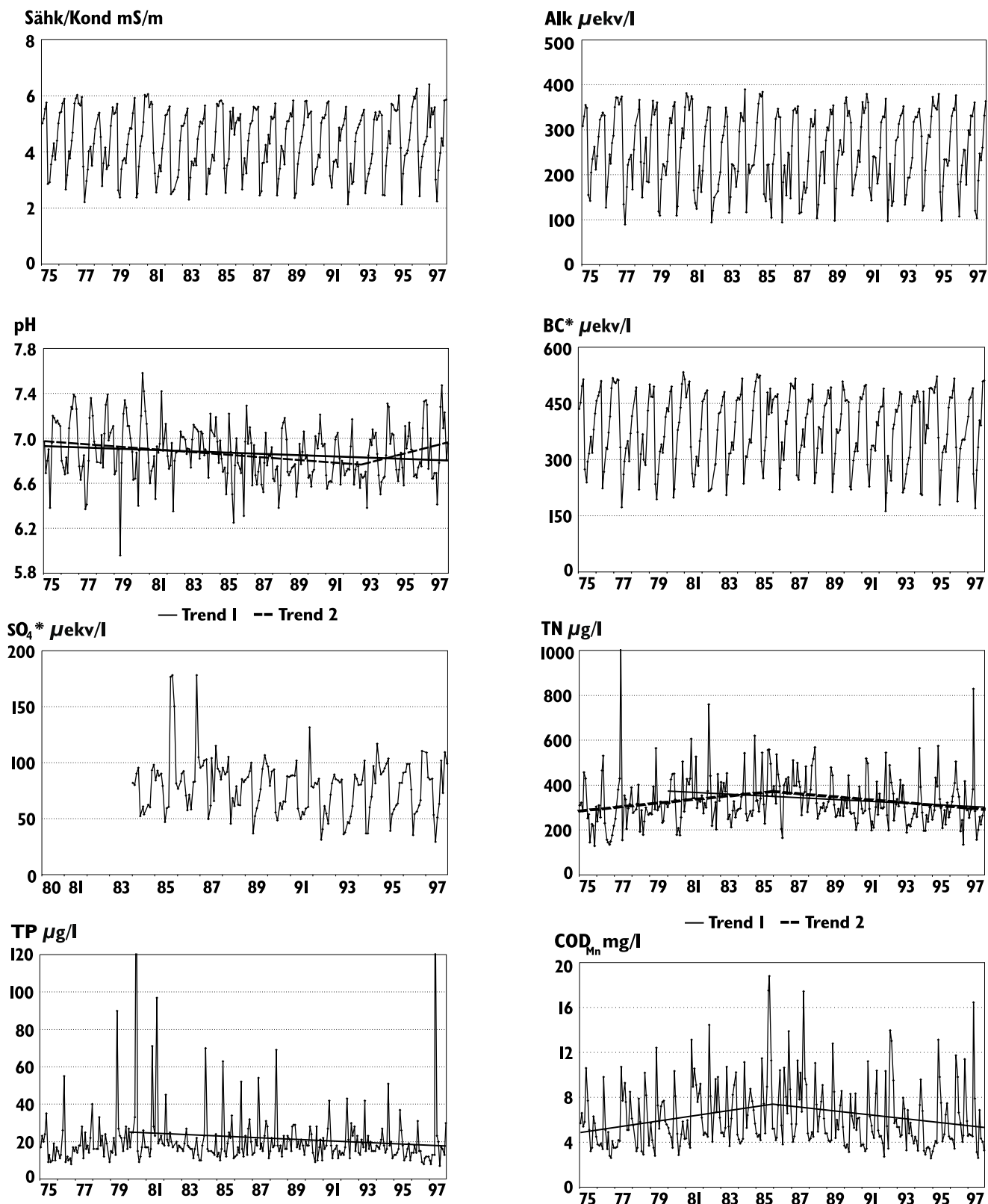
I tidsserien för COD_{Mn}-värdet observerades först en stigande trend fram till slutet av 1980-talet varefter värdet började sjunka. En statistiskt signifikant ökning av COD_{Mn} kunde noteras under perioden 1979–1987, men däremot inte under perioden 1988–1997. Tidsserien för färgtalet visade också en stigande trend under perioden 1979–1987, men någon statistiskt signifikant förändring kunde inte observeras under perioden 1988–1997.

Torne älv Mattila

Mätstationen vid Mattila ligger nära Torne älvs mynning uppströms Haparanda stad. Övervakningen av vattenkvaliteten vid mätstationen inleddes 1969 och långsiktiga förändringar i vattnets kvalitet har utvärderats för perioderna 1975–1997 och 1980–1997.

De tydligaste långsiktiga förändringarna i vattenkvaliteten vid Mattila visade en nedåtgående trend för pH och totalfosfor samt en stigande trend för färgtal, fosfatfosfor och ammoniumkväve (tabell 7.12 och figur 7.15). I tidsserien för totalkväve och COD_{Mn} kunde först en ökning observeras fram till mitten av 1980-talet varefter halten började sjunka. Däremot observerades inte några statistiskt signifikanta förändringar i tidsserierna för konduktivitet, alkalinitet, baskatjoner och sulfat.

I tidsserien för pH observerades en trend med sjunkande värden under hela perioden 1975–1997. Dock kunde en



Kuva 7.15. Tornionjoen Mattilan havaintopaikan sähkönjohtavuuden (Sähk/Kond), alkaliniteetin (Alk), pH:n, ei-merellisten emäskationien (BC*), ei-merellisen sulfaatin (SO₄*), kokonaisfosforin (TP), kokonaistypen (TN) ja kemiallisen hapen kulutuksen (COD_{Mn}) aikasarjat ja niissä havaitut trendit vuosina 1975 - 1997.

Figur 7.15. Tidsserier och trender för konduktivitet (Sähk/Kond), alkalinitet (Alk), pH, icke-marina baskatjoner (BC*), icke-marint sulfat (SO₄*), totalfosfor (TP), totalkväve (TN) och kemisk syreförbrukning (COD_{Mn}) vid mätstationen vid Mattila i Torne älv under perioden 1975–1997.

Kokonaistypen pitoisuudessa havaittiin laskeva suuntaus vuosina 1980–1997. Aikasarjaan näytti kuitenkin sopivan paremmin muutos, jonka mukaan kokonaistypen pitoisuus kasvoi ensin vuosina 1975–1985, ja kääntyi tämän jälkeen takaisin laskuun. Sen sijaan ammoniumtypen pitoisuudessa oli havaittavissa lievä pitoisuuksien kasvu vuosina 1975–1997. Kokonaistypen pitoisuudessa todettu muutos liittyy todennäköisesti orgaanisen aineen pitoisuuden muutokseen, sillä COD_{Mn} -arvon aikasarjassa oli havaittavissa vastaavanlainen muutos eli pitoisuus ensin kasvoi, minkä jälkeen se kääntyi laskuun. Sen sijaan veden väriluvussa ei havaittu vastaavanlaista muutosta, vaan värille oli löydettävissä kasvava trendi koko tarkastellulle vuosijaksolle. Vuosina 1986–1997 värin aikasarjassa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää muutosta.

Tornionjoen eri havaintopaikoilla todettu veden laadun pitkäaikaismuutokset eivät ole kovin selkeitä eivätkä anna yhtenäistä kuvaa koko vesistöalueella tapahtuneesta kehityksestä. Abiskojoen veden laadussa havaitut muutokset kuvastavat sulfaattilaskeuman ja -pitoisuuden pienenemisestä huolimatta lievää puskurikyvyn heikkenemistä, vaikka pH:n lasku onkin pysähtynyt 1990-luvulla. Abiskojoen lievä happamoitumiskehitys voi liittyä nitraattipitoisuuden kasvuun, minkä näkyy myös Kil-

Totalkvävehalten sjönk under perioden 1980–1997. I tidsserien ses dock en annan trend, enligt vilken totalkvävehalten först ökade under åren 1975–1985 för att därefter åter sjunka. Däremot kunde en svag ökning av ammoniumkvävehalten observeras under perioden 1975–1997. Det finns troligen ett samband mellan förändringen i totalkvävehalten och förändringen i halten organiska ämnen, eftersom en motsvarande förändring i tidsserien för COD_{Mn} kunde observeras, dvs. efter en ökning började värdet åter sjunka. Däremot har inte någon motsvarande förändring i vattnets färgtal kunnat observeras utan färgtalet uppvisar en ökande trend under hela den observerade tidsperioden. Under åren 1986–1997 observerades inte några statistiskt signifikanta förändringar i tidsserien för färgtalet.

De konstaterade långsiktiga förändringarna i vattenkvaliteten vid de olika mätstationerna vid Torne älv är inte särskilt tydliga och de ger inte en enhetlig bild av utvecklingen inom hela avrinningsområdet. De observerade förändringarna i vattenkvaliteten i Abiskojärva visar trots minskat sulfatnedfall och en minskad sulfathalt en något försämrad buffringsförmåga, trots att pH inte sjönk under 1990-talet. Den svaga försurningstrenden i Abiskojärva kan vara förknippad med en ökad nitrat halt. Också vid mätstationen vid Kilpisjärvi har nitratdepositionen ökat något sedan mitten av 1980-talet. Vid mätsta-

pisjärven havaintoaseman nitraattilaskeumien lievänä kasvuna 1980-luvun puolivälistä lähtien. Sekä Abiskojoen että Jukkasjärven havaintopaikoilla oli havaittavissa orgaanisen aineen pitoisuuden pienenemistä, minkä lisäksi Jukkasjärven havaintopaikalla myös ravinnepitoisuudet pienenivät.

Muonionjoen ja Pellon havaintopaikoilla todettiin samanaikaisesti rikkipitoisuuden laskua sekä emäskationipitoisuuden ja Muoniojoessa myös puskurikyvyn kasvua. Ilmeisesti Muonionjoen valuma-alueella rikkilaskeuma on pienentynyt niin paljon, että emäskationien huuhtoutuminen on taasoittunut ja puskurikyky parantunut. Kuitenkin samanaikainen veden väriluvun kasvu ja pH:n lasku voivat ilmentää hydrologisista tekijöistä tai valuma-alueen maankäytöstä johtuvaa humuksen huuhtoutumisen lisääntymistä.

Tornionjoen alaosalla, Kukkolan ja Mattilan havaintopaikoilla selvimät samansuuntaiset muutokset näkyvät veden orgaanisen aineen pitoisuutta kuvastavissa muuttujissa. Veden väriluku ja COD_{Mn} -arvo kasvoivat ensin 1980-luvun puoliväliin saakka, minkä jälkeen pitoisuudet kääntyivät laskuun. Myös kokonaistypen pitoisuudet ovat pienentyneet 1980-luvulla, mikä liittyy orgaanisen aineen huuhtoutumisen pienenemiseen. Tähän voivat vaikuttaa sekä hydrologisten tekijöiden muutokset että valuma-alueella tehtyjen metsätaloustoimenpiteiden ajoittuminen. Sen sijaan fosfaattifosforin pitoisuus näyttää hieman kasvaneen joen alajuoksulla. Tähän voi vaikuttaa se, että ihmistoiminnasta, erityisesti maataloudesta ja asutuksesta aiheutuva kuormitus on voinut lisääntyä jonkin verran joen alajuoksulla.

tionerna vid både Abisko-jäkka och Jukkasjärvi kunde en minskning av halten organiska ämnen observeras. Vid Jukkasjärvi har även närsalthalterna minskat.

Vid mätstationerna i Muonio älv och vid Pello konstaterades att svavelhalten sjönk samtidigt som baskatjonhalten ökade. I Muonio älv kunde även en ökad buffringsförmåga observeras. Svaveldepositionen har troligtvis minskat så mycket inom Muonio älvs avrinningsområde att urlakningen av baskatjoner har stabiliserats och buffertkapaciteten har blivit bättre. En samtidig ökning av vattnets färgtal och minskning av pH kan avspegla ett ökat utläckage av humus som beror på hydrologiska faktorer eller på människans verksamhet inom avrinningsområdet.

I nedre delen av Torne älv, vid mätstationerna vid Kukkola och Mattila, ses de tydligaste parallella förändringarna i de variabler som påverkas av halten av organiska ämnen. Färgtal och COD_{Mn} -värdet ökade först fram till mitten av 1980-talet varefter de sedan började sjunka. Även totalkvävehalten har minskat på 1980-talet, vilket beror på en minskad urlakning av organiska ämnen. Både förändringar i hydrologiska faktorer och tidpunkten för utförda skogsbruksåtgärder kan påverka detta. Däremot har fosfatfosforhalten ökat något i nedre delen av älven, vilket kan bero på att belastningen från människans verksamhet, främst jordbruk och bebyggelse, kan ha ökat något i denna del av älven.

Taulukko 7.11. Tornionjoen vesistöalueella sijaitsevien valtakunnallisten havaintopaikkojen veden laadussa havaitut pitkäaikaismuutokset sekä muutoksen suunta ja sen tilastollinen merkitsevyys. Laskevat trendit: --- = $p < 0.001$, -- = $p < 0.01$, - = $p < 0.05$. Nousevat trendit: +++ = $p < 0.001$, ++ = $p < 0.01$, + = $p < 0.05$, 0 = ei muutosta.

Tabell 7.11. Långsiktiga förändringar i vattnets kvalitet i de nationella mätstationerna inom Torne älvs avrinningsområde samt förändringstenden och dess statistiska signifikans. Sjunkande trender: --- = $p < 0.001$, -- = $p < 0.01$, - = $p < 0.05$. Stigande trender: +++ = $p < 0.001$, ++ = $p < 0.01$, + = $p < 0.05$. 0 = ingen förändring.

Havaintopaikka / Mätstation	Torne älv Jukkasjärvi			Muonionjoki Paljoensuu		Tornionjoki Pello		Tornionjoki Kukkola		Torne älv Mattila		
	1982-97	Muu Övriga	1975-95	1980-95	Muu Övriga	1975-97	1980-97	1979-97	Muu Övriga	1975-97	1980-97	Muu Övriga
Sähkö / Kond	0	--	0	-- (75-89)	0 +++ (90-95)	0	0	-- (79-89)	0 + (90-97)	0		
Alk	-		0	0		0	+			0	0	
pH	-	-- (82-89)	0	+	+++ (87-95)	--	--	0		--	0	-- (75-92) + (93-97)
BC*	--		--	--		0	++	0	++	0	0	0 (84-97)
SO ₄ *		-- (84-97)			0 (84-95)	-		0	+ (83-96)			
TS*						0	0	0		0	+	
TP	0	----	-	--		0	0	0		0	--	
PO ₄ -P	++		0	0		0	0	++		+	+	
TN	0		---	---		0	0	---		0	--	-- (75-85) --- (86-97)
NO ₃ -N	+		0	0						0	0	
NH ₄ -N	0		--	---						++	0	
COD _{Mn}	--		--	---		0	0	0	+ (79-87) - (87-97)	0		++ (75-85) - (86-97)
Väri / Färg	--		-	---		++	++	0	+ (79-87)	++	0	++ (75-85)

7.6 Raskasmetallit ja pysyvät orgaaniset ympäristömyrkyt

Ympäristömyrkyt jaetaan yleensä kahteen ryhmään, metallit ja pysyvät (pitkäikäiset) orgaaniset ympäristömyrkyt. Metalleja esiintyy luonnostaan kallioiden ja maaperässä, kasveissa ja eläimissä. Niitä pääsee ilmakehään ja vesistöihin sekä luonnossa tapahtuvista prosesseista että ihmisen toiminnan seurauksena. Happamoittava laskeuma lisää metallien huuhtoutumista maaperästä. Jotkut metallit, kuten sinkki, rauta, mangaani ja kupari, ovat välttämättömiä hivenravinteita kasveille ja eläimille. Toiset metallit, kuten lyijy, kadmium ja elohopea, voivat tietyissä muodoissa olla myrkyllisiä jopa suhteellisen pieninä määrinä. Näillä metalleilla ei ole mitään biologista merkitystä, joten ne eivät ole missään muodossa tarpeellisia eliöille. Elohopea esiintyy luonnossa puhtaana alkuaineena sekä erilaisina orgaanisina ja epäorgaanisina yhdisteinä. Elohopea sitoutuu vesiympäristössä tiukasti sedimenttiin ja orgaaniseen aineeseen, joten suuri osa siitä on eliöiden ulottumattomissa. Bakteerit ja eräät kemialliset prosessit pystyvät muuttamaan epäorgaanisen elohopean metyylielohopeaksi, joka rasvaliukoisena yhdisteenä kulkeutuu helposti solukalvojen läpi, jolloin kasvit ja eläimet ottavat sitä kudoksiinsa. Eliöiden kyky varastoida haitallisia metalleja elimistöönsä johtaa lisääntyvään kertyvyyteen ravintoketjussa ylöspäin mentäessä ja sen seurauksena lisääntyviin toksisiin vaikutuksiin (Juntto ym. 1997). Tavallisimmat haitalliset metallit ja niistä käytetyt kemialliset lyhenteet on esitetty taulukossa 7.12.

Toisen ryhmän muodostavat pysyvät orgaaniset ympäristömyrkyt (persistent organic pollutants, POPs), joiksi nimitetään sellaisia ympäristölle haitallisia aineita, jotka kestävät luonnossa pitkiä aikoja hajoamatta. Orgaaniset ympäristömyrkyt kertyvät lähinnä ihmisten ja eläinten rasvakudokseen. Orgaanisia kemikaaleja on tuhansia ja useimpien käyttäytymisen ja vaikutukset tunnetaan huonosti. Useat orgaani-

7.6 Tungmetaller och persistenta organiska miljögifter

Miljögifter brukar delas in i två grupper: metaller och persistenta (långlivade) organiska miljögifter. Den första gruppen, metaller förekommer i såväl berggrund som jord samt i växter och djur. De hamnar i atmosfären och i sjöar och vattendrag både genom naturliga processer och som en följd av människans verksamhet. Surt nedfall ökar urlakningen av metaller från marken. En del metaller, t.ex. zink, järn, mangan och koppar, är spårämnen som är livsviktiga för växter och djur, medan andra, exempelvis bly, kadmium och kvicksilver, i vissa former kan vara giftiga redan i förhållandevis små mängder. De senare metallerna saknar biologisk funktion och levande organismer behöver dem inte. Kvikksilver kan förekomma i naturen dels som rent grundämne, dels i olika organiska och oorganiska föreningar. I vatten binds kvicksilver lätt vid sediment och organiskt material och är då till stor del otillgängligt för levande organismer. Genom bakterieverksamhet och en del kemiska processer kan dock oorganiskt kvicksilver förvandlas till metylkvicksilver, som är en fettlöslig förening som lätt transporteras genom cellväggar och upptas i vävnaderna hos både växter och djur. Organismernas förmåga att lagra skadliga metaller i sin kropp leder till en ökad ackumulering för varje steg i näringskedjan, med ökande toxiska effekter som följd (Juntto m.fl. 1997). De vanligaste skadliga metallerna och deras kemiska tecken presenteras i tabell 7.12.

Den andra gruppen, persistenta organiska miljögifter (persistent organic pollutants, POPs), är miljöfarliga ämnen som kan finnas länge i naturen utan att brytas ned. Organiska miljögifter lagras främst i fettvävnaden hos djur och människor. Det finns tusentals organiska ämnen och för flertalet är kunskapen bristfällig om vilka egenskaper

Taulukko 7.12. Tavallisimmat haitalliset metallit sekä niiden kemialliset lyhenteet.
 Tabell 7.12. De vanligaste skadliga metallerna samt deras kemiska tecken.

Suomi Finska	Ruotsi Svenska	Lyhenne Kemiskt tecken
Alumiini	Aluminium	Al
Arseeni	Arsenik	As
Kadmium	Kadmium	Cd
Koboltti	Kobolt	Co
Kromi	Krom	Cr
Kupari	Koppar	Cu
Rauta	Järn	Fe
Elohopea	Kviksilver	Hg
Mangaani	Mangan	Mn
Nikkeli	Nickel	Ni
Lyijy	Bly	Pb
Vanadiini	Vanadin	V
Sinkki	Zink	Zn

set ympäristömyrkyt sisältävät klooria, ja niitä nimitetään organoklooriyhdisteiksi. Jotkut orgaaniset yhdisteet ovat teollisuuskemikaaleja, joiden myrkyllisyys on tuotteen ikävä sivuvaikutus. Tähän ryhmään kuuluvat mm. PCB:t, heksaklooribentseenit (HCB) ja kloorifenolit. Toiset aineet taas ovat teollisuusprosessien sivutuotteita. Tällaisia aineita ovat mm. dioksiinit, furaanit ja polyyksykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH) (Mannio & Juntto 1997).

Lisäksi yhden ryhmän orgaanisista klooriyhdisteistä muodostavat myrkyiksi tarkoitettut aineet kuten DDT, toksafeeni, klordaani, dieldriini, aldrini ja heksakloorisykloheksaanit (HCH). Torjunta-aineena käytetty lindaani on yksi heksakloorisykloheksaani-isomeeri eli gamma-heksakloorisykloheksaani. Dieldriiniä pidetään syöpävaarallisimpana pestisidinä. Ympäristömyrkyjä muodostuu ja pääsee ilmaan myös epätäydellisistä polttoprosesseista kuten moottoriajoneuvoista sekä hiilen, puun ja jätteiden poltosta (Mannio & Juntto 1997).

Orgaanisista ympäristömyrkyistä PCB:t ovat selvimmän ravintoketjussa rikastuvia aineita (Mannio & Juntto 1997). PCB-yhdisteitä on käytetty pääasiassa kondensaattoreissa ja muuntajissa, mutta myös erilaisissa tuotteissa kuten väreissä ja muoveissa. Suomessa PCB:tä sisältävien laitteiden valmistusta ja käyttöä on rajoitettu sekä niiden

och effekter de har. Många organiska miljögifter innehåller klor, och de kallas organiska klorföreningar. Vissa organiska miljögifter är industrikemikalier, vars toxicitet är en negativ sidoeffekt. Till denna grupp hör bl.a. PCB-föreningar, hexaklorbensener (HCB) och klorfenoler. Andra föreningar bildas som biprodukter vid industriprocesser. Exempel på sådana är dioxiner, furaner och polycykliska aromatiska kolväten (PAH) (Mannio & Juntto 1997).

Ytterligare en grupp organiska klorföreningar är ämnen som är avsedda att användas som gifter, som t.ex. DDT, toxafen, klordan, dieldrin, aldrin och hexaklorcyklohexaner (HCH). Bekämpningsmedlet lindan är en hexaklorcyklohexanisomer, dvs. gammaklorcyklohexan. Dieldrin anses vara ett av de mest karcinogena växtskyddsmedlen. Miljögifter kan bildas och hamna i luften också vid ofullständiga förbränningsprocesser, exempelvis från motorfordon, samt vid förbränning av kol, ved och sopor (Mannio & Juntto 1997).

PCB-föreningarna hör till de organiska miljögifter som anrikas mest i näringskedjan (Mannio & Juntto 1997). De har huvudsakligen använts i kondensatorer och transformatorer, men även i olika produkter, såsom exempelvis färger och plaster. I Finland har tillverkning

käytöstä poistamista tehostettu asteittain 1970-luvun lopulta lähtien. PCB-kondensaattoreita sisältävien laitteiden valmistus lopetettiin Suomessa jo 1970-luvun lopussa, mutta kaikkien PCB:tä sisältävien tuotteiden valmistus ja maahantuonti kiellettiin vasta vuonna 1990. Tuolloin päätettiin myös, että vanhat PCB:tä sisältävät muuntajat ja kondensaattorit (yli 1 kVAr) oli poistettava käytöstä vuoden 1994 loppuun mennessä. Ruotsissa kiellettiin vuonna 1972 kaikki PCB:n käyttö tuotteissa kuten saumausmassoissa, väreissä ja muoveissa. Kuitenkin suljetuissa systeemeissä PCB:tä sisältävien laitteiden kuten kondensaattorien ja muuntajien maahantuonti jatkui vuoteen 1978 saakka, jolloin kiellettiin kaikki PCB:n käyttö. Vuoden 1995 jälkeen myös vanhempien PCB:tä sisältävien laitteiden käyttö on kielletty Ruotsissa. EU:n direktiivin mukaan yli 5 litraa PCB:tä sisältävät laitteet on poistettava käytöstä viimeistään vuonna 2010, mutta koska Pohjoismaissa tällaiset laitteet on jo poistettu käytöstä, niin direktiivi ei muuta tilannetta täällä.

7.6.1 Raskasmetallien ja pysyvien orgaanisten ympäristömyrkkujen päästöt ilmaan ja laskeuma

Pohjois-Skandinaviassa monien ympäristömyrkkujen pitoisuudet ovat pienempiä eteläisempiin ja kuormitetumpiin alueisiin verrattuna. Kuitenkin myös pohjoisessa raskasmetalleja ja orgaanisia ympäristömyrkköjä joutuu luontoon sekä paikallisista päästölähteistä että kaukokulkeutumana. Ympäristömyrkyt voivat kulkeutua alueelle hyvinkin kaukaa päiväntasaajalta napoja kohti suuntautuvien ilmajvirtausten mukana. Pohjoisen kylmät olosuhteet voivat saada aikaan sen, että maapallon lämpimämmissä osissa haihtuneet yhdisteet tiivistyvät ja laskeutuvat maahan (Mackay & Wania 1995). Kaukokulkeutumana Pohjois-Skandinaviaan kulkeutuu edelleen sellaisia yhdisteitä kuten DDT ja PCB, joiden käyttö Suomessa ja Ruotsissa on jo kielletty.

och användning av PCB gradvis begränsats sedan slutet av 1970-talet samtidigt som befintliga apparater innehållande PCB i ökande utsträckning tagits ur bruk. Tillverkning av apparater som innehåller PCB-kondensatorer upphörde i Finland i slutet av 1970-talet, medan tillverkning och import av produkter innehållande PCB upphörde först 1990. Då beslutades det även att gamla transformatorer och kondensatorer (över 1 kVAr) som innehåller PCB måste tas ur bruk före slutet av 1994. År 1972 förbjöds i Sverige all användning av PCB i produkter, såsom bl.a. fogmassor, färger och plaster. Dock fortsatte en import av PCB för användning i slutna system, som t.ex. kondensatorer och transformatorer fram till 1978 då all användning av PCB förbjöds. Sedan 1995 får inte heller äldre apparatur som innehåller PCB användas i Sverige. Enligt ett EU-direktiv måste apparater som innehåller mer än fem liter PCB tas ur bruk senast 2010, men eftersom sådana apparater inte längre används i Norden förändrar direktivet inte situationen här.

7.6.1 Utsläpp till luft samt nedfall av tungmetaller och persistenta organiska miljögifter

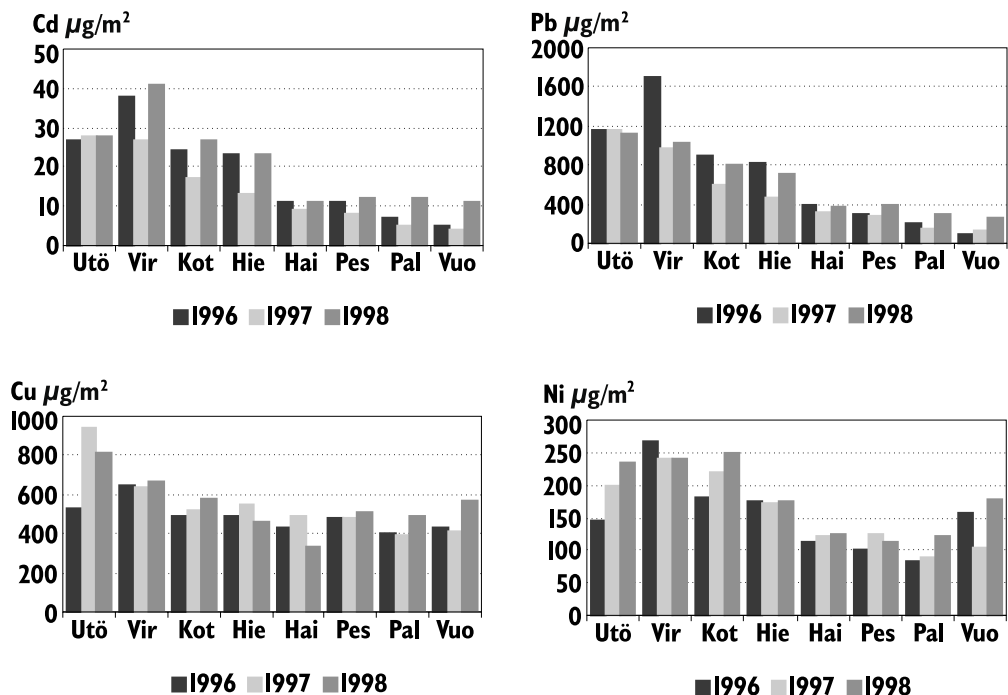
I norra Skandinavien är halterna av många miljögifter låga i jämförelse med mer belastade områden längre söderut. Även i norr hamnar dock tungmetaller och organiska miljögifter i naturen, både från lokala utsläppskällor och genom fjärrtransport. Miljögifter kan transporteras mycket långa sträckor med luftströmmar från ekvatorn mot polerna. De kalla förhållandena i norr kan leda till att ämnen, som avdunstat i varmare delar av världen, kondenseras och faller ned här (Mackay & Wania 1995). Många sådana föreningar, t.ex. DDT och PCB, som redan är förbjudna i Sverige och Finland, kan fortfarande hamna t.o.m. i norra Skandinavien genom fjärrtransport från andra delar av världen.

Metaller hamnar i luften med utsläpp från främst metallindustrin men också från andra industrier. Vid förbränning av t.ex. kol, olja, ved och sopor kan

Metalliteollisuus on useimpien metallien ilmapäästöjen pääasiallinen lähde. Metalleja pääsee ilmaan myös muusta teollisuudesta sekä hiilen, öljyn, puun ja jätteiden poltosta (Juntto ym. 1997). Lyijypitoinen bensiini on edelleen tärkein lyijyn lähde maailmanlaajuisesti, mutta Suomessa ja Ruotsissa suurin osa lyijypäästöistä tulee teollisuudesta. Raskasmetallipäästöt ja -laskeumat ovat vähentyneet 1990-luvulla pääasiassa tehostuneiden puhdistusmenetelmien johdosta. Suomessa raskasmetallien laskeumia on mitattu useilla tausta-aseilla 1980-luvulta lähtien, ja Pallaksen asemalla vuodesta 1996 lähtien. Näihin asemiin eivät vaikuta paikalliset päästölähteet, joten niiden voidaan katsoa toimivan tausta-arvoja mittaavina referenssiasemina.

metaller också frigörs (Juntto m.fl. 1997). Blyhaltig bensin är fortfarande den viktigaste källan av blyutsläpp i hela världen, men i Finland och Sverige kommer största delen av blyutsläppen från industrin. Utsläpp och deposition av tungmetaller har minskat på 1990-talet i huvudsak tack vare effektivare reningsmetoder. Sedan 1980-talet har tungmetalldepositionen mätts vid ett flertal referensmätstationer i Finland och sedan 1996 utförs mätningar även vid en mätstation i Pallas. Dessa stationer påverkas inte direkt av nedfall från lokala föroreningskällor och de tjänar därför som referensstationer, där man mäter bakgrundsvärden.

I figur 7.16. presenteras det årliga våtnedfallet av kadmium, bly, koppar och nickel vid de finska referensstationer.



Kuva 7.16. Kadmiumin (Cd), lyijyn (Pb), kuparin (Cu) ja nikkelin (Ni) vuosittaiset märkälaskeumat Suomen tausta-aseilla vuosina 1996–1998. Asemien järjestys on etelästä pohjoiseen. (Utö, Vir = Virolahti, Kot = Kotinen, Evo, Hie = Hietajärvi, Hai = Hailuoto, Pes = Pesosjärvi, Oulanka, Pal = Pallas, Muonio, Vuo = Vuoskojärvi, Utsjoki) (Leinonen 1998, 1999a, 1999b).

Figur 7.16. Årligt våtnedfall av kadmium (Cd), bly (Pb), koppar (Cu) och nickel (Ni) vid de finska referensstationerna åren 1996–1998. Mätstationerna är uppräknade från söder mot norr. Utö, Vir = Virolahti, Kot = Kotinen, Evo, Hie = Hietajärvi, Hai = Hailuoto (sve.Karlö), Pes = Pesosjärvi, Oulanka, Pal = Pallas, Muonio, Vuo = Vuoskojärvi, Utsjoki (Leinonen 1998, 1999a, 1999b).

Kuvassa 7.16. on esitetty kadmiumin, lyijyn, kuparin ja nikkelin vuosittaiset märkäläskumat Suomen tausta-aseilla vuosina 1996–1998. Kadmiumin ja lyijyn laskeumat pienenevät selvästi etelästä pohjoiseen päin mentäessä. Sen sijaan kuparin ja nikkelin laskeumat olivat Utsjoella sijaitsevalla Vuoskojärven havaintopaikalla korkeampia. Tämä johtuu todennäköisesti Kuolan teollisuuslaitosten läheisyydestä, ja niiden suurista kupari- ja nikkelipäästöistä. Tornionjoen vesistöalueen lähellä sijaitsevan Pallaksen havaintoaseman keskimääräiset raskasmetallilaskeumat vuosina 1996–1998 on esitetty taulukossa 7.13. Vuonna 1996 sadeveden mukana tullut elohopean vuosilaskeuma oli Pallaksella $3,8 \mu\text{g}/\text{m}^2$ (Juntto ym. 1997). Ruotsissa elohopealaskeuma pienenee pohjoiseen mentäessä; maan eteläosissa laskeuma on noin $10 \mu\text{g}/\text{m}^2$ ja pohjoisosissa noin $4 \mu\text{g}/\text{m}^2$ (Iverfeldt ym. 1995).

Metsäsammalia käytetään yleisesti raskasmetallien laskeuman ja levinneisyyden arviointiin, sillä sammat ottavat suurimman osan ravinteistaan suoraan sadevedestä ja kuivalaskeumasta. Vuosina 1985, 1990 ja 1995 on tehty kartoituksia, joissa on tutkittu sammalten raskasmetallipitoisuuksia pohjoismaissa (Rühling ym. 1987, 1992, 1996). Yleisesti ottaen sammalten raskasmetallipitoisuudet ovat vähenty-

nerna under åren 1996–1998. Nedfallet av kadmium och bly minskar tydligt från söder mot norr. Däremot var nedfallet av koppar och nickel högre vid Vuoskojärvis mätstation i Utsjoki kommun. Detta beror sannolikt på de stora koppar- och nickelutsläppen från de närliggande industrianläggningarna på Kolahalvön. Den genomsnittliga tungmetalldepositionen under åren 1996–1998 vid mätstationen i Pallas, som ligger nära Torne älvs avrinningsområde, presenteras i tabell 7.13. År 1996 var den årliga våtdepositionen av kvicksilver vid Pallas $3,8 \mu\text{g}/\text{m}^2$ (Juntto m.fl. 1997). I Sverige minskar kvicksilvernedfallet ju längre norrut man kommer; i landets södra delar är nedfallet ca $10 \mu\text{g}/\text{m}^2$ och i de norra delarna ca $4 \mu\text{g}/\text{m}^2$ (Iverfeldt m.fl. 1995).

Skogsmossor används allmänt vid uppskattning av deposition och förekomst av tungmetaller, eftersom mossor tar största delen av sin näring direkt från nederbörden och från den torrdeposition som hamnat på växten. Åren 1985, 1990 och 1995 kartlades tungmetallhalten i mossor i de nordiska länderna (Rühling m.fl. 1987, 1992, 1996). Generellt sett har tungmetallhalterna i mossor minskat under denna period. Enligt dessa undersökningar minskar nedfallet av arsenik, kadmium, bly och vanadin i riktning från söder mot norr. Däremot påträffas ställvis förhöjda

Taulukko 7.13. Pallaksen havaintoaseman keskimääräiset metallien vuosilaskeumat ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{v}$) vuosina 1996–1998. (Leinonen 1998, 1999a, 1999b).

Tabell 7.13. Den genomsnittliga årliga depositionen av metaller ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{år}$) vid Pallas mätstation åren 1996–1998. (Leinonen 1998, 1999a, 1999b).

	keskiarvo medelvärde	min	max
As	47	38	64
Cd	8	5	12
Cr	15	10	20
Cu	427	390	490
Fe	2 567	2 300	3 100
Mn	450	280	570
Ni	98	82	123
Pb	213	150	290
Zn	770	650	930

neet tänä aikana. Näiden tutkimusten mukaan arseenin, kadmiumin, lyijyn ja vanadiinin laskeumat pienenevät etelästä pohjoiseen päin. Sen sijaan korkeita kromipitoisuuksia esiintyy Pohjoiskalotilla laikuttaisesti joidenkin suurten teollisuuslaitosten läheisyydessä. Perämeren pohjukassa pitoisuudet ovat selvästi ympäröiviä alueita suurempia, mikä johtuu Tornion teräs- ja ferrokromitehtaan päästöistä (kuva 7.17a). Kromin taustapitoisuus alueilla, missä ei ole paikallisia päästölähteitä on alle $2\text{ }\mu\text{g/g}$. Tähän verrattuna kromipitoisuudet Tornion ympäristössä ovat hyvin korkeita, mutta muualla Tornionjoen vesistöalueella pitoisuudet ovat taustapitoisuuksien tasolla.

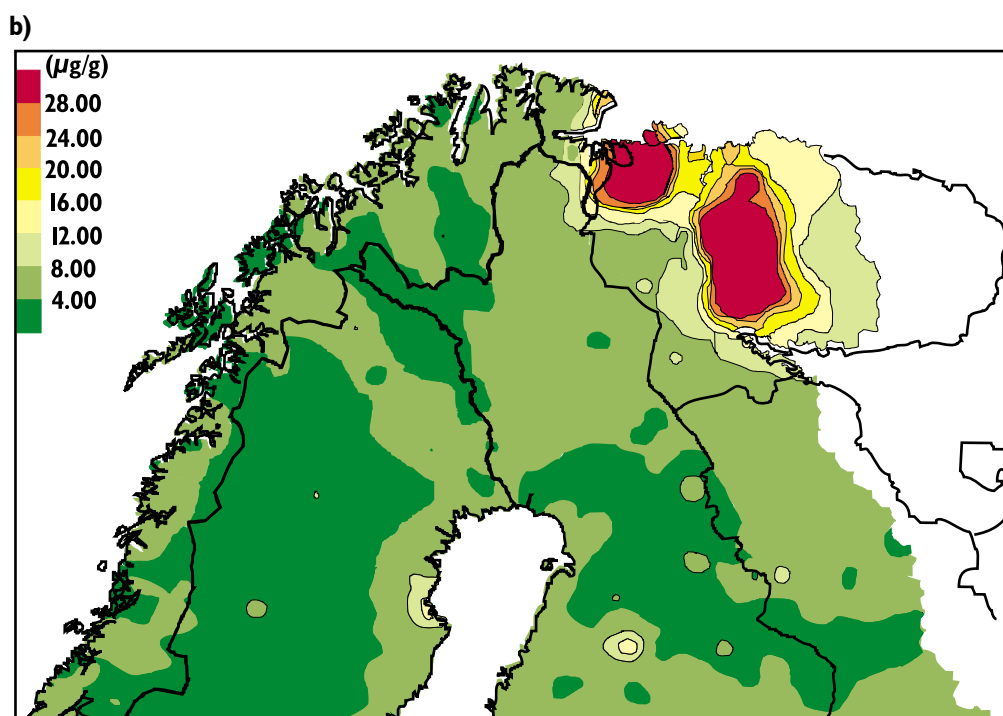
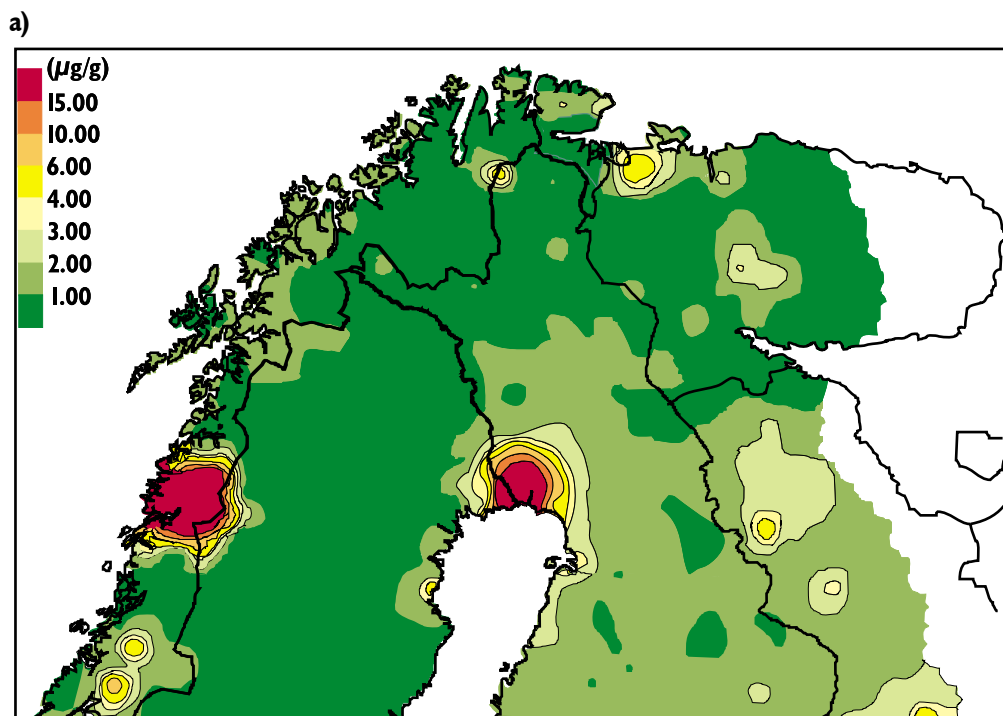
Suomessa Inarin itäosissa esiintyy korkeita kupari- ja nikkelpitoisuuksia, jotka johtuvat Kuolan niemimaan metallisulattojen päästöistä (kuva 7.17b). Suurehkoja kuparipitoisuuksia esiintyy myös Västerbottenin rannikolla Rönnskärin tehtaalla Skellefteåssa, jossa sijaitsee Pohjoismaiden suurin sulatto. Tornionjoen vesistöalueella sammalten kuparipitoisuudet ovat enimmäkseen taustapitoisuuksien tasolla eli välillä $4\text{--}8\text{ }\mu\text{g/g}$. Pitoisuudet ovat hieman korkeampia ainoastaan pienellä alueella Kii-runan ympäristössä. Myös nikkelpitoisuudet ovat taustapitoisuuksien tasolla lukuun ottamatta Tornion ympäristöä, jossa pitoisuudet ovat jonkin verran korkeampia. Myös muiden raskasmetallien pitoisuudet ovat Tornionjoen vesistöalueen sammalnäytteissä pieniä eli tyypillisiä kuormittamattomille alueille.

Pallaksella aloitettiin orgaanisten ympäristömyrkkyjen pitoisuuksien ja laskeuman mittaus vuoden 1996 alusta lähtien. Taulukossa 7.14 esitetään Pallaksen ja Etelä-Ruotsissa sijaitsevan Rörvikin havaintoasemien laskeuma-arvoja (Brorström-Lunden ym. 2000). Tulosten perusteella PAH- ja HCH-yhdisteiden vuosilaskeumat ovat Pallaksella huomattavasti pienempiä kuin Etelä-Ruotsissa. Sen sijaan PCB-laskeuma on molemmilla alueilla suunnilleen samaa luokkaa.

kromhalter i närheten av vissa större industrier på Nordkalotten. Längst inne i Bottenviken är halterna markant högre jämfört med omgivande områden, vilket beror på utsläpp från stål- och ferrokromverket i Torneå (figur 7.17a). I områden där lokala utsläppskällor inte finns är bakgrundshalten av krom under $2\text{ }\mu\text{g/g}$. Jämfört med detta är kromhalterna i närheten av Torneå mycket höga, medan halterna i övriga områden inom Torne älvs avrinningsområde ligger på samma nivå som bakgrundshalten.

I de östra delarna av Enare kommun i Finland förekommer höga nickel- och kopparhalter (figur 7.17b), vilket beror på utsläpp från metallsmältverk på Kolahalvön. Tämligen höga kopparhalter förekommer också i kustområdet i Västerbotten vid Rönnskärswerken i Skellefteå, där Nordens största smältverk ligger. Inom Torne älvs avrinningsområde är kopparhalterna i mossorna huvudsakligen på samma nivå som bakgrundshalten, dvs. $4\text{--}8\text{ }\mu\text{g/g}$. Halterna är dock något högre inom ett litet område i trakten av Kiruna tätort. Nickelhalterna ligger också på samma nivå som bakgrundshalten med undantag av Torneåtrakten, där halterna är något förhöjda. Även halterna av andra tungmetaller i mossorna inom Torne älvs avrinningsområde är låga, dvs. typiska för obelastade områden.

I Pallas påbörjades 1996 mätningar av halten organiska miljögifter i luften och depositionen av dessa. I tabell 7.14 redovisas depositionsvärden för mätstationen i Pallas samt i Rörvik i södra Sverige (Brorström-Lundén m.fl. 2000). Resultaten visar att den årliga depositionen av PAH- och HCH-föreningar är mycket mindre i Pallas än i södra Sverige. Däremot är PCB-nedfallet ungefär lika stort som i södra Sverige.



Kuva 7.17. a) Kromin ja b) kuparin pitoisuudet sammalissa vuonna 1995 (Rühling m. 1996).

Figur 7.17. Uppmätta halter av a) krom och b) koppar i mossor år 1995 (Rühling m.fl. 1996).

Taulukko 7.14. Orgaanisten ympäristömyrkkyjen laskeumat Pallaksella vuosina 1996–1998 verrattuna Etelä-Ruotsin Rörvikissä (1989–1998) mitattuihin arvoihin (Brorström-Lunden ym. 2000).

Tabell 7.14. Deposition av organiska miljögifter i Pallas åren 1996–1998 och i Rörvik i södra Sverige åren 1989–1998 (Brorström-Lunden m.fl. 2000).

Laskeuma				
Deposition				
	PAH $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{vrk}$ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{dygn}$	PCBs $\text{ng}/\text{m}^2/\text{vrk}$ $\text{ng}/\text{m}^2/\text{dygn}$	alfa-HCH $\text{ng}/\text{m}^2/\text{vrk}$ $\text{ng}/\text{m}^2/\text{dygn}$	gamma-HCH $\text{ng}/\text{m}^2/\text{vrk}$ $\text{ng}/\text{m}^2/\text{dygn}$
Pallas				
1996	0,03	2,3	0,42	0,84
1997	0,043	0,79	0,20	0,27
1998	0,15	0,70		
Vuosilaskeuma 1996–1998				
Årsdeposition 1996–1998	30	500	100	200
Rörvik				
1989–94	0,3–1	2–3	5–15*	
1995	0,25	1,3	0,59	3,2
1996	0,39	1,7	1,3	9,5
1997	0,36	2,0	0,72	4,2
1998	0,20	1,3		
Vuosilaskeuma 1995–1998				
Årsdeposition 1995–1998	100–200	600	300	2000
* HCH-yhdisteet yhteensä HCH-föreningar sammanlagt				

7.6.2 Raskasmetallit vesiympäristössä

Metallipitoisuudet vedessä

Raskasmetallien pitoisuuksiin vesistöissä vaikuttavat ihmistoiminnasta aiheutuvien päästöjen lisäksi valuma-alueen kallioperän koostumus ja rapautumisherkkyyys sekä vesistöjen happamuus ja orgaanisen aineen määrä (Skjelkvåle ym. 1999). Raskasmetallipäästöt sekä ilmaan että vesistöihin ovat pienentyneet ympäristönsuojelutoimenpiteiden seurauksena 1990-luvulla. Vuosikymmenten aikana metalleja on kuitenkin kertynyt maaperään ja vesistöjen pohjasedimentteihin, joista ne voivat vapautua jos happi- tai happamuusolot muuttuvat, kuten happamoitumisen, rehevöitymisen tai ruoppauksen yhteydessä.

7.6.2 Tungmetaller i vattenmiljö

Metallhalter i vatten

Tungmetallhalterna i sjöar och vattendrag påverkas av berggrunden och dess vittringsegenskaper, men även av utsläpp som orsakas av människans verksamhet. Dessutom inverkar pH och mängden organiskt material i vattnet (Skjelkvåle m.fl. 1999). Metallutsläpp till både luft och vatten har minskat under 1990-talet tack vare de åtgärder som gjorts för att skydda miljön. Under flera årtionden har dock metaller ackumulerats i marken och i bottensedimentet i sjöar och vattendrag. Metallerna kan frigöras om syremängden eller pH i vattnet förändras, vilket kan ske exempelvis i samband med försurning, övergödning eller muddring.

Abiskojoen sekä Tornionjoen Mattilan ja Kukkolan havaintopaikoilla on mitattu säännöllisesti raskasmetallien pitoisuuksia vedessä. Taulukossa 7.15 on esitetty näiden metallien 10, 50 ja 90 prosenttijakaumat eli persentiilit vuosina 1988–1997. Persentiilit ilmoittavat pitoisuudet, joiden alapuolella on 10, 50 ja 90 % havainnoista, kun ne järjestetään suuruusjärjestykseen. 50 % persentiili on siten mediaaniarvo, jonka sekä ylä- että alapuolella on yhtä monta havaintoa. Havaitut metallien mediaanipitoisuudet ovat ruotsalaisen luokituksen mukaan (taulukko 7.16) hyvin alhaisia (luokka I) tai alhaisia (luokka II). Luokitus perustuu arvioon metallien haitallisista vaikutuksista eläviin organismeihin (Naturvårdsverket 1999a). Lyijyn osalta Mattilan havaintopaikalla noin puolet havainnoista ja Kukkolassa kaksi havaintoa ylittää kriittisen tason. Kriittisellä tasolla tarkoitetaan pitoisuutta, jonka yläpuolella voi esiintyä haitallisia biologisia vaikutuksia herkissä vesistöissä. Mitatuista kuparipitoisuuksista Abiskojoen ja Mattilan havaintopaikoilla yksi havainto ja Kukkolassa kaksi havaintoa ylittää kriittisen tason. Lisäksi Kukkolan havaintopaikalla kadmiumpitoisuuksista kolme havaintoa sekä kromin, nikkelin ja sinkin osalta yksi havainto ylittää kriittisen tason. Lukuun ottamatta lyijypitoisuutta Mattilan havaintopaikalla, voidaan yhteenvetona todeta, että raskasmetallien pitoisuudet ovat suhteellisen harvoin haitallisella tasolla Tornionjoen vesistöalueella.

Pohjoismaisessa järvikartoituksessa vuonna 1995 tutkittiin raskasmetallien pitoisuuksia ja niiden alueelliseen jakautumiseen vaikuttavia tekijöitä (Skjelkvåle ym. 1999). Tutkimuksessa havaittiin, että lyijyn, kadmiumin, sinkin ja jossain määrin myös koboltin alueellisiin eroihin vaikuttavat suurella määrin kaukokulkeutumana tuleva suora laskeuma sekä happamoitumisesta johtuva huuhtoutumisen lisääntyminen. Näiden metallien pitoisuudet ovat korkeampia pohjoismaiden eteläosissa, missä lyijyn, kadmiumin ja happamoitavien aineiden laskeumat ovat suurimmat. Etenkin raudan ja mangaanin, mut-

Halterna av tungmetaller i vattnet har regelbundet mätts vid mätstationen i Abisko-Jåkka samt vid Mattila och Kukkola i Torne älv. I tabell 7.15 visas 10, 50 och 90 procent-percentilerna för åren 1988–1997. Percentilerna anger de halter under vilka 10, 50 och 90 % av mätvärdena återfinns. 50 procent-percentilen utgör således ett medianvärde, dvs. det har uppmätts lika många värden som ligger över respektive under detta värde. De observerade medianhalterna för metaller är enligt den svenska klassificeringen (tabell 7.16) mycket låga (klass I) eller låga (klass II). Klassificeringen baserar sig på en bedömning av de skadliga effekter metallerna har på levande organismer (Naturvårdsverket 1999a). När det gäller bly överskred halterna kritiska nivån vid cirka hälften av mättillfällena vid Mattila och vid två tillfällen i Kukkola. Den kritiska nivån anger den högsta halt som inte ger biologiskt skadliga effekter i känsliga sjöar och vattendrag. Kopparhalterna översteg kritiska nivån vid ett tillfälle i Abisko-Jåkka och i Mattila, samt vid två tillfällen i Kukkola. Vid Kukkola överskreds dessutom de kritiska nivåerna för kadmium tre gånger, samt även för krom, nickel och zink vardera en gång. Med undantag av blyhalten vid mätstationen i Mattila kan det sammanfattningsvis konstateras att tungmetallhalterna relativt sällan når upp till skadliga nivåer i Torne älvs avrinningsområde.

Vid den samnordiska sjöinventeringen 1995 undersöktes tungmetallhalterna i sjöarna och de faktorer som påverkar den regionala fördelningen av halterna (Skjelkvåle m.fl. 1999). Undersökningen visade att de regionala skillnaderna för bly-, kadmium- och zinkhalter samt i viss mån kobolthalten, till stor del berodde på direkt nedfall från fjärrtransport och en ökad urlakning som orsakas av försurning. Halterna av dessa metaller är högre i de södra delarna av de nordiska länderna, där också nedfallet av bly, kadmium och försurande ämnen är störst. Höga halter av speciellt järn och mangan, men i vissa områ-

Taulukko 7.15. Metallipitoisuuksien ($\mu\text{g/l}$) 10 %, 50 % (mediaani) ja 90 % persentilit ja havaintojen määrä (n) Tornionjoen havaintopaikoilla vuosina 1988–1997.

Tabell 7.15. 10, 50 (median) och 90 procent-percentiler för metallhalter ($\mu\text{g/l}$) uppmätta vid tre mätstationer i Torne älv åren 1988–1997. n = antal observationer.

	Abiskojoki Abiskojäkka				Tornionjoki/Torne älv Mattila				Tornionjoki/Torne älv Kukkola			
	10 %	50 %	90 %	n	10 %	50 %	90 %	n	10 %	50 %	90 %	n
Al	2,5	5,8	43	24	16	33	260	24	26	57	292	66
As	0,04	0,04	0,07	24	0,07	0,08	0,18	24	0,07	0,18	1	120
Cd	0,003	0,005	0,007	24	0,001	0,004	0,015	114	0,01	0,03	0,1	138
Cr	0,06	0,1	0,34	24	0,1	0,25	0,91	24	0,22	0,69	1	133
Cu	0,4	0,7	1,3	118	0,3	0,6	1,4	117	0,33	1	2	136
Fe	14	26	99	118	427	660	1296	118	400	695	1700	144
Mn	0,3	1	4,1	118	6,8	13	36	118	13	27	116	80
Ni	0,31	0,47	0,78	24	0,27	0,41	0,82	24	0,26	1	1	116
Pb	0,02	0,02	0,06	24	0,1	1,1	8,9	113	0,04	0,51	1	139
Zn	0,4	0,9	3,3	116	3	7,7	13	115	0,6	2,2	6,9	130

Taulukko 7.16. Ruotsalainen vesistöjen tilan luokittelu veden metallipitoisuuksien ($\mu\text{g/l}$) perusteella sekä niin sanottu kriittinen taso (Naturvårdsverket 1999a, b).

Tabell 7.16. Den svenska klassificeringen av sjöar och vattendrag med avseende på metallhalten i vattnet ($\mu\text{g/l}$) samt den s.k. kritiska nivån (Naturvårdsverket 1999a, b).

Luokka Klass						Kriittinen taso Kritisk nivå
	I	II	III	IV	V	
	Hyvin alhainen pitoisuus Mycket låga halter	Alhainen pitoisuus Låga halter	Kohtuullisen korkea pitoisuus Måttligt höga halter	Korkea pitoisuus Höga halter	Hyvin korkea pitoisuus Mycket höga halter	
As	< 0,4	0,4–5	5–15	15–75	> 75	5
Cd	< 0,01	0,01–0,1	0,1–0,3	0,3–1,5	> 1,5	0,1
Cr	< 0,3	0,3–5	5–15	15–75	> 75	5
Cu	< 0,5	0,5–3	3–9	9–45	> 45	3
Ni	< 0,7	0,7–15	15–45	45–225	> 225	15
Pb	< 0,2	0,2–1	1–3	3–15	> 15	1
Zn	< 5	5–20	20–60	60–300	> 300	20

ta joillakin alueilla myös arseenin, kromin ja vanadiinin alueellinen esiintyminen näyttää riippuvan suuresti järvien orgaanisen aineen määrästä. Kuparin ja nikkelin pitoisuuksiin vaikuttaa enemmän kallioperän kemiallinen koostumus kuin laskeuma lukuun ottamatta Pohjois-Suomen ja Pohjois-Norjan koillisosia, joihin vaikuttavat Kuolan metallisulattojen päästöt.

Pohjoismaisen järvikartoituksen tulokset Tornionjoen vesistöalueen järvien metallipitoisuuksista vuodelta 1995 esitetään taulukossa 7.17. Mediaaniarvojen mukaan näyttää siltä, että

den också arsenik, krom och vanadin, ser ut att i hög grad bero på halten av organiskt material i vattnet. Koppar och nickelhalterna påverkas mer av den kemiska sammansättningen i berggrunden än av nedfall, utom i områden i nordöstra Finland och Norge som påverkas av utsläppen från metallsmältverken på Kolahalvön.

I tabell 7.17 presenteras de metallhalter som uppmättes i sjöar inom Torne älvs avrinningsområde i samband med den samnordiska sjöinventeringen 1995. Enligt medianvärdena är mangan-

Suomen puolen järvissä on enemmän mangaania ja rautaa kuin Ruotsin puolen järvissä. Myös kromin ja vanadiinin pitoisuudet ovat Suomen puolen järvissä hieman suurempia kuin Ruotsin puolella, mikä liittyy todennäköisesti Suomen puolen järvien korkeampaan humuspitoisuuteen. Tornionjoen vesistöalueen järvissä havaitut keskimääräiset arseenin, kadmiumin, kromin, kuparin, nikkelin, lyijyn ja sinkin pitoisuudet olivat ruotsalaisen vesistöjen tilaluokituksen mukaan hyvin alhaisia tai alhaisia. Myös havaitut arseenin, kadmiumin, kromin, kuparin, nikkelin, lyijyn ja sinkin maksimipitoisuudet olivat suhteellisen pieniä eivätkä ylittäneet kriittistä tasoa.

Alumiinin pitoisuuksista ja sen haitallisuudesta ei ole esitetty vastavia vertailuarvoja kuin edellä mainittujen raskasmetallien osalta, koska alumiinin myrkyllisyys riippuu mm. veden happamuudesta ja humuspitoisuudesta. 1980-luvun lopulla toteutetussa suomalaisessa happamoitumistutkimuksessa tutkittiin myös alumiinin pitoisuuksia happamoitumisherkissä järvissä (Verta ym. 1990). Keskimääräinen alumiinipitoisuus oli Pohjois-Suomen järvissä 48 µg/l

och järnhalten i sjöarna på den finska sidan högre än på den svenska. Även krom- och vanadinhalterna är något högre i sjöarna på finsk sida än på svensk sida, vilket sannolikt beror på att humushalten i de finska sjöarna är högre. De genomsnittliga halterna av arsenik, kadmium, krom, koppar, nickel, bly och zink som uppmätts i sjöarna i Torne älvs avrinningsområde var enligt den svenska klassificeringen låga eller mycket låga. Även de högsta uppmätta halterna av dessa metaller var relativt låga och översteg inte den kritiska nivån.

Motsvarande jämförelsevärden har inte presenterats för aluminiumhalter och aluminiumets skadlighet såsom för de ovannämnda tungmetallerna, eftersom toxiciteten hos aluminium beror bl.a. på vattnets pH och humushalt. I en finsk försurningsundersökning, som utfördes i slutet på 1980-talet, undersöktes även aluminiumhalten i försurningskänsliga sjöar (Verta m.fl. 1990). I sjöarna i norra Finland var den genomsnittliga aluminiumhalten 48 µg/l och i södra

Taulukko 7.17. Vuoden 1995 Pohjoismaisen järvikartoituksen metallipitoisuudet (µg/l) Tornionjoen vesistöalueen järvissä. 10 %, 50 % (mediaani) ja 90 % persenttiilit sekä havaintojen lukumäärä (n). Ruotsin puolen kadmiumin, kuparin, lyijyn ja sinkin tuloksia ei esitetä, koska ne eivät ole täysin luotettavia näytteenotossa tapahtuneen virheen vuoksi.

Tabell 7.17. 10, 50 (median) och 90 procent-percentiler samt antal mätningar (n) för metallhalter uppmätta i sjöar i Torne älvs avrinningsområde i samband med den samnordiska sjöinventeringen 1995. För Sveriges del saknas resultaten för kadmium (Cd), koppar (Cu), bly (Pb) och zink (Zn) p.g.a. en felaktighet i utrustningen som medförde att proverna inte var helt tillförlitliga.

	Suomi / Finland				Ruotsi / Sverige			
	10 %	50 %	90 %	n	10 %	50 %	90 %	n
Al	7,7	38	89	17	4,4	19	86	60
As	0,06	0,06	0,22	17	0,03	0,07	0,16	60
Cd	0,03	0,03	0,03	17				
Co	0,03	0,04	0,11	17	0,009	0,03	0,11	60
Cr	0,1	0,27	0,54	17	0,005	0,11	0,4	60
Cu	0,09	0,23	0,89	17				
Fe	24	197	1363	26	11	93	637	60
Mn	6	21	47	26	0,8	3	15	60
Ni	0,12	0,21	0,49	17	0,05	0,17	0,4	60
Pb	0,03	0,04	0,21	17				
Zn	0,78	1,1	2,34	17				
V	0,06	0,2	0,45	17	0,03	0,1	0,34	60

ja Etelä-Suomen järvissä 80 µg/l. Näihin arvoihin verrattuna Tornionjoen vesistöalueen järvien keskimääräiset alumiinipitoisuudet ovat hieman pienempiä kuin Pohjois-Suomen tutkituissa järvissä.

Metallipitoisuudet järvisedimenteissä

Sekä Suomen että Ruotsin puolella on tehty valtakunnallisia kartoituksissa, joissa on tarkasteltu raskasmetallien alueellista esiintymistä järvisedimenteissä. Tehtyjen kartoitusten perusteella lyijyn, kadmiumin ja elohopean pitoisuudet järvien pintasedimentissä pienenevät selvästi etelästä pohjoiseen päin mentäessä (Verta ym. 1990, Naturvårdsverket 1999b). Tämä kuvastaa sitä, että laskeumana tulevilla kuormituksella on suuri merkitys näiden metallien esiintymisessä. Tätä ajatusta tukee lisäksi se, että etenkin lyijyn, mutta myös kadmiumin, elohopean ja sinkin pitoisuudet ovat kasvaneet pintasedimentissä verrattuna syvemmillä sedimentissä oleviin pitoisuuksiin. Sedimenttiprofiilien ajoitusten perusteella lyijyn pitoisuudet ovat kasvaneet jo huomattavasti ennen 1800-luvulla alkanutta teollistunutta aikakautta, mutta monien metallien kuten kadmiumin, elohopean ja sinkin pitoisuuksien kasvu on tapahtunut vasta 1900-luvulla.

Ruotsissa on tehty sedimentin tilan luokittelu, joka perustuu järvien pintasedimentin metallipitoisuuksien vaihteluun (taulukko 7.18). Luokan I pitoisuudet vastaavat kuormittamattomien vesien taustapitoisuuksia, ja suurin osa Pohjois-Ruotsin järvien sedimenteistä kuuluu tähän ryhmään. Norrbottenin läänissä on kartoitettu vuonna 1997 sedimentin metallipitoisuuksia yhteensä 11 järvessä, joista 3 sijaitsee Tornionjoen vesistöalueella (Deely & Olevall 1997). Tulosten perusteella (taulukko 7.19) kadmiumin, elohopean, lyijyn ja sinkin pitoisuudet ovat keskimäärin alhaisia kaikissa tutkituissa järvissä lukuun ottamatta Latnjajaurea, jossa kadmiumin pitoisuus oli kohtuullisen korkea 7–8 cm:n syvyydellä ja myös kromin, kuparin ja nikkelin pitoisuudet olivat korkeita. Latnjajauren korkeat pitoi-

Finland 80 µg/l. Jämfört med dessa värden är de genomsnittliga aluminiumhalterna något lägre i Torne älvs avrinningsområde än i de sjöar som undersöktes i norra Finland.

Metallhalter i sjösediment

Både på finsk och svensk sida har det gjorts rikstäckande undersökningar där man försökt kartlägga förekomsten av tungmetaller i sjösediment. Enligt dessa undersökningar så ökar halterna av bly, kadmium och kvicksilver i sjöarnas ytsediment klart i nord-sydlig riktning (Verta m.fl. 1990, Naturvårdsverket 1999b). Mönstret antyder att nedfall från luften har en stor betydelse för dessa metaller förekomst och belastning. Detta stöds ytterligare av att speciellt blyhalterna, men även halterna av kadmium, kvicksilver och zink, har ökat i ytsedimentet jämfört med halterna i sedimentlager som ligger djupare. Med hjälp av daterade sedimentprofiler har det konstaterats att blyhalterna började öka betydligt redan före industrialismen på 1800-talet, medan halterna av många andra metaller, såsom kadmium, kvicksilver och zink, ökade först under 1900-talet.

I Sverige har man utarbetat en klassificering av tillståndet i sediment som baseras på variationen av metallhalter i ytsediment i svenska sjöar (tabell 7.18). Klass I motsvarar den bakgrundshalt som kan mätas i sjöar och vattendrag som inte utsätts för belastning och innefattar sedimenten i de flesta sjöarna i norra Sverige. I Norrbottens län undersöktes år 1997 metallhalter i sedimenten i sammanlagt 11 sjöar, av vilka tre ligger inom Torne älvs avrinningsområde (Deely & Olevall 1997). Resultaten (tabell 7.19) visar att halterna av kadmium, kvicksilver, bly och zink i genomsnitt är låga i alla de undersökta sjöarna med undantag av Latnjajaure, där kadmiumhalten var måttligt hög på 7–8 cm djup och halterna av krom, koppar och nickel var höga. De höga halterna i Latnjajaure avspeglar troligtvis berggrunden i området. Även i Valkeajärvi, var kromhalterna i ytsedimentet

suudet johtuvat todennäköisesti alueen kallioperästä. Myös Valkeajärvessä pintasedimentin (0–1 cm) kromipitoisuus oli korkea. Muissa järvissä arseenin, kromin, kuparin ja nikkelin pitoisuudet olivat kohtuullisen korkeita tai alhaisia.

Sedimenttien metallipitoisuuksissa voi olla suuria alueellisia eroja, jotka voivat johtua geologisista tekijöistä. Jotta voidaan selvittää kuinka ihmisen toiminta on vaikuttanut pitoisuuksiin, järviä voidaan verrata toisiinsa ns. rikastumiskertoimien avulla. Rikastumiskerroin perustuu eroon tämän hetken pitoisuuden ja alkuperäisen, luonnollisen pitoisuuden välillä. Tässä raportissa on käytetty pintasedimentin metallipitoisuuden suhdetta syvällä olevan, ennen teollistunutta aikakautta kertyneen sedimenttikerroksen metallipitoisuuteen. Jos kertoimen arvo on noin 1,0, niin ihmisen toiminnalla ei ole ollut lainkaan tai hyvin vähän vaikutusta pitoisuuteen. Korkeammat rikastumiskertoimien arvot kuvastavat suurempaa eroa ja siten suurempaa ihmistoiminnan vaikutusta verrattuna luonnollisiin pitoisuuksiin. Vaikutuksen voimakkuus vaihtelee eri metalleilla, joten esimerkiksi kertoimen arvoa 5,0 pidetään suurena kuparille, mutta lyijylle sitä pidetään pienenä erona (Naturvårdsverket 1999b). Vuosittainen sedimentin kasvu Pohjois-Suomen ja Pohjois-Ruotsin järvissä vaihtelee tavallisesti välillä 0,2–1,2 mm/v (Deely & Olevall 1997).

Tornionjoen vesistöalueella sijaitsevien Latnjajauren, Valkeajärven ja Syväjärven sedimentin rikastumiskertoimet on laskettu 0–1 cm ja 19–20 cm syvyisten sedimenttikerrosten tulosten perusteella. Kuparin (Cu), nikkelin (Ni) ja sinkin (Zn) rikastumiskertoimet olivat kaikissa järvissä alle 1,5. Tämä tarkoittaa, että näiden metallien esiintyminen ei ole muuttunut mainittavasti sinä ajanjaksona, mitä sedimenttinäyte edustaa. Valkeajärvessä arseenin rikastumiskerroin oli yli 8, mitä pidetään suurena muutoksena, vaikka pitoisuudet olivat pintasedimentissä alhaisia. Samassa järvessä kromin rikastumiskerroin oli noin 5 eli muutos oli selvä, ja pitoisuus pintasedimentissä oli korkea. Kahdessa

(0–1 cm) höga. Halterna av arsenik, krom, koppar och nickel i de övriga sjöarna var måttligt höga eller låga.

Skillnaderna i metallhalter kan vara stora mellan olika områden, vilket kan bero på geologiska faktorer. För att utreda hur människans verksamhet påverkat halterna är det därför bättre att jämföra sjöarna med hjälp av en s.k. anrikningskoefficient. Anrikningskoefficienten grundar sig på avvikelserna i dagens halter jämfört med ursprungliga, naturliga halter. I denna rapport har kvoten mellan metallhalten i ytsedimentet och metallhalten i djupare liggande sediment, som bildats före industrialismen, använts. En kvot på ca 1,0 visar på ingen eller obetydlig antropogen påverkan. Anrikningskoefficienter med högre värden avspeglar en större avvikelse och därmed en större påverkan jämfört med naturliga halter. Hur stor denna påverkan är varierar mellan olika metaller där exempelvis en kvot på 5,0 bedöms som en stor avvikelse för koppar medan det för bly klassas som liten avvikelse (Naturvårdsverket 1999b). I sjöarna i norra Finland och Sverige ökar sedimentet årligen med 0,2–1,2 mm (Deely & Olevall 1997).

Anrikningskoefficienterna för sjöarna Latnjajaure, Valkeajärvi och Syväjärvi i Torne älvs avrinningsområde, har beräknats på basis av mätvärden från sedimentlager som ligger på 0–1 cm djup och på 19–20 cm djup. I dessa tre sjöar var anrikningskoefficienten för koppar (Cu), nickel (Ni) och zink (Zn) under 1,5, vilket innebär att förekomsten av dessa metaller inte nämnvärt har förändrats under den tidsperiod som sedimentproverna representerar. I Valkeajärvi var anrikningskoefficienten för arsenik över 8, vilket tolkas som en stor förändring, trots att halten i ytsedimentet var låg. I samma sjö var kromhalten i ytsedimentet hög medan dess anrikningskoefficient var 5, dvs. visade en tydlig förändring. I de två andra sjöarna var anrikningskoefficienten för arsenik och krom under 1,5. I de tre sjöarna var anrikningskoefficienten för kadmium 1,2–2,5, för kvicksilver 1,0–2,3 och för bly 1,4–2,5, vilket innebär att nuvarande halter endast avviker i mindre grad från de

muussa järvessä arseenin ja kromin rikastumiskertoimet olivat alle 1,5. Näissä kolmessa järvessä kadmiumin rikastumiskerroin oli 1,2–2,5, elohopean 1,0–2,3 ja lyijyn 1,4–2,5 eli näiden kolmen metallin osalta nykyiset pitoisuudet poikkeavat ainoastaan vähäisessä määrin alkuperäisistä pitoisuuksista. Rikastumiskertoimien keskimääräiset arvot Pohjois-Ruotsin järvissä ovat kadmiuille, kuparille ja sinkille < 1,5, elohopealle 1,5–3, nikkelille < 1,5–5 ja lyijylle 3–10 (Johansson 1989). Sedimentin rikastumiskertoimet ovat edellä mainituissa järvissä samaa tasoa ja lyijyn osalta alhaisempia kuin keskimäärin Pohjois-Ruotsin järvissä.

Luossajoki laskee Tornionjokeen heti Jukkasjärven yläpuolella. Luossajoen vesistöalueella, ja erityisesti Ala-Lombolajärvessä on havaittu hyvin korkeita elohopeapitoisuuksia sedimentissä. Vuosina 1992–1995 tehtyjen tutkimusten perusteella järven pintasedimentin elohopeapitoisuudet olivat tasolla 20–80 mg/kg kuiva-ainetta (Fjällborg 1992, Pontér 1993, Taberman & Sundberg 1996). Ruotsalaisen luokituksen mukaan (taulukko 7.18) jo yli 5 mg/kg pitoisuutta pidetään hyvin korkeana. Myös Luossajoen alapuolella sijaitsevasa Jukkasjärvessä pintasedimentin elohopeapitoisuudet ovat olleet korkeita (yli 1 mg/kg kuiva-ainetta). Näiden kor-

ursprungliga för samtliga tre metaller. Det genomsnittliga värdet för anrikningskoefficienten för sjösediment i norra Sverige är för kadmium, koppar och zink <1,5, för kvicksilver 1,5–3, för nickel 1,5–5 och för bly 3–10 (Johansson 1989). Anrikningskoefficienterna i sedimenten i ovannämnda sjöar är ganska typiska, och när det gäller bly lägre än genomsnittet för sjöar i norra Sverige.

Luossajoki mynnar i Torne älv strax uppströms Jukkasjärvi. I dess vattensystem och speciellt i sjön Ala Lombolo, är kvicksilverhalterna i sedimenten mycket höga. Vid undersökningar som utfördes 1992–1995 i Ala Lombolo framgick att kvicksilverhalten var 20–80 mg/kg torrsvikt i ytsedimentet i sjön. (Fjällborg 1992, Pontér 1993, Taberman & Sundberg 1996). Enligt den svenska klassificeringen (tabell 7.18) kan redan halter över 5 mg/kg torrsvikt anses som mycket höga. Även i Jukkasjärvi nedströms Luossajoki har höga kvicksilverhalter uppmätts i ytsedimenten (över 1 mg/kg torrsvikt). Dessa höga halter torde härstamma från sjön Ala Lombolo i Luossajokis vattensystem.

Taulukko 7.18. Ruotsalainen sedimentin tilan luokittelu järvien sedimentin metallipitoisuuksien perusteella (mg/kg kuivapainoa kohti) (Naturvårdsverket 1999b).

Tabell 7.18. Den svenska klassificeringen av tillståndet i sjöars sediment baserat på metallhalter i sedimenten (mg/kg torrsvikt) (Naturvårdsverket 1999b).

Luokka	I	II	III	IV	V
Klass	Hyvin alhainen pitoisuus Mycket låga halter	Alhainen pitoisuus Låga halter	Kohtuullisen korkea pitoisuus Måttligt höga halter	Korkea pitoisuus Höga halter	Hyvin korkea pitoisuus Mycket höga halter
As	< 5	5–10	10–30	30–150	> 150
Cd	< 0,8	0,8–2	2–7	7–35	> 35
Cr	< 10	10–20	20–100	100–500	> 500
Cu	< 15	15–25	25–100	100–500	> 500
Hg	< 0,15	0,15–0,3	0,3–1,0	1,0–5	> 5
Ni	< 5	5–15	15–50	50–250	> 250
Pb	< 50	50–150	150–400	400–2000	> 2000
Zn	< 150	150–300	300–1000	1000–5000	> 5000

Taulukko 7.19. Sedimentin metallipitoisuudet (mg/kg kuivapainoa kohti) Tornionjoen vesistöalueella sijaitsevilla Latnjajauressa, Valkeajärvestä ja Syväjärvestä sekä keskiarvo Norrbottenin läänissä sijaitsevilla järvissä (n = 11) (Deely & Olevall 1997).

Tabell 7.19. Uppmätta metallhalter (mg/kg torrsvikt) i sedimentet i sjöarna Latnjajaure, Valkeajärvi och Syväjärvi i Torneälvns avrinningsområde samt medelvärden för 11 (n) sjöar i Norrbottens län. (Deely & Olevall 1997).

	Syvyys Djup	Latnjajaure	Valkeajärvi	Syväjärvi	Norrbottenin keskiarvo (n=11) Medelvärde i Norrbotten (n=11)
As	0-1 cm	3	3,5	4	18
	7-8 cm	11	2	7	8
	19-20 cm	3	0,4	5	6
Cd	0-1 cm	1,11	0,57	0,45	0,66
	7-8 cm	2,64	0,63	0,63	0,58
	19-20 cm	0,94	0,23	0,22	0,38
Cr	0-1 cm	93	203	97	77
	7-8 cm	115	28	94	52
	19-20 cm	97	42	91	56
Cu	0-1 cm	136	23	31	33
	7-8 cm	156	22	21	30
	19-20 cm	135	23	30	22
Hg	0-1 cm	0,06	< 0,1	0,18	0,13
	7-8 cm	0,06	0,09	0,11	0,11
	19-20 cm	0,06	0,06	0,08	0,08
Ni	0-1 cm	91	15	21	19
	7-8 cm	204	14	7	10
	19-20 cm	108	14	22	11
Pb	0-1 cm	26	31	28	44
	7-8 cm	23	30	7	27
	19-20 cm	19	13	11	12
Zn	0-1 cm	165	77	100	155
	7-8 cm	221	75	147	117
	19-20 cm	185	55	108	131

keiden pitoisuuksien uskotaan olevan peräisin Luossajoen vesistöalueelta Ala-Lombolojärvestä.

Ala-Lombolojärven sedimentin korkeiden elohopeapitoisuuksien oletetaan johtuvan kahdesta pääasiallisesta lähteestä. Vuoteen 1967 saakka Kiirunan jätevedenpuhdistamo on laskenut jätevetensä järveen, minkä kautta elohopeaa on tullut LKAB:n laboratorista ja hammashuollosta. LKAB:n laboratoriossa käytettiin elohopeaa pitkään aikaa tiettyihin analyysihin. Vaihtoehtoisia menetelmiä alettiin käyttää vuonna 1965, minkä jälkeen elohopean käyttö on vähentynyt asteittain vuoteen 1993 saakka, jolloin sen käyttö lopetettiin kokonaan. Kiirunan hammashuollosta peräisin olevien elohopeapitoisten amalgaamijäämien uskotaan lisäksi ol-

De höga kvicksilverhalterna i sedimentet i sjön Ala Lombolo förmodas huvudsakligen bero på belastning från två källor. Fram till 1967 leddes avloppsvattnet från reningsverket i Kiruna till sjön och då belastades sjön med kvicksilver dels från LKAB:s laboratorium och dels från folktandvården. Vid LKAB:s laboratorium använde man under en lång tid kvicksilver vid vissa analyser. Alternativa analysmetoder började användas 1965 och användningen av kvicksilver har därefter minskat fram till 1993 då den upphörde helt. Kviksilverhaltiga amalgamrester från folktandvården i Kiruna torde vara en annan viktig orsak till de höga kvicksilverhalterna i Ala Lombolo (Länsstyrelsen 1995).

leen yksi tärkeä lähde Ala-Lombolon korkeisiin elohopeapitoisuuksiin (Länsstyrelsen 1995).

Myös muiden metallien, kuten kuparin ja sinkin sekä PCB:n pitoisuudet olivat kohonneet Ala Lombolo -järven sedimentissä taustapitoisuuksiin verrattuna (Taberman & Sundberg 1996). Todennäköisenä syynä kohonneisiin pitoisuuksiin on lähellä sijaitsevan LKAB:n kaivoksen vanhan sivukivivarraston rapautumisesta johtuva metallien liukeneminen ja kulkeutuminen pohjaveden mukana Luossajärveen ja sen jälkeen eteenpäin Luossajokea pitkin Ala-Lomboloon ja Tornionjokeen. Osa saasteista on voinut tulla myös jätevedenpuhdistamolta ennen sen uudistamista vuonna 1967.

Raskasmetallipitoisuudet kaloissa

Vedessä ja sedimentissä esiintyvien raskasmetallien lisäksi tutkitaan usein elohopean esiintymistä kaloissa. Kalaravinnolla on todettu olevan huomattava merkitys ihmisen altistumiselle elohopealle, sillä lähes kaikki ihmisen saamasta metyylielohopeasta tulee kalasta. Metyylielohopea on haitallisin elohopeamuoto eliöille, koska rasvaliukoisuuden vuoksi se tunkeutuu helposti eliöiden kudoksiin ja elimiin. Metyylielohopean poistuminen kaloista on hidasta, minkä vuoksi kalan elohopeapitoisuus nousee kalan iän ja koon kasvaessa. Elohopea rikastuu ravintoketjun yläpäässä oleviin petokaloihin, kuten haukeen, koska ne saavat ravinnon kautta enemmän elohopeaa kuin alempana ravintoketjussa olevat kalat (Porvari ja Verta 1993).

Norrbottenin läänin alueella on tehty kartoituksia kalojen elohopeapitoisuuksista (Lundstedt 1993, Hammarström 1996). Taulukossa 7.20 esitetään 1-kilon hauen elohopeapitoisuuksia Tornionjoen vesistöalueella sijaitsevis-
sa järvissä. Missään tutkituista järvistä haukien elohopeapitoisuus ei ylittänyt arvoa 0,5 mg/kg, mikä on Ruotsissa kansallinen tavoitearvo elohopean enimmäispitoisuudelle hauessa. Suomessa maa- ja metsätalousministeriön päätöksen (28/EEO/1997) mukaan elohopean

Sedimentens halter av andra metaller som koppar och zink samt PCB var även de förhöjda i Ala Lombolo jämfört med förväntade bakgrundshalter (Taberman & Sundberg 1996). Den troliga anledningen till detta är att det urlakats metaller från den närliggande LKAB-gruvans gamla gråbergssupplag i samband med vittring och att metallerna transporteras med grundvattnet till sjön Luossajärvi och sedan förs vidare längs Luossajoki till Ala Lombolo och Torne älv. En del av föroreningarna kan också ha kommit från avloppsrenningsverket innan detta moderniserades 1967.

Tungmetallhalter i fisk

Förutom förekomsten av tungmetaller i vatten och i sediment undersöks ofta också kvicksilverhalten i fisk. Fiskkonsumtion har nämligen visat sig vara av stor betydelse för människors exponering för kvicksilver och nästan allt vårt upptag av metylkvicksilver kommer från fiskkonsumtion. Metylkvicksilver är den skadligaste formen av kvicksilver för organismerna eftersom det lätt upptas i vävnader och organ. Utsöndring av metylkvicksilver sker mycket sakta och det anrikas därför i fisken med ökande ålder och storlek. Rovfiskar som exempelvis gädda befinner sig högst upp i näringskedjan och innehåller de högsta halterna eftersom de får i sig mer kvicksilver genom sitt näringsintag än fiskar längre ner i näringskedjan (Porvari och Verta 1993).

I Norrbottens län har man undersökt kvicksilverhalterna i fisk i sjöar inom Torne älvs avrinningsområde (Lundstedt 1993, Hammarström 1996). Av tabell 7.20 framgår de uppmätta kvicksilverhalterna som omräknats till att motsvara halten i enkilosgädda. Inte i någon av de undersökta sjöarna översteg kvicksilverhalten 0,5 mg/kg, vilket är den maximala halt som Sverige satt upp som nationellt mål gällande kvicksilver i gädda. I Finland får enligt jord- och skogsbruksministeriets beslut (28/EEO/1997) den maximala kvicksilverhalten i fisk som används som livsmedel vara högst

enimmäispitoisuus kaloista saatavissa elintarvikkeissa on hauelle 1 mg/kg ja muille kotimaisille kalalajeille 0,5 mg/kg. Myös Ruotsissa yläraja myynnissä olevalle hauelle on 1 mg/kg.

Ruotsalaisen luokituksen mukaan (Naturvårdsverket 1999a) haukien elohopeapitoisuudet ovat tutkituista järvisistä kuudessa hyvin alhaisia ollen alle 0,2 mg/kg, mitä pidetään luonnollisena taustapitoisuutena. Kahdeksassa järvessä pitoisuus oli välillä 0,2–0,50 mg/kg, mikä on alhainen, mutta usein kohonnut verrattuna taustapitoisuuteen. Karuissa, ruskeavetisissä metsäjärvissä taustapitoisuudet ovat yleensä hieman korkeampia ja jopa tällaiset pitoisuudet voivat olla luonnollisia. Suomessa tehdyssä 93 metsäjärven tutkimuksessa todettiin, että kalojen elohopeapitoisuudet olivat korkeimmat runsaasti humusta sisältävissä järvissä. Tutkittujen järvien 1 kg:n haukien keskimääräinen elohopeapitoisuus oli 0,53 mg/kg ja vaihteluväli 0,09–1,28 mg/kg. Elohopea sitoutuu tiukasti orgaaniseen aineeseen, joten mitä enemmän järvi sisältää humusta sitä suurempi kalojen elohopeapitoisuus yleensä on. Myös veden alhaisella pH:lla on todettu olevan yhteys kalojen korkeisiin elohopeapitoisuuksiin (Verta ym. 1986a).

Vuosina 1992–1993 tutkittujen Jukkasjärven haukien keskimääräinen elohopeapitoisuus oli 0,42 mg/kg ja vaihteluväli 0,13–1,01 mg/kg (Lundstedt 1993). Vuonna 1994 tutkittujen Jukkasjärven mateiden (n = 8) keskimääräinen elohopeapitoisuus oli 0,40 mg/kg ja vaihteluväli 0,20–0,88 mg/kg (Strömberg 1995). Vaikka Jukkasjärven haukien ja mateiden keskimääräiset elohopeapitoisuudet ovat olleet alle 0,50 mg/kg, niin elohopean kertyminen kaloihin on ollut suhteellisen nopeaa. Tämä osoittaa, että alue on tai on ollut luonnontilaista korkeamman elohopeakuormituksen alaisena.

Pajalan kunta on teettänyt vuonna 1997 suppean tutkimuksen Tornionjoen lohen raskasmetallipitoisuuksista. Tutkittujen viiden lohen elohopeapitoisuudet olivat välillä < 0,02–0,03 mg/kg eli hyvin pieniä. Muiden tutkittujen raskasmetallien pitoisuudet olivat: sinkin 1,8–2,1 mg/kg, kuparin 0,24–0,72 mg/kg,

1,0 mg/kg för gädda och 0,5 mg/kg för övriga inhemska fiskarter. Även i Sverige har 1,0 mg/kg satts som gräns för saluföring av gädda.

Enligt den svenska klassificeringen (Naturvårdsverket 1999a) är kvicksilverhalterna i gädda i sex av de undersökta sjöarna mycket låga (under 0,20 mg/kg), vilket anses motsvara den naturliga bakgrundshalten. I åtta sjöar var halterna låga, 0,20–0,50 mg/kg, men i de flesta fall ändå något förhöjda jämfört med bakgrundshalten. I näringsfattiga skogssjöar med humöst (starkt färgat) vatten är det vanligt att bakgrundshalten är något högre och därför kan halter även i detta intervall vara naturliga. Vid en undersökning av 93 finska skogssjöar visades att kvicksilverhalten i fisk var högst i humusrika sjöar. I denna undersökning var den genomsnittliga kvicksilverhalten 0,53 mg/kg och varierade mellan 0,09–1,28 mg/kg i enkilosgädda. Kviksilver binds starkt vid organiskt material, vilket innebär att ju humusrikare en sjö är, desto högre är i allmänhet kvicksilverhalten i fisken. Även ett lågt pH-värde i vattnet har konstaterats ha ett samband med hög kvicksilverhalt i fisk (Verta m.fl. 1986a).

I gäddor som undersöktes i Jukkasjärvi åren 1992–1993, var den genomsnittliga kvicksilverhalten 0,42 mg/kg och variationsbredden 0,13–1,01 mg/kg (Lundstedt 1993). Den genomsnittliga kvicksilverhalten i lakar (n = 8) i Jukkasjärvi undersökta 1994 var 0,40 mg/kg och varierade mellan 0,20–0,88 mg/kg (Strömberg 1995). Även om de genomsnittliga kvicksilverhalterna i gädda och lake i Jukkasjärvi låg under 0,50 mg/kg har kvicksilvret anrikats i fisken under en relativt kort tid. Detta visar att området är eller har varit högre belastat av kvicksilver än vad som är naturligt.

Pajala kommun lät 1997 göra en undersökning av tungmetallförekomsten i lax från Torne älv. Undersökningsmaterialet omfattade fem fiskar. Kviksilverhalten i de fem undersökta laxarna var < 0,02–0,03 mg/kg, dvs. halterna var mycket låga. Halterna av övriga tungmetaller var för zink 1,8–2,1 mg/kg, koppar 0,24–0,72 mg/kg, krom 0,01–0,04 mg/kg, nickel 0,06–0,13 mg/kg, bly

Taulukko 7.20. Hauen elohopeapitoisuudet (Hg, mg/kg) Tornionjoen vesistöalueella sijaitsevilla järvissä sekä kaikkien Norrbottenissa vuosina 1992–1997 tutkittujen järvien mediaaniarvo. n = tutkittujen kalojen lukumäärä. Mittaukset on tehty hauen lihaskudoksesta ja ne on laskettu koskien 1-kilon haukea.

Tabell 7.20. Kvicksilverhalter i gädda i sjöar i Torne älvs avrinningsområde samt medianvärdet för alla de undersökta sjöarna i Norrbotten 1992–1997. n = antal undersökta fiskar. Halterna mättes i gäddornas muskelvävnad och omräknades att gälla enkilosgädda.

Järvi Sjö	Kunta Kommun	Vuosi År	Hg (mg/kg)	n
Idijärvi	Kiruna	1992	0,15	5
Niipijärvi	Kiruna	1992	0,14	5
Oksajärvi	Kiruna	1992	0,26	5
Alanen Sevujärvi	Kiruna	1992	0,15	5
Jukkasjärvi	Kiruna	1992–1993	0,42	20
Maunajaure	Kiruna	1997	0,29	5
Paittasjärvi	Kiruna	1997	0,15	5
Pilkasjärvi	Kiruna	1997	0,50	5
Ahvenjärvi	Pajala	1992	0,42	5
Kaunisjärvi	Pajala	1992	0,05	5
Pääjärvi	Pajala	1992	0,27	5
Salmijärvi	Pajala	1992	0,39	5
Valkeajärvi	Pajala	1992	0,14	5
Armasjärvi	Övertorneå	1992	0,31	4
Mediaaniarvo				
Medianvärde	Norrbotten	1992–1997	0,31	119

kromin 0,01–0,04 mg/kg, nikkelin 0,06–0,13 mg/kg, lyijyn < 0,02 mg/kg ja kadmiumin < 0,02 mg/kg. Nämä pitoisuudet ovat pieniä suositeltaviin aikuisten päivä- tai viikkoannoksiin verrattuna (Pajala kommun 1997). Tämä tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia lohien metallipitoisuuksia kuluttajan näkökulmasta. Tulokset eivät kuvasta tilaa joessa, vaan pikemminkin kalojen kasvualueilla.

Abiskojauresta on pyydetty vuodesta 1981 lähtien vuosittain elo–syyskuussa 10 nieriää (18–28 cm, 3–5 vuotiaita), joista tutkitaan paino, pituus, sukupuoli, ikä, lisääntymisaste ja kunto. Lihaksesta analysoidaan Hg ja maksasta Pb, Cd, Zn, Ni ja Cr. Aineisto on käsitelty tilastollisesti ja lyijyn osalta voidaan havaita merkittävää kasvua (5,5 % vuodessa) tähän päivään saakka, kun taas sinkkipitoisuus on vähentynyt keskimäärin 2 % vuodessa. Sen sijaan elohopean ja kadmiumin pitoisuuksissa ei näy mitään kehityssuuntaa (taulukko 7.21) (Bignert 1999).

< 0,02 mg/kg och kadmium < 0,02 mg/kg. Dessa halter är låga jämfört med det högsta tillåtna intaget som rekommenderas per dag eller vecka för vuxna (Pajala kommun 1997). Målet med denna undersökning var att ur konsumtionssynpunkt undersöka metallhalterna i lax. Resultaten ger inte en bild av tillståndet i älven utan snarare av tillståndet vid fiskens uppväxtplatser.

I Abiskojaure fångas sedan 1981 årligen i augusti–september 10 rödingar (18–28 cm, 3–5 år) som undersöks med avseende på vikt, längd, kön, ålder, reproduktionsstadium och kondition. Muskelprover analyseras på kvicksilver (Hg) och leverprover på bly (Pb), kadmium (Cd), koppar (Cu), zink (Zn), nickel (Ni) och krom (Cr). Materialet har analyserats statistiskt och för bly kan en signifikant ökning noteras (5,5 % per år) fram till i dag, medan zinkhalten har i genomsnitt minskat med 2 % per år. Kvicksilver- och kadmiumhalterna uppvisar däremot inte någon trend (tabell 7.21) (Bignert 1999).

Taulukko 7.21. Raskasmetallien keskipitoisuudet Abiskojauren nieriöissä vuosina 1981–1997.

Tabell 7.21. Medelvärde för metallhalterna i röding i Abiskojaure 1981–1997.

Metalli	Keskiarvo	95 % luottamusväli
Metall	Medelvärde	95 % konfidensintervall
Cd ¹	1,0	0,8–1,4
Pb ¹	0,03	0,025–0,036
Zn ¹	114	101–130
Hg ²	0,031	0,028–0,034

¹ maksa, mg/kg kuivapainoa / lever, mg/kg torrviik

² lihas, mg/kg märkäpainoa / muskel, mg/kg våtvikt

7.6.3 Orgaaniset ympäristömyrkyt vesiympäristössä

Orgaanisten ympäristömyrkkyjen esiintymistä Tornionjoen vesistöalueella on tutkittu huomattavasti vähemmän kuin metallien esiintymistä. Orgaanisten ympäristömyrkkyjen pitoisuuksista ei myöskään ole olemassa vastaavia luokitteluja kuin metalleille.

Orgaanisten ympäristömyrkkyjen pitoisuus vedessä

Tornionjoen Kukkolan havaintopaikalta on mitattu joidenkin orgaanisten klooriyhdisteiden pitoisuuksia vedestä vuosina 1988–1997 (taulukko 7.22). Mitatut pitoisuudet ovat hyvin pieniä, sillä ne ovat pienempiä kuin 1 nanogramma litrassa (ng/l) eli gramman miljardiosa litrassa. Maailman terveysjärjestö (WHO) on antanut vuonna 1993 suositukset eräiden torjunta-aineiden enimmäispitoisuuksiksi talousvedessä. Esimerkiksi aldrinille ja dieldriinille tämä enimmäispitoisuus on 0,03 µg/l, lindaanille ja DDT:lle 2 µg/l. Näihin raja-arvoihin verrattuna orgaanisten ympäristömyrkkyjen pitoisuudet Tornionjoessa ovat hyvin alhaisia eikä tällaisilla pitoisuuksilla ole terveydellisiä haittavaikutuksia.

Orgaanisten ympäristömyrkkyjen pitoisuudet kaloissa

Vesistöalueella on tehty joitakin kartoitustulonteisia tutkimuksia orgaanisten ympäristömyrkkyjen esiintymisestä kaloissa. Tornionjoen Kukkolan havaintopaikalta on kerätty haukinäytteitä organokloorianalyysijä varten

7.6.3 Organiska miljögifter i vattenmiljöer

Förekomsten av organiska miljögifter i Torne älvs avrinningsområde har undersökts betydligt mindre än förekomsten av metaller. Halterna av organiska miljögifter har inte heller klassificerats på motsvarande sätt som metallhalterna.

Halterna av organiska miljögifter i vattnet

Vid Kukkola mätstation i Torne älv har halterna av några organiska klorföreningar i vattnet mätts under perioden 1988–1997 (tabell 7.22). De uppmätta halterna är mycket låga, under ett nanogram per liter (ng/l), dvs. en miljarddel gram per liter. Världshälsoorganisationen (WHO) fastslog 1993 för några bekämpningsmedel de högsta tillåtna halterna i hushållsvatten. För t.ex. aldrin och dieldrin är denna halt 0,03 µg/l och för lindan och DDT 2 µg/l. Jämfört med dessa gränsvärden är halterna av organiska miljögifter i Torne älv mycket låga och de har därför inte skadliga effekter på hälsan.

Halter av organiska miljögifter i fisk

I avrinningsområdet har några undersökningar utförts för att kartlägga förekomsten av organiska miljögifter i fisk. Vid mätstationen i Kukkola i Torne älv har det under 1992, 1996 och 1997 samlats in prover på gädda för analyser av organiska klorföreningar. De uppmätta halterna av PCB- och DDT-föreningar

Taulukko 7.22. Eräiden orgaanisten klooriyhdisteiden pitoisuudet (ng/l) Tornionjoen Kukkolan havaintopaikalla vuosina 1988–1997.

Tabell 7.22. Halterna av några organiska klorföreningar (ng/l) vid Kukkola mätstation i Torne älv 1988–1997.

Yhdiste Förening	keskiarvo medelvärde	min	max	n
Aldriini				
Aldrin	0,09	0,05	0,1	8
Dieldriini				
Dieldrin	0,19	0,1	0,2	8
Lindaani				
Lindan	0,58	0,2	0,9	4
DDD	0,19	0,1	0,2	8
DDE	0,19	0,1	0,2	8
DDT	0,39	0,1	1	8
PCBs	0,9	0,5	1	5

Taulukko 7.23. PCB-, DDT-, HCH- ja HCB-yhdisteiden pitoisuuksia Tornionjoen Kukkolan haukinäytteissä vuosina 1992, 1996 ja 1997. Pitoisuudet ovat $\mu\text{g/kg}$ lihakseen tuorepainoa kohti (Lähde: Markku Korhonen, SYKE).

Tabell 7.23. Halterna av PCB-, DDT-, HCH- och HCB-föreningar i prover från gädda i Torne älv vid Kukkola, 1992, 1996 och 1997. Halterna anges i $\mu\text{g/kg}$ våtvikt i muskelvävnad (Källa: Markku Korhonen, SYKE).

Vuosi/År	PCBs	DDTs	HCHs	HCB
1992	3,9	4,7	0,8	0,2
1996	1,2	0,5	0,1	0,1
1997	0,7	0,4	0,1	0,1

PCBs = IUPAC 28, 31, 52, 101, 118, 153, 138 ja/och 180

DDTs = DDT + DDE + DDD

HCHs = alfa-, beta- ja gammaheksakloorisykloheksaani
alfa-, beta- och gammahexaklorcyklohexan

HCB = heksaklooribentseeni
hexaklorbensen

vuosina 1992, 1996 ja 1997. Havaitut PCB- ja DDT- yhdisteiden pitoisuudet ovat olleet hyvin pieniä (taulukko 7.23), kuten muissakin Suomen sisävesien haukinäytteissä, joissa PCB-pitoisuus on vaihdellut välillä 2–6 $\mu\text{g/kg}$ ja DDT-pitoisuus välillä 1–3 $\mu\text{g/kg}$. Suomen rannikkovesissä hauen PCB-pitoisuus on vaihdellut välillä 6–15 $\mu\text{g/kg}$ ja silakan 13–23 $\mu\text{g/kg}$. Vastaavasti DDT-yhdisteiden pitoisuus on vaihdellut hauessa välillä 3–8 $\mu\text{g/kg}$ ja silakassa välillä 10–24 $\mu\text{g/kg}$ (Korhonen 1999). Orgaanisten ympäristömyrkkyjen pitoisuudet ovat selvästi suurempia Itämeren rasvaisissa kaloissa kuten lohessa ja silakassa verrattuna sisävesien kaloihin. Myös rannikon hauissa pitoisuudet olivat suurempia kuin sisävesien hauissa.

har varit mycket låga (tabell 7.23), i likhet med mätresultaten från finska insjöar där PCB-halten i gädda var 2–6 $\mu\text{g/kg}$ och DDT-halten 1–3 $\mu\text{g/kg}$. I finska kustvatten har PCB-halten i gädda varit 6–15 $\mu\text{g/kg}$ och i strömming 13–23 $\mu\text{g/kg}$. Motsvarande DDT-halter i gädda var 3–8 $\mu\text{g/kg}$ och i strömming 10–24 $\mu\text{g/kg}$ (Korhonen 1999). Halterna av organiska miljögifter i fisk i Östersjön är klart högre i fet fisk, såsom lax och strömming, än i insjöfisk. Även i gäddor i kustvatten var halterna högre än i insjögäddor.

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet i Finland har under flera år undersökt de fortplantningsstörningar hos östersjölaxen som orsakas av det s.k. M74-syndromet, dvs. den överdödighet

Suomessa Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos on usean vuoden ajan seurannut Itämeren lohen lisääntymishäiriön, niin sanotun M74-oireyhtymän, esiintymistä. M74-oireyhtymä aiheuttaa lohenpoikasten kuoleman ruskuaispussivaiheessa. Tutkimuksen avulla pyritään selvittämään oireyhtymän taustaa ja syitä. Tutkimus on keskittynyt lohen ekologiaan ja ravintoon sekä organoklooriyhdisteiden osuuden selvittämiseen. Poikasten kuolleisuutta on seurattu mädin koehaudontojen avulla. Tornionjoen lohen poikasten kuolleisuus on ollut hyvin suuri vuosina 1992–1995 kuoriutuneilla poikasilla, jopa 66–84 % poikasista kuoli ruskuaispussivaiheessa. Vuonna 1998 kuoriutuneilla poikasilla kuolleisuus laski 25 %:iin, mutta nousi taas vuonna 1999 60 %:iin. Tenon lohen poikasten kuolleisuus on ollut 1990-luvulla keskimäärin alle 10 % (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 1999). (Katso myös luvut 2.5.1 Vaelluskalat ja 4.4.2 Lohi-, meritaimen- ja siikasaaliit).

Tutkimuksissa on havaittu, että M74-oireyhtymällä näyttää olevan yhteyttä dioksiinityypisten orgaanisten klooriyhdisteiden, dibentsofuraanien ja tasomaisten PCB-yhdisteiden pitoisuuksiin emokaloissa. Näillä myrkyillä näyttää olevan selvä vaikutus myös M74-oireyhtymästä kärsivien lohenpoikasten alentuneeseen B-vitamiini tiamiinin pitoisuuteen (Vuorinen ym. 1997a). Useimpien orgaanisten klooriyhdisteiden pitoisuudet ovat Itämeren lohessa moninkertaisia Tenon loheen verrattuna (Vuorinen ym. 1992, 1995, 1997b). Esimerkiksi PCB-yhdisteiden kokonaispitoisuus oli vuonna 1994 Itämeren lohessa 200 µg/kg tuorepainoa kohti, kun se Tenojoen lohessa oli vastaavana aikana 37 µg/kg (Vuorinen ym. 1997b).

Myös Perämeren mateissa on havaittu lisääntymishäiriöitä, jotka johtuvat sukurauhasten kehittymättömyydestä aikuisilla kaloilla, jotka normaalisti olisivat sukukypsiä. 1990-luvun alussa tehtyjen tutkimusten mukaan Tornion edustalla kutukyvottomien mateiden osuus oli yli 90 %, kun Tornionjoessa Pajalan korkeudella kaikki

som drabbar laxyngel under gulesäckstadiet. Med hjälp av undersökningarna försöker man utreda bakgrunden och orsakerna till syndromet. Forskningen har koncentrerats på att kartlägga laxens ekologi och föda samt vilken roll de organiska klorföreningarna kan ha. Dödligheten hos yngel har följts upp med hjälp av romkläckningsförsök. Hos yngel i Torne älv som kläckts under åren 1992–1995 var dödligheten mycket stor och då dog 66–84 % av laxynglen i gulesäckstadiet. 1998 sjönk den till 25 %, men ökade igen till 60 % under 1999. Under 1990-talet har dödligheten för yngel från Tana älv i genomsnitt varit under 10 % (Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 1999) (Se även kap. 2.5.1 Vandringsfisk och 4.4.2 Fångst av lax, havsöring och sik).

I undersökningarna har det observerats att M74-syndromet kan ha ett samband med halterna av organiska klorföreningar av dioxintyp, dibentsofuraner samt PCB-föreningar med plan molekylstruktur i föräldrafiskarna. Man har även observerat att dessa miljögifter ser ut att medföra en minskning av halten av B-vitaminet tiamin i laxyngel som drabbats av M74-syndromet (Vuorinen m.fl. 1997a). Halterna av flera organiska klorföreningar är mångfalt högre i östersjölax än i lax från Tana älv (Vuorinen m.fl. 1992, 1995, 1997b). Exempelvis 1994 uppmättes en PCB-halt på 200 µg/kg kroppsvikt i lax i Östersjön, medan halten samma år var 37 µg/kg i lax i Tana älv (Vuorinen m.fl. 1997b).

Störningar i fortplantningen har även observerats hos lake i Bottenviken. Störningarna har yttrat sig som utvecklade gonader hos könsmogna fiskar. Enligt undersökningar i början av 1990-talet utgjorde andelen lake med svagt utvecklade gonader över 90 % utanför Torneå. Som jämförelse undersöktes även lakar i Torne älv i höjd med Pajala och där hade alla fiskar normalt utvecklade gonader. Lakarna vandrar upp i Torne älv på hösten och förvintern för att leka. 80 % av de lakar som under vandringsstid fångades 10 km uppströms älvmynningen hade svagt

mateet olivat kutevia. Mateita nousee syksyllä ja alkutalvesta Tornionjokeen kutemaan, ja vaellusaikana vielä noin 10 km:n päässä rannikosta näiden kutukyvyyttömiä kalojen osuus oli 80 %. Ilmiöllä epäillään olevan yhteyttä muun muassa selluteollisuuden jätevesien sisältämiin aineisiin kuten orgaanisiin klooriyhdisteisiin tai kasviperäisiin sterooleihin (Pulliainen ym. 1999). Tornion sisä- ja ulkosaariston mateiden maksoissa dioksiinipitoisuudet olivat 1990-luvun alussa ekvivalenttipitoisuutena (TEQ) ilmaistuna 160 pg/g ja 100 pg/g. Pitoisuudet olivat selvästi kohonneita verrattuna Tornionjoessa Pajalan korkeudella olevaan pitoisuuteen, joka oli 3,7 pg/g (1 pg = 10⁻¹² g).

Nieriöistä, jotka pyydetään vuosittain Abiskojauresta (katso luku 7.6.2), analysoidaan myös orgaaniset klooriyhdisteet DDT, PCB, HCH ja HCB. Kaikkien klooriyhdisteiden pitoisuudet ovat merkitsevästi laskeneet viime vuosikymmenten kuluessa. Ajanjaksolla 1981–1997 on DDT:n pitoisuus laskenut noin 11 % vuodessa, PCB:n noin 8 %, HCH:n noin 17 % ja HCB:n noin 6 % vuodessa (taulukko 7.24) (Bignert 1999).

utvecklade gonader. Fortplantningsstörningarna har misstänkts ha ett samband med ämnen som finns i spillvatten från cellulosaindustrin, som t.ex. organiska klorföreningar samt steroler som frigörs från träråvaran. (Pulliainen m.fl. 1999). I början av 1990-talet undersöktes lever från lake som fångats i den inre och yttre skärgården utanför Torneå och dioxinhalterna uttryckta i ekvivalenthalter (TEQ) var 160 pg/g och 100 pg/g. Motsvarande halter vid Pajala i Torne älv var 3,7 pg/g i lake (1 pg = 10⁻¹² g).

De rödingar som årligen fångas i Abiskojaure (se kap. 7.6.2) analyseras även med avseende på de organiska klorföreningarna DDT, PCB, HCH och HCB. Halterna av samtliga klorföreningar har sjunkit signifikant under de senaste decennierna. Under perioden 1981–1997 har DDT-halten årligen minskat med ca 11 %, PCB med ca 8 %, HCH med ca 17 % och HCB med ca 6 % (tabell 7.24) (Bignert 1999).

Taulukko 7.24. Joidenkin orgaanisten klooriyhdisteiden pitoisuudet Abiskojauren nieriöissä vuosina 1981–1997. Pitoisuudet ovat lihaksesta mg/g rasvapainoa kohti (Bignert A. 1999).

Tabell 7.24. Halterna av några organiska klorföreningar i röding i Abiskojaure 1981–1997. Halterna gäller för fiskens muskelvävnad och anges som mg/g fettvikt (Bignert A. 1999).

Yhdiste Förening	Keskiarvo Medelvärde	95 % luottamusväli 95 % konfidensintervall	Keskipitoisuus 1997 Medelhalt 1997
PCBs	0,21	0,16–0,27	0,12
DDE*	0,041		0,015
g-HCH (Lindan)	0,006	0,003–0,011	0,002
HCB	0,022	0,018–0,027	0,015

* Hajoamistuote DDE muodostaa suurimman osan DDT:stä.

* Nedbrytningsprodukten DDE utgör största delen av DDT-föreningarna.

Yhteenvedo vesistön tilasta ja kuormituksesta

Sammanfattning av belastning och tillstånd i Torne älv

8

Tornionjoen vesistöalueen pinta-ala on 40 157 km² ja se ulottuu Norjan tunturi-alueilta Pohjois-Ruotsin ja Luoteis-Lapin kautta alavalle Perämeren rannikolle saakka. Alueen kasvillisuus ja maisema vaihtelevat alpiinisista tunturikankaista Tornionjokilaakson maatalouden muovaamaan kulttuurimaisemaan. Havumetsät ja suot hallitsevat maisemaa, ja vesistöalueen pinta-alasta on metsää 39 % ja suota 18 %. Erilaisia suojelualueita Tornionjoen vesistöalueen pinta-alasta on yhteensä 23 %. Suojelualueiden painopiste on alueen pohjoisosassa ja suojelualueilla on paljon tunturikankaita, soita ja metsänrajan tuntumassa sijaitsevia vähätuottoisia havumetsiä.

Vesistöalueen järvisyys on noin 4,6 % ja vesistöalueen suurin järvi on Tornionjoen latvoilla sijaitseva Tornionjärvi. Tornionjoki on yksi harvoja Euroopan suuria säännöstelemättömiä jokia, jolle ovat ominaista voimakkaat virtaaman vaihtelut. Veden luonnonmukainen virtaus mahdollistaa monien tulvas-ta riippuvaisten lajien esiintymisen joen rannoilla. Lisäksi Tornionjoki sivuvesistöineen on arvokas uhanalaisten Itämeren lohen ja meritaimenen lisääntymisjoki.

Tornionjoen vesistöalueella on yhteensä noin 83 400 asukasta, joista yli puolet asuu vesistöalueen alaosalla. Myös muu maankäyttö kuten maa- ja metsätalous on painottunut tälle alueelle. Tässä selvityksessä tehtiin karkea arvio eri lähteistä vesistöön tulevasta ravinnekuormituksesta sekä kuormituksen jakaantumisesta suhteessa Tornionjoen ainevirtaamaan. Laskennallisesta vesistöihin tulevasta kokonaisfosforin huuhtoumasta valtaosa, 77 %, on ns. taustakuormitusta, joka koostuu

Torne älvs avrinningsområde är 40 157 km² stort och sträcker sig från det norska fjällområdet genom norra Sverige och finska Lapplands nordvästra del ner till den låglänta kusten vid Bottenviken. Växt-ligheten och landskapet inom området växlar från alpina fjällmoar till Tornedalens kulturlandskap, som formats av jordbruket. Barrskogar och myrmarker dominerar landskapet och de utgör 39 % respektive 18 % av avrinningsområdets yta. De olika skyddade områdena utgör 23 % av ytan. De ligger till största delen i de norra delarna och omfattar mest fjällhedar, myrmarker och lågproduktiva barrskogar vid skogsgränsen.

Sjöarna utgör ca 4,6 % av hela avrinningsområdets yta och Torneträsk, som ligger i övre loppet av Torne älv, är den största sjön inom området. Torne älv är en av de få stora oreglerade älvarna i Europa och den kännetecknas av stora naturliga variationer i vattenföringen under olika årstider. Tack vare det naturliga flödet i älven förekommer vid stränderna många växtarter som är beroende av att marken tidvis ligger under vatten. Torne älv är också en värdefull fortplantningsälv för den hotade östersjölaxen och havsöringen.

Inom avrinningsområdet bor sammanlagt ca 83 400 människor, av vilka mer än hälften bor i den nedre delen av området. Här finns även huvuddelen av områdets jord- och skogsbruksmarker. I denna rapport har en grov uppskattning gjorts av hur vattendragen belastas av näringsämnen samt hur belastningen fördelar sig i förhållande till ämnestransporten i älven. Den uppskattning av totalfosforbelastningen på vattendragen som gjorts visar att ca 77 % utgörs av bakgrundsbelastning, ca 13 %

valumavesien luonnontilaisilta alueilta huuhtomista aineista. Suoraan ihmisen toiminnasta aiheutuvaksi fosforikuormitukseksi arvioitiin 13 % ja loput 10 % koostuu vesistöihin tulevasta märkäläskeumasta. Kokonaistypen osalta taustakuormituksen osuus on noin 74 %, ihmisen toiminnasta aiheutuvan kuormituksen osuus 12 % ja laskeuman 14 %.

Ihmisen toiminnasta aiheutuvan ravinnekuormituksen osuus on suurin Tornionjoen alaosalla, ja pienin Lainionjoen ja Muonionjoen osa-alueilla. Koko vesistöalue huomioon ottaen ihmisen toiminnasta aiheutuvasta fosforikuormituksesta suurin osa on peräisin maataloudesta (noin 35 %), haja-asutuksesta (noin 27 %) ja yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoilta (noin 23 %). Vastaa-vasti vesistöalueen typpikuormituksesta huomattava osa tulee jätevedenpuhdistamoilta (noin 44 %), maataloudesta (noin 39 %) ja haja-asutuksesta (noin 10 %). Sen sijaan teollisuuden, kalankasvatuksen ja turvetuotannon osuus vesistöalueen kuormituksesta on kokonaisuudessaan hyvin vähäinen, mutta paikallisesti sillä voi olla merkitystä vesistön tilan kannalta. Vesistöalueella sijaitsevat suurimmat teollisuuslaitokset eivät kuormita Tornionjokea. Tämä johtuu siitä, että niiden jätevedet johdetaan joko Kalixjoen vesistöalueelle tai Perämereen, kuten myös Haaparannan ja Tornion yhteisen jätevedenpuhdistamon jätevedet.

Koska jokivesistöihin kevättulvan aikana huuhtoutuvat ravinteet kulkeutuvat suhteellisen nopeasti mereen ennen kasvukauden alkua, niin niillä on siten vesistön rehevyydeltään kannalta pienempi merkitys kuin kesäaikana tulevalla ravinnekuormituksella. Kesällä myös ihmisen toiminnasta aiheutuvala kuormituksella on yleensä suurempi merkitys vesistöjen rehevöittäjänä kuin mikä sen osuus on vesistöihin tulevasta vuotuisesta kuormituksesta. Tornionjoessa ihmisen toiminnasta aiheutuvan kuormituksen osuus leville käyttökelpoisen fosforin ainevirtaamasta on vuositasolla noin 20 %, mutta kesäaikana jopa 39 %. Ihmisen toiminnan osuus leville käyttökelpoisen typen ainevirtaa-

härstämät från människans verksamhet och resterande 10 % kommer med nederbörden direkt i vattendragen. Av totalkvävebelastningen utgörs ca 74 % av bakgrundsbelastning, medan 12 % kommer från människans verksamhet och 14 % kommer med nedfall.

Den näringsbelastning som människan orsakar är störst i nedre delen av Torne älv och minst i delområdena Lainio älv och Muonio älv. Huvuddelen av den fosforbelastning som orsakas av människans verksamhet kommer från jordbruk (ca 35 %), glesbygd (ca 27 %) och kommunala avloppsreningsverk (ca 23 %). Största delen av motsvarande kvävebelastning i sjöar och vattendrag kommer från avloppsreningsverk (ca 44 %), jordbruk (ca 39 %) och glesbygd (ca 10 %). Utsläpp från industrier, fiskodlingar och torvproduktion utgör endast en bråkdel av den totala belastningen av Torne älv men kan ändå lokalt påverka tillståndet i älven. Det är kanske förvånande att de största industrierna i avrinningsområdet inte nämns i belastningsberäkningarna. Detta beror på att spillvattnet från industrierna avleds antingen till Kalixälvens avrinningsområde eller direkt ut i Bottenviken och det belastar således inte Torne älv. Även avloppsvattnet från det gemensamma avloppsreningsverket för Haparanda och Torneå avleds direkt ut i Bottenviken.

De närsalter som kommer ut i vattendragen vid översvämningar under snösmältningen rinner relativt snabbt ut i havet innan vegetationsperioden börjar och de har därför en liten inverkan på näringstillståndet i älven jämfört med de näringsämnen som tillförs under sommaren. Under sommaren har den belastningen i allmänhet en större eutrofierande inverkan på vattendragen än vad dess andel har av hela årets belastning. Av den totala belastning som beror på människans verksamhet är 20 % av hela årets transporterade fosfor biotillgänglig, dvs. den kan tas upp av växter. Däremot kan motsvarande andel under sommaren vara t.o.m. 39 %. Även transporten av biotillgängligt kväve som härstämmer från män-

masta (66 %) on myös selvästi suurempi kuin sen osuus vuotuisesta kokonaistypen ainevirtaamasta (12 %).

Tehdyt kuormitusarviot ovat etenkin hajakuormituksen osalta karkeita ja niihin liittyy suuria epävarmuustekijöitä. Puutteita ja eroavaisuuksia on varsinkin metsätalouden ja haja-asutuksen lähtötiedoissa, joiden perusteella kuormitusarvioita tehdään. Esimerkiksi kiinteistökohtaisia tietoja haja-asutusalueen jätevesien käsittelystä ei ollut käytettävissä. Metsätalouden osalta oli eroja eri metsätaloustoimenpiteiden tilastoinnissa maiden välillä eikä vesistöaluekohtaisia tietoja ollut saatavissa, vaan ne arvioitiin kunta- tai kuntaryhmäkohtaisista tiedoista. Yleinen ongelma maa- ja metsätalouden kuormituksen arvioinnissa on, että kuormitusarvioiden pohjana käytetyt ominaiskuormitusarvot perustuvat pääasiassa maiden etelä- ja keskiosissa tehtyihin tutkimuksiin. Laajalla vesistöalueella kuormitukseen vaikuttavat tekijät vaihtelevat alueellisesti, mutta niiden vaikutuksesta kuormitukseen ei ole olemassa riittävästi tietoa.

Tornionjoen vesistön tilaa on tarkasteltu pääasiassa veden fysikaaliskemiallisten tekijöiden perusteella. Tarkastelu perustuu molempien maiden valtakunnallisiin ja alueellisiin veden laadun seurantaohjelmiin sekä alueella toteutettujen velvoitetarkkailujen tuloksiin. Valtakunnallisten seurantaohjelmien puitteissa Tornionjoen pääuoman veden laatua seurataan yhteensä neljällä havaintopaikalla, joista Kukkolan ja Mattilan havaintopaikat sijaitsevat jokisuulla lähellä toisiaan. Näillä havaintopaikoilla seuranta on intensiivisintä. Ruotsin puolella Tornionjoen vesistön yhteistarkkailuohjelma on ollut pysähdyksissä vuodesta 1991 lähtien ja valtakunnallisen Jukkasjärven havaintopaikan seuranta lopetettiin vuonna 1995, joten arvio Ruotsin puoleisesta Tornionjoen tilasta perustuu pääosin vuosien 1974–1990 tuloksiin.

Tulosten perusteella Tornionjoen pääuoman veden laatua voidaan pitää pääosin hyvänä. Tornionjoen ja Muonionjoen latvaosat ovat kirkasvetisiä ja

niskans verksamhet är avsevärt högre (66 %) jämfört med vad dess andel är av den årliga totalkvävetransporten (12 %).

Då det gäller belastningen, och i synnerhet den diffusa belastningen, har endast en grov beräkning av dess omfattning kunnat göras på grund av osäkerheter i beräkningsunderlaget. Speciellt för skogsbrukets och glesbebyggelsens del finns brister och skillnader i de uppgifter som utgjort grunden för beräkningarna. Det saknas exempelvis tillgängliga uppgifter över hur de enskilda fastigheterna i glesbygden tar hand om sitt spillvatten. Statistikinsamlingen över olika skogsbruksåtgärder i de båda länderna har gjorts på olika sätt och det finns inte heller tillgängliga uppgifter för de olika delområdena inom avrinningsområdet. Det har därför varit nödvändigt att i denna rapport utgå från kommuner och kommungrupper och anpassa uppgifterna till avrinningsområdet. Ett allmänt problem då det gäller att uppskatta belastningen från jord- och skogsbruk är att uppskattningen baserar sig på specifika belastningsvärden som grundar sig i huvudsak på forskningsresultat från de södra och mellersta delarna av de båda länderna. Inom ett vidsträckt avrinningsområde varierar också de faktorer som påverkar belastningen regionalt, men det finns inte tillräckligt med uppgifter om hur de här faktorerna påverkar belastningen.

Tillståndet i Torne älv har i huvudsak studerats utgående från vattnets fysikalisk-kemiska egenskaper. Resultaten grundar sig på de övervakningsprogram av vattenkvaliteten som genomförts på nationell och regional nivå i de båda länderna samt på resultat från recipientkontroller inom området. Inom ramen för de nationella programmen övervakas vattenkvaliteten i Torne älvs huvudfåra vid sammanlagt fyra mätstationer, varav två mätstationer, Kukkola och Mattila, ligger nära varandra vid älvmynnningen. Vid dessa mätstationer är övervakningen intensivast. På svenska har programmet för den samordnade recipientkontrollen legat nere sedan

karuja. Könkämäeno ja Muonionjoki Muonion yläpuolelle saakka kuuluvat Suomen vesistöjen yleisen käyttökelpoisuusluokituksen mukaan luokkaan I eli erinomainen. Humus- ja ravinnepitoisuuden kohoamisesta johtuen joen alaosa kuuluu laatuluokkaan II eli hyvä. Joen alaosan rehevyystason arviointi oli vaikeaa tuloksissa havaittujen erojen vuoksi. Kesäaikaisten kokonaisfosforipitoisuuksien perusteella joen alaosa voidaan pitää joko karuna tai lievästi rehevänä vesistönä. Klorofylli-a:n pitoisuuden perusteella joen alaosa voidaan pitää karuna vesistönä. Fosfori on vesistön latvaosissa enimmäkseen tuotantoa rajoittava ravinne, mutta vesistön alaosassa usein molemmat pääravinteet tai ajoittain tyyppi rajoittavat tuotantoa. Tällaisissa vesistöissä sekä fosforin että typen kuormitusmuutokset voivat vaikuttaa levätuotantoon ja rehevyystasoon.

Joen rehevyystason arviointiin liittyvien ongelmien lisäksi Tornionjoen vesistön tilaan liittyvät ongelmat ovat lähinnä paikallisia tai alueellisia. Joidenkin Suomen puoleisten sivujokien valuma-alueilla etenkin metsätaloustoimenpiteiden, mutta myös maatalouden ja haja-asutuksen aiheuttama kuormitus on heikentänyt vesistöjen veden laatua. Tällaisia vesistöjä ovat erityisesti Ylläsjoen, Naamijoen ja Martimojoen vesistöt, joiden veden laadulle ovat ominaista korkeat rauta-, ravinne-, kiintoaine ja humuspitoisuudet. Ylläsjoen ja Martimojoen valuma-alueilla on tehty kunnostustoimenpiteitä, joiden avulla pyritään vähentämään metsäojitusten aiheuttamia haittoja. Naamijoen ja Äkäsjoen valuma-alueille on tehty kunnostusarveselvitykset.

Vuonna 1995 tehdyn järvikartoituksen perusteella suurin osa Tornionjoen vesistöalueen järvistä on puskurikyvyltään kohtuullisia tai hyviä, mutta alueelta löytyy myös järviä, joiden puskurikyky on heikko ja pH alhainen. Happamoitumisherkkiä alueita ovat osa tunturialueesta sekä Lainionjoen ja Muonionjoen välinen graniittialue. Pie-nissä jokivesissä kevättulvan aikainen pH:n ja puskurikyvyn lasku liittyy pää-

1991. I Jukkasjärvi har man följt vattenkvaliteten inom ramarna för det nationella övervakningsprogrammet men detta upphörde 1995. Därför bygger bedömningen om tillståndet i Torne älv på den svenska sidan i huvudsak på mätresultat från perioden 1974–1990.

Enligt resultaten är vattenkvaliteten i Torne älvs huvudfåra i huvudsak god. Vattnet i de övre loppen av Torne och Muonio älvar är klart och näringsfattigt. Enligt den allmänna bruksklassificeringen av vattenkvaliteten i Finland räknas Könkämäeno och Muonio älv ända till norr om Muonio till klass I, dvs. utmärkt. I nedre loppet av älven ökar både humus- och närsalthalterna i vattnet och därför räknas vattnet här till kvalitetsklass II, dvs. god. På grund av skillnaderna i mätresultaten var det svårt att uppskatta näringstillståndet i älvens nedre lopp. Bedömt utifrån totalfosforhalterna under sommaren kan älven klassificeras som antingen näringsfattig eller svagt näringsrik. Enligt klorofyll-a-halten kan älvens nedre lopp anses vara ett näringsfattigt vattendrag. Av närsalterna utgör fosfor i huvudsak den produktionsbegränsande faktorn i övre loppet av älven, medan produktionen i nedre loppet begränsas av de båda näringsämnen eller ibland enbart av kväve. Därför kan förändringar i fosfor- och kvävebelastningen i dessa vattendrag inverka på både algproduktion och näringstillstånd.

Det finns också lokala eller regionala problem som påverkar tillståndet i Torne älvs vattensystem. På den finska sidan har framför allt skogsbruket vid en del biflöden försämrat vattenkvaliteten i vattendragen liksom också belastningen från jordbruk och glesbebyggelse. Detta gäller särskilt älvarna Ylläsjoki, Naamijoki och Martimajoki, där vattnet kännetecknas av höga halter av järn, närsalter, partiklar och humus. Inom avrinningsområdena vid Ylläsjoki och Martimajoki har man försökt åtgärda de problem skogsdikningen medfört. Inom avrinningsområdena vid Naamijoki och Äkäsjoki har behovet av återställningsåtgärder utretts.

asiassa puskuroivien aineiden pitoisuu- den laimenemiseen ja orgaanisten hu- musaineiden vaikutukseen.

Veden laadun pitkän aikavälin tar- kastelussa havaittiin Abiskojoen sekä Tornionjoen yläosan ja Muonionjoen havaintopaikoilla sulfaatti- tai koko- naisriikkipitoisuuden laskua. Tämä ku- vastaa alueelle tulleen rikkilaskeuman pienenemistä ja se näkyi Muonionjoen veden laadussa myös puskurikyvyn paranemisena. Sen sijaan Abiskojoen havaintopaikalla lievä puskurikyvyn aleneminen on jatkunut, vaikka veden pH:n lasku onkin pysähtynyt 1990-lu- vulla. Tornionjoen alaosalla selvimmät samansuuntaiset muutokset näkyvät veden orgaanisen aineen pitoisuutta kuvastavissa muuttujissa. Veden värilu- ku ja kemiallinen hapen kulutus kasvoi- vat 1980-luvun puoliväliin saakka, min- kä jälkeen pitoisuudet kääntyivät las- kuun. Kokonaistypen pitoisuudet näyt- tävät myös pienentyneen 1980-luvun alusta lähtien. Näihin muutoksiin voi- vat vaikuttaa sekä hydrologisten teki- jöiden vaihtelu että valuma-alueella tehtyjen metsätaloustoimenpiteiden ajoittuminen. Sen sijaan fosfaattifosforin pitoisuus näyttää hieman kasvaneen joen alajuoksulla. Tähän voi vaikuttaa se, että ihmistoiminnasta, erityisesti maataloudesta ja asutuksesta aiheutu- va kuormitus on voinut lisääntyä jon- kin verran joen alajuoksulla.

Raskasmetallien ja orgaanisten ympäristömyrkköjen pitoisuudet Tor- nionjoen pääuomassa ovat yleisesti ot- taen alhaisia. Mattilan havaintopaikan lyijypitoisuutta lukuun ottamatta ne ylittävät harvoin kriittisen tason, jonka yläpuolella voi esiintyä haitallisia bio- logisia vaikutuksia. Myös alueen järvi- en raskasmetallipitoisuudet sekä vedes- sä että sedimentissä ovat enimmäkseen alhaisia ja tyypillisiä Pohjois-Ruotsin järvien tasoon verrattuna. Poikkeuksen tästä muodostaa Luossajoen vesistöalu- eella sijaitseva Ala-Lombolajärvi, jon- ka sedimentissä on havaittu erittäin korkeita elohopean ja kohonneita mui- den metallien sekä PCB:n pitoisuuksia. Syynä Ala-Lombolon korkeisiin eloho- peapitoisuuksiin on ollut todennäköi-

Enligt den sjöinventering som gjor- des 1995 är buffertkapaciteten i de fles- ta sjöarna i Torne älvs avrinningsområ- de måttlig eller god, men det finns även sjöar med svag buffertkapacitet och lågt pH-värde. Områden som är känsliga för försurning är delar av fjällområdet samt det granitområde som ligger mellan Lainio och Muonio älvar. I små vat- tendrag sjunker pH och buffertkapaci- teten under vårflödet, vilket huvud- sakligen beror på att halten ämnen som påverkar buffertkapaciteten sjunker och att halten organiska humusämnen ökar.

Observationer av vattenkvalite- ten gjorda under en längre tidsperiod visade att halten sulfat eller totalsvavel sjunkit vid mätstationerna i Abisko- jåkka samt i övre loppet av Torne älv och Muonio älv. Detta visar att svavelned- fallet minskat inom området, vilket påverkat vattenkvaliteten i Muonio älv där vattnets buffertkapacitet förbät- rats. Däremot har buffertkapaciteten fortsatt att sjunka något vid mätstatio- nen vid Abisko- jåkka trots att pH inte sjunkit sedan 1990-talet. I nedre loppet av Torne älv är de tydligaste förändring- arna förknippade med de variabler som återger halten organiskt material i vatt- net. Vattnets färgtal och kemiska syre- förbrukning ökade fram till mitten av 1980-talet, varefter dessa värden börja- de sjunka. Sedan början av 1980-talet har även totalkvävehalten sjunkit. De här förändringarna kan bero dels på att de hydrologiska faktorerna förändrats, dels på tidpunkten för när skogsbruks- åtgärder utförts inom avrinningsområ- det. Däremot verkar det som om fosfat- fosforhalten skulle ha ökat något i äl- vens nedre delar. Detta kan bero på att den antropogena belastningen, främst jordbruk och bebyggelse, kan ha ökat något i denna del av älven.

Halten av både tungmetaller och organiska miljögifter i Torne älvs hu- vudfåra är generellt låg. Med undantag av blyhalterna vid mätstationen i Mat- tila överstiger halterna sällan den kri- tiska nivån, vid vilken skadliga biolo- giska verkningar kan uppträda. Halten tungmetaller både i vattnet och i sedi- menten i området sjöar är överlag låg

sesti Kiirunan kaupungin jätevesien johtaminen järveen vuoteen 1967 saakka, mitä kautta elohopeaa on tullut sekä hammashuollosta että LKAB:n laboratorion. Luossajoki laskee Tornionjokeen Jukkasjärven yläpuolella. Jukkasjärven hauissa ja mateissa elohopean kertyminen on ollut suhteellisen nopeaa, vaikka pitoisuudet eivät ylitä haitallista tasoa. Orgaanisten ympäristömyrkköjen pitoisuudet Kukkolan kosken hauissa ja Abiskojauren nieriöissä ovat olleet hyvin pieniä, ja pitoisuudet nieriöissä ovat laskeneet merkittävästi viime vuosikymmenten aikana.

Tässä yhteydessä ei ole tehty tarkempaa arviota Tornionjoen vesistön tilasta joen rakenteellisten ominaisuuksien perusteella. Joen pääuomaa voidaan kuitenkin pitää hydrologis-morfologisen tilan osalta melko luonnontilaisena, sillä pääuoman uittoperkaukset ovat olleet vähäisiä ja virtauksen määrää ja dynamiikka noudattelevat luonnontilasta rytmiä. Rantasuojauksia ja tulvapenkereitä on tehty ainoastaan joen Suomen puoleisella osalla ja niiden yhteenlaskettu pituus on 2,4 % pääuoman pituudesta. Sen sijaan Tornionjoen sivuvesiä on perattu yleisesti uittoa varten sekä Suomen että Ruotsin puolella. Koskien uittoperkaukset ovat heikentäneet virtakutuisten kalojen elinolosuhteita. Suomen puolella muutamien sivujokien valuma-alueilla tehdyt laajat metsäojitukset ovat lisänneet valuntaa ja heikentäneet veden laatua. Uiton jälkeisiä kunnostustöitä on tehty jo 1970-luvulla, mutta tuolloin ei useinkaan otettu riittävästi huomioon jokien kalataloudellista kehittämistä. 1990-luvulla on toteutettu kalataloudellisia kunnostuksia tai laadittu kunnostussuunnitelmia tärkeimmille Tornion-Muonionjoen sivujoille. Näillä toimenpiteillä on pyritty parantamaan etenkin meritaimenen, mutta myös muiden virtakutuisten kalojen lisääntymis- ja elinolosuhteita.

Tornionjoen lohikannan heikkoon tilaan johtaneet syyt ovat suurimmaksi osaksi alueen ulkopuolella. Rannikon ja Itämeren kova kalastuspaine on vähentänyt jokeen kudulle nousevien kalo-

ja ligger på samma nivå som i sjöarna i norra Sverige. Ett undantag är sjön Ala Lombolo i Luossajokis avrinningsområde, där sedimentet innehåller mycket höga halter av kvicksilver och förhöjda halter av andra metaller samt PCB. En orsak till de höga kvicksilverhalterna är sannolikt det spillvatten som letts ut i sjön från Kiruna stad fram till år 1967 och som innehöll kvicksilver dels från folktandvården dels från LKAB:s laboratorium. Luossajoki rinner ut i Torne älv ovanför Jukkasjärvi och här har en anrikning av kvicksilver i gädda och lake skett relativt snabbt men halterna överstiger inte skadliga nivåer. Halten organiska miljögifter i gädda i Kukkolaforsen och i röding i Abiskojaure har varit mycket låg. Under de senaste decennierna har halten i röding i Abiskojaure sjunkit betydligt.

I detta sammanhang har inte någon noggrannare bedömning gjorts av tillståndet i Torne älv utgående från älvens fysikaliska egenskaper. Älvens huvudfåra kan dock ur hydrologisk-morfologisk synpunkt sett anses vara i nästan ursprungligt tillstånd. Eftersom rensningarna av huvudfåran under flottningsepoken har varit obetydliga följer vattenföringen och dynamiken i älven den naturliga rytmen. Endast på den finska sidan har erosionsskydd och vallar byggts längs älvstranden på en sträcka vars sammanlagda längd är 2,4 % av huvudfårans längd. Både i Sverige och i Finland är det dock vanligt att biflödena till Torne älv har rensats för flottningen. Rensningarna av forsarna har försämrat levnadsförhållandena för de fiskar som leker i dessa miljöer. På den finska sidan har omfattande skogsdikningar inom några av biflödenas avrinningsområden ökat flödet och därmed försämrat vattenkvaliteten. Efter det att flottningen upphört har man försökt återställa forsarna i ursprungligt skick. Detta återställningsarbete inleddes redan på 1970-talet, men då beaktades inte förutsättningarna för en återställd fiskproduktion i älvarna i tillräckligt hög grad. Under 1990-talet har återställningsarbeten utförts eller planerats för att förbättra framför allt havsöringens

jen määrää 1940-luvulta lähtien. Lisäksi 1990-luvulla Itämeren lohessa esiintynyt lisääntymishäiriö, M74-oireyhtymä, on vähentänyt lohen poikastuotantoa. M74-oireyhtymällä on havaittu olevan yhteyttä emokaloista mitattuihin orgaanisten klooriyhdisteiden pitoisuuksiin, johon vaikuttavat näiden myrkkujen pitoisuudet Itämeressä. 1990-luvun puolivälissä kalastuksen säätelyä merellä ja rannikkoalueella tiukennettiin, minkä johdosta lohen saalismäärät joissa ovat kasvaneeet. Elinvoimaisen lohi- ja meritaimenkannan saavuttamisessa kalastuksen säätely on avainasemassa, ja kantojen elpyminen mahdollistaisi kalastusmatkailun huomattavan lisääntymisen Tornionjokilaaksossa.

Suomen puolella heikentyneitä lohen ja meritaimenen kantoja on pyritty elvyttämään istutusten avulla, mutta Ruotsin puolella istutuksiin suhtaudutaan nykyään pidättyvästi, koska katsotaan, että niillä saattaa olla kielteisiä geneettisiä vaikutuksia kantoihin. Tornionjoen lohi- ja meritaimenkantojen tilan kehitystä seurataan molemmissa maissa vuosittain tehtävien koekalastusten ja muiden tutkimusten avulla. Tehdyt tutkimukset ovat suurelta osin samanlaisia sekä Suomen että Ruotsin puolella, mutta joissakin tapauksissa tutkimusten laajuus ja saalistusykselyjen osalta myös menetelmät ovat erilaisia, mikä voi aiheuttaa ongelmia tulosten arvioinnissa.

men också andra fiskars fortplantning och levnadsförhållanden i de viktigaste biflödena i Torne-Muonioälv.

Minskningen av laxbeståndet i Torne älv beror till största delen på förändringar som skett utanför avrinningsområdet. Det hårda fisketrycket både vid Bottenvikskusten och i Östersjön har sedan 1940-talet påverkat bestånden och minskat mängden fisk som söker sig till älvarna för att leka. Den störning i fortplantningen som förekommit hos östersjöloxen under 1990-talet, det s.k. M74-syndromet, har även minskat yngelproduktionen. Detta syndrom har visat sig ha ett samband med halten organiska klorföreningar hos lekmogna fiskar som utsätts för dessa gifter i Östersjön. I mitten av 1990-talet skärptes fiskebegränsningarna i havet och vid kusten, vilket har lett till att laxfångsten i älven har ökat. Regleringen av fisket är en grundförutsättning för att lax- och havsöringsbestånden ska kunna bli livskraftiga. En ökning av fiskbestånden skulle också medföra en ökning av fisketurismen i Tornedalen.

I Finland har man försökt förstärka de försvagade bestånden av lax och havsöring med hjälp av utplanteringar medan man i Sverige nuförtiden förhåller sig mera reserverat till detta eftersom de anses ha en negativ genetisk inverkan på bestånden. För att följa utvecklingen hos lax- och havsöringbestånden i Torne älv följs tillståndet hos dessa därför årligen upp med hjälp av provfiske och andra undersökningar i de båda länderna. Övervakningen är i stort sett likadan i Sverige och Finland. Skillnader finns i vissa fall i övervakningens omfattning och även fångst-enkäterna har gjorts på olika sätt i de båda länderna, vilket kan orsaka svårigheter vid tolkningen av resultaten.

9.1 Puutteet nykyisessä seurannassa

Suurimmat ongelmat Tornionjoen vesistön tilan arvioinnin kannalta liittyvät joen ekologisen tilan ja rehevyytilan arviointiin. Molempien maiden nykyisissä seurantaohjelmissa on keskitytty ensisijaisesti veden kemiallisen laadun seurantaan. Kemialliset muuttujat antavat kuitenkin vain rajoittunutta ja epäsuoraa tietoa joen ekologisesta tilasta. Emme esimerkiksi saa tietoa siitä, kuinka tehdyt uittoperkaukset tai muu vesiympäristön fyysinen muokkaus vaikuttavat vesiekosysteemiin. Myös joen rehevyytilan arviointi pelkästään kemiallisten muuttujien perusteella on puutteellista.

Sekä Suomessa että Ruotsissa kaikella ympäristöä kuormittavalla luvanvaraisella toiminnalla on velvollisuus niin sanotun velvoitetarkkailun avulla seurata kuormituksen vaikutuksia. Tornionjoen vesistöalueen nykyisten vesistötarkkailuohjelmien puutteena on mm. se, että näytteitä otetaan vain 2 tai 3 kertaa vuodessa ja näytteistä analysoidaan ainoastaan vähäinen määrä muuttujia. Tämä ei anna riittävän selvää kuvaa kuormituksen vesistövaikutuksista. Ruotsin puolella vesistön yhteistarkkailuohjelmaa ei ole myöskään toteutettu kokonaisuudessaan 1990-luvun alun jälkeen. Näiden ongelmien lisäksi maa- ja metsätalouden ominaiskuormituksen suuruudesta Pohjois-Suomessa ja -Ruotsissa on olemassa hyvin vähän tietoa. Myös haja-asutuksen kuormituksen arvioinnissa on puutteita, jotka johtuvat mm. siitä, että yksittäisten talouksien jätevesien käsitteilymenetelmistä ei ole olemassa riittä-

9.1 Brister i nuvarande övervakning

De största svårigheterna vid bedömningen av tillståndet i Torne älv hör samman med möjligheterna att kunna uppskatta det ekologiska tillståndet och eutrofieringsgraden i älven. Befintliga övervakningsprogram i både Finland och Sverige har i första hand inriktats på de vattenkemiska variablerna. Dessa kan dock endast ge en begränsad och indirekt information om det ekologiska tillståndet i älven. Vi får exempelvis ingen information om i vilken utsträckning utförda flottledsrensningar och andra fysiska ingrepp i vattenmiljön påverkar vattenekosystemet. Det är inte heller tillfredsställande att bedöma eutrofieringsgraden i älven enbart utifrån kemiska faktorer.

I både Finland och Sverige gäller för tillståndspliktig verksamhet, som belastar miljön, att effekterna av belastningen ska följas upp genom s.k. recipientkontroll. Bristen i nuvarande recipientkontroll i Torne älvs vattensystem är bl.a. att prov tas endast två eller tre gånger per år med ett begränsat antal variabler, vilket inte kan ge en tillräckligt klar bild av vilken påverkan verksamheten har på vattendraget. Det svenska programmet för samordnad recipientkontroll har dessutom inte utförts i sin helhet sedan början av 1990-talet. Förutom dessa problem saknas som tidigare nämnts information om den specifika belastningen från jord- och skogsbruk i norra Finland och Sverige. Det finns även brister i beräkningarna av belastningen från glesbygd vilket bl.a. beror på otillräcklig information om hur de enskilda hushållen omhändertar sitt spillvatten. Alla dessa

västi tietoa. Kaikki nämä ongelmat vaikeuttavat kuormituksen vesistövaikutusten arviointia.

Vesistöjen happamoituminen ei ole nykyään Tornionjoen vesistöalueella varsinainen ongelma, ja nykyiset koko maan kattavat seurannat antavat hyvän kuvan tilanteesta yleisellä tasolla. Happamoitumisen seuranta tulee kuitenkin jatkaa myös tulevaisuudessa. Koska vesistöalueella on joitakin happamoitumisherkkiä alueita, tulee seurantaohjelmaa täydentää näiden alueiden pienten järvien ja jokien seurannalla. Sen sijaan haitallisten aineiden seurannassa on vielä runsaasti kehittämistarvetta. Nykyisissä seurantaohjelmissa seurataan raskasmetallien ja eräiden orgaanisten ympäristömyrkyjen pitoisuuksia ilmassa, vedessä ja kaloissa muutamilla havaintopaikoilla. Tiedot monien teollisuuden käyttämien tai valmistamien haitallisten aineiden sekä yksittäisten ihmisten kuluttamien aineiden päästöistä ja leviämisestä ovat puutteellisia samoin kuin tiedot näiden aineiden pitoisuuksista ympäristössä.

Tulevaisuudessa seurantojen kehittämiseen vaikuttaa suuressa määrin joulukuussa 2000 voimaan tullut Euroopan unionin vesipuitedirektiivi. Direktiivi edellyttää pintavesien ekologisen tilan luokittelua ensisijaisesti biologisten muuttujien, mutta myös niitä tukevien hydrologis-morfologisten tekijöiden ja veden laadun fysikaalis-kemiallisten muuttujien perusteella. Lisäksi direktiivissä on esitetty joukko haitallisia prioriteettiaineita, joiden pitoisuuksia tulee seurata säännöllisesti. Tämä edellyttää nykyisten seuranta- ja tarkkailuohjelmien uudistamista ja kehittämistä sekä yhteistyötä niiden kehittämisestä vastaavien tahojen välillä sekä Suomessa että Ruotsissa.

9.2 Seurannan tavoitteet

Näiden taustatekijöiden pohjalta arviointuna Tornionjoen vesistön tilan seurantojen ja velvoitetarkkailujen kehittämisen lähtökohtana tulee olla veden

problem försvårar bedömningen av belastningens inverkan på tillståndet i älven.

Försurning av sjöar och vattendrag är i dag inte något överhängande problem inom Torne älvs avrinningsområde och nuvarande rikstäckande övervakning ger en bra bild av situationen generellt sett. Det är angeläget att dessa undersökningar utförs även i framtiden. Men eftersom det finns en del försurningskänsliga områden i avrinningsområdet bör övervakningen kompletteras med provtagning av små sjöar och vattendrag i dessa känsliga områden. När det gäller övervakning av skadliga ämnen, t.ex. miljögifter, finns ett stort behov av att utveckla nuvarande övervakning. Denna omfattar i dag endast uppföljning av halterna av några tungmetaller samt enstaka organiska miljögifter i luft, vatten samt fisk och utförs endast vid ett fåtal mätstationer. Kunskapen om utsläpp och spridning av många skadliga ämnen som produceras eller används i industrin eller som förbrukas av enskilda människor är bristfällig liksom också halterna av dessa ämnen i miljön.

I framtiden kommer EU:s ramdirektiv för vatten, som trädde i kraft i december 2000, att i hög grad påverka utvecklingen av övervakningen. Enligt direktivet ska det ekologiska tillståndet i ytvatten klassificeras huvudsakligen med hjälp av biologiska variabler, men också med hydrologisk-morfologiska faktorer samt fysikalisk-kemiska variabler i vattenkvaliteten. I direktivet fastställs dessutom en grupp skadliga prioriterade ämnen, vars halter måste följas upp. Detta innebär att nuvarande program för övervakning och recipientkontroll måste omarbetas och utvecklas samt att samarbete måste etableras mellan ansvariga instanser i både Finland och Sverige.

9.2 Mål för övervakningen

Med beaktande av dessa bakgrundsfaktorer bör utgångspunkten för övervakning och kontroll av tillståndet i Torne

laadun riittävän laaja perusseuranta täydennettynä säännöllisellä biologisella seurannalla. Seurannan tavoitteena tulee olla, että sen avulla saadaan tietoa sekä luonnollisten pitkäaikaismuutosten että laaja-alaisten ihmistoimintojen aiheuttamien muutosten kuten happamoitumisen arvioimiseksi. Lisäksi seurannan tulee antaa kuva pistemäisten kuormituslähteiden lisäksi myös haja-kuormituksen kuten maa- ja metsätalouden vaikutuksista. Haitallisten aineiden kartoituksia ja seurantaa tulee kehittää pohjoismaisena yhteistyönä.

Seurannan tavoitteena tulee olla, että sen avulla saadaan selville ainevirtaama ja kuormitus joka osavalueella sekä kokonaisainevirtaama pääjoessa. Tulosten tulisi myös antaa pohjaa ympäristönsuojelutoimenpiteiden arvioinnille, suunnittelulle ja toteutukselle.

9.3 Ehdotukset seurannan kehittämiseksi

Kuormituksen arviointi-, tilastointi- ja seurantamenetelmiä tulee kehittää yhteistyössä toiminnanharjoittajien, alueen kuntien ja ympäristölupien valvonnan vastaavien viranomaisten välillä. Hajakuormituksen arvioinnin tarkentamiseksi tarvittaisiin tietoa etenkin maa- ja metsätalouden ominaiskuormituksesta Lapin ja Norrbottenin läänissä eri tyyppisillä alueilla, mikä vaatii laajaa kehitystyötä. Tornionjoen vesistöalueella tulisi myös tehdä inventointi yleisen viemäroinnin ulkopuolella olevien yksittäisten talouksien jätevesien käsittelymenetelmistä.

• • •

Tornionjoen vesistöalueelle tulee laatia yhteensovitettu vesistön velvoitetarkkailuohjelma, joka koskee kaikkea vesistöä kuormittavaa toimintaa sekä Suomen että Ruotsin puolella. Tarkkailuohjelman laadinnan yhteydessä vesistöaluetta tulee tarkastella kokonaisuutena, ja seurannan avulla tulee pystyä tekemään kokonaisarvio vesistöä kuor-

älv vara en grundläggande vattenkemisk övervakning som kompletteras med en regelbunden biologisk övervakning. Målet för övervakningen bör vara att den ska ge information som möjliggör bedömningar av långsiktiga naturliga förändringar av miljön men även ge en möjlighet att upptäcka storskaliga antropogena förändringar, som exempelvis försurning. Dessutom bör övervakningen ge en bild av de enskilda punktkällornas påverkan på vattendraget samt hur den diffusa belastningen från t.ex. jord- och skogsbruk påverkar tillståndet. Kartläggning och övervakning av skadliga ämnen måste utvecklas genom nordiskt samarbete.

Den framtida övervakningen bör också ha som mål att åskådliggöra ämnestransporten och belastningen inom varje delavrinningsområde samt den sammanlagda transporten i huvudvattendraget. Resultaten ska ge underlag för utvärdering, planering och utförande av miljöskyddsåtgärder.

9.3 Förslag till hur övervakningen bör utvecklas

Metoderna för bedömning, statistikföring och uppföljning av belastningen inom området bör utvecklas i samarbete mellan verksamhetsutövare, ansvariga myndigheter i kommuner och de myndigheter som ansvarar för övervakningen av miljötillståndet. För att kunna precisera bedömningen av den diffusa belastningen behövs information om hur den specifika belastningen från jord- och skogsbruket inom olika områden påverkar vattendragen i Lapplands och Norrbottens län, vilket kräver en omfattande utvecklingsverksamhet. Inom Torne älvs avrinningsområde bör också en inventering utföras av hur de enskilda hushåll som inte är anslutna till det kommunala avloppssystemet tar hand om sitt spillvatten.

• • •

mittavien tekijöiden vaikutuksista. Ruotsin puolella on perustettu Kalix-, Tornion- ja Muonionjokien sekä Könkämäenon yhteinen vesiensuojeluyhdistys. Vesiensuojeluyhdistys toimii vesistöalueella sijaitsevien eri toiminnanharjoittajien yhteistyöelimenä vesistötarkkailuohjelman uudistamisessa ja toteutuksessa.

• • •

Myös molempien maiden ylläpitämiä valtakunnallisia ja alueellisia veden laadun seurantaohjelmia tulee sovittaa yhteen sekä toistensa että velvoitetarkkailuohjelman kanssa. Tämä edellyttää yhteistyötä sekä valtakunnallisista että alueellisista seurannoista vastaavien viranomaisten ja tutkimuslaitosten välillä. Erityisesti tulee harkita, onko tarkoituksenmukaista seurata joen tilaa ja mereen kuljettamia ainemääriä joen alajuoksulla lähekkäin sijaitsevilla Kukkolan ja Mattilan havaintopaikoilla.

• • •

Sekä vesistön velvoitetarkkailun että muun veden laadun seurannan tulee olla kustannustehokasta, mutta samalla antaa silti riittävän hyvä kuva kuormituksen vaikutuksista. Seuranta voidaan esimerkiksi jakaa havaintopaikkojen määrän ja analyysivalikoiman osalta kevyemmän ja intensiivisemmän seurannan vuosiin. Vesistön tilan arvioinnissa ja raportoinnissa tulee hyödyntää molempien maiden kaikkien seurantojen tulokset. Tämä edellyttää tietojen vaihdon tehostamista viranomaisten, tutkimuslaitosten, toiminnanharjoittajien ja velvoitetarkkailujen toteuttamisesta vastaavien tahojen välillä.

• • •

On hyvin tärkeää, että seuranta on kaikilta osin luotettavaa ja laadukasta. Tämä koskee sekä ohjelman suunnittelua, näytteenottoa, näytteiden käsittelyä ja kuljetusta, näytteiden analysointia sekä tulosten käsittelyä ja raportoin-

Ett samordnat recipientkontrollprogram som omfattar samtliga verksamheter som belastar vattendragen på finsk och svensk sida bör utarbetas för Torne älvs vattendrag. När programmet utarbetas bör avrinningsområdet betraktas i sin helhet, och genom övervakningen skall en sammanlagd bedömning av påverkan från olika slags belastande verksamheter kunna göras. På svensk sida har ett vattenvårdsförbund bildats som omfattar Kalix, Torne, Muonio och Könkämäeno älvar. Inom avrinningsområdet verkar vattenvårdsförbundet som ett samarbetsorgan för olika verksamhetsutövare då recipientkontrollen utarbetas och genomförs.

• • •

Både de nationella och de regionala övervakningsprogrammen av vattenkvaliteten i de båda länderna bör samordnas med varandra och med recipientkontrollprogrammen. Detta förutsätter ett samarbete mellan de myndigheter och de forskningsinstitut som ansvarar för övervakningen både på nationell och regional nivå. Man bör särskilt överväga om det är ändamålsenligt att tillståndet i älven och ämnestransporten till havet följs upp vid mätstationerna vid både Kukkola och Mattila eftersom de ligger nära varandra vid älvens nedre lopp.

• • •

Både recipientkontroll och övrig övervakning av vattenkvalitet bör vara kostnadseffektiv, men samtidigt kunna ge tillräckligt bra bild av belastningens påverkan. Övervakningen kan exempelvis avdelas till "lättare" och intensivare år med avseende på antal mätstationer och analyserade variabler. Vid utvärdering och rapportering av vattenkvalitet bör samtliga resultat från övervakningen i de båda länderna utnyttjas. Detta förutsätter en effektivisering av utbytet av information mellan myndigheter, forskningsinstitut och de som ansvarar för recipientkontrollprogrammen.

• • •

tia. Näytteiden otosta ja analysoinnista vastaavien laitosten tai konsulttien tulee osoittaa pätevyytensä ko. tehtäviin. Suomessa tämä tarkoittaa sitä, että laboratorioden tulee olla akkreditoituja tai julkisen valvonnan alaisia, Ruotsissa niiden tulee olla Swedacin akkreditioimia.

• • •

Sekä velvoitetarkkailuohjelmissa että seurantaohjelmissa tulee entistä paremmin ottaa huomioon joen ekologisen tilan arviointi. Tämä tarkoittaa, että biologista seuranta tulee lisätä. Jokivesissä ekologisen tilan arvioinnin kannalta keskeisiä biologisia muuttajia ovat esim. pohjassa kasvavat levät, pohjaeläimet ja kalat, jotka on mainittu myös EU:n vesipolitiikan puitteiden direktiivissä. Ennen biologisen seurantaohjelman laatimista tulee tehdä perusselvitys Tornionjoen vesistön ekologisesta tilasta.

• • •

Haitallisten aineiden seurannan kehittämiseksi molemmissa maissa tulee ensin tehdä kartoituksia kaikkein haitallisimpien aineiden päästöistä ja pitoisuuksista ympäristössä. Ensisijaisesti seurantaan otettavia uusia aineita ovat vesipuitteiden direktiivin prioriteettiaineet. Viranomaisten toteuttamassa seurannassa monien haitallisten aineiden osalta voisi peruskartoitusten jälkeen riittää muutaman vuoden välein tehtävä kartoitus, joka voitaisiin tehdä pohjoismaisena yhteistyönä. Tällöin tulisi kartoittaa aineiden pitoisuuksia erityisesti sedimentissä ja vesieliöissä. Aineiden vaikutustutkimukset edellyttävät erillisselvityksiä tai kokeellisia tutkimuksia, joita ei voida toteuttaa jatkuvien seurantaohjelmien puitteissa. Velvoitetarkkailuohjelmissa ympäristömyrkyjen seuranta tulee keskittää tällaista kuormitusta aiheuttavan toiminnan läheisyyteen tai toteuttaa toimialakohtaisina yhteistarkkailuina.

• • •

Det är mycket viktigt att övervakningen till alla delar är tillförlitlig och högklassig. Detta gäller såväl planering av program, provtagning, behandling och transport av prov som analys av prov samt behandling och rapportering av resultaten. De institut eller konsulter som ansvarar för provtagning och analys av prover bör vara kvalificerade att utföra dessa uppgifter. I Finland betyder det här att dessa laboratorier bör vara ackrediterade eller stå under myndigheternas överinseende, i Sverige att de är ackrediterade av SWEDAC.

• • •

Både vid recipientkontroll och i övervakningsprogram bör det ekologiska tillståndet i älven beaktas bättre än tidigare. Detta innebär att den biologiska övervakningen måste utökas. Centrala biologiska variabler med vars hjälp det ekologiska tillståndet i älvar kan bedömas är t.ex. påväxtalger samt förekomst av fiskar och bottenlevande djur. Dessa variabler ingår också i EU:s vattendirektiv. Innan det biologiska övervakningsprogrammet slutligen utarbetas bör en grundutredning av det ekologiska tillståndet i Torne älvs vattensystem utföras.

• • •

Vid utvecklingen av övervakningen av skadliga ämnen bör en kartläggning av halter och utsläpp av de ämnen som kan medföra mest skada göras först. De nya ämnen som företrädesvis bör ingå i övervakningen är de prioriterade ämnena i vattendirektivets lista. I den övervakning som ligger inom myndigheternas ansvar kan det vara tillräckligt om man efter en initial grundkartering utför analyser med några års mellanrum, vilket skulle kunna göras som ett nordiskt samarbete. Vid dessa tillfällen bör kartläggningen inriktas på halter av skadliga ämnen speciellt i sediment och vattenorganismer. För att utreda effekterna av dessa ämnens förekomst i miljön måste separatutredningar eller experiment utföras, vilket är en uppgift som inte kan genomföras inom löpande övervakningsprogram

1990-luvulla kalaston tilan seurannassa on keskitytty lohi- ja meritaimenkantojen tilan seurantaan. Lohi- ja meritaimenkantojen vahvistamiseksi näitä seurantoja tulee jatkaa ja kehittää yhteistyössä molempien maiden kalaston tilan seurannoista vastaavien tahojen kanssa. Tällä tavoin saadaan luotettavaa tietoa lohi- ja meritaimenkantojen tilasta ja niihin vaikuttavista tekijöistä. Joen kalaston tilan kokonaisvaltainen arviointi edellyttää myös muiden kalalajien säännöllistä seuranta. Lisäksi näiden tutkimusten tulokset tulee ottaa huomioon kalastusta koskevassa päätöksenteossa.

utan som mer är en uppgift för forskningen. Inom recipientkontrollprogrammen bör övervakningen av miljögifter koncentreras till områden där sådan verksamhet som belastar miljön bedrivs eller det bör utföras som samordnat kontrollprogram som gäller olika branscher.

• • •

Under 1990-talet har övervakningen av fiskbestånden främst varit inriktad på lax och havsöring. För att stärka lax- och havsöringsbestånden bör denna övervakning fortsätta och utvecklas i samarbete med ansvariga sektorer i respektive land. På så sätt kan man få tillförlitliga och jämförbara uppgifter om situationen för lax- och havsöringsbestånden och om de faktorer som dessa påverkas av. En övergripande bedömning av hela fiskbeståndet i älven förutsätter också regelbunden övervakning av övriga fiskarter. Dessutom bör resultaten av dessa undersökningar beaktas när det fattas beslut som berör fisket.

Liite I. Tässä raportissa käytettyjen vedenlaatumuuttujien nimet sekä kuvien ja taulukoiden yhteydessä käytetyt lyhenteet.

Bilaga I. Namn och förkortningar på de vattenkvalitetsvariabler som används i figurer och tabeller i denna rapport.

Vedenlaatumuuttuja Vattenkvalitetsvariabel		
Suomalainen nimi Finskt namn	Ruotsalainen nimi Svenskt namn	Lyhenne Förkortning
Lämpötila	Temperatur	Lt (suomi/finska) Temp (ruotsi/svenska)
Näkösyvyys	Siktdjup	NS (suomi/finska) SD (ruotsi/svenska)
Alkaliniteetti	Alkalinitet	Alk
Asiditeetti	Aciditet	Acid
pH	pH	pH
Sähkönjohtavuus	Konduktivitet eller elektrisk ledningsförmåga	Sähk (suomi/finska) Kond (ruotsi/svenska)
Happi	Syre	O ₂
Hapen kyllästysaste	Syrets mättnadsgrad	O ₂ %
Biokemiallinen hapen kulutus	Biologisk syreförbrukning	BOD ₇
Kemiallinen hapen kulutus	Kemisk syreförbrukning	COD _{Mn}
Orgaaninen kokonaishiili	Totalt organiskt kol	TOC
Absorbanssi suodattamaton	Absorbans ofiltrerat	Abs 420 OF
Absorbanssi suodatettu	Absorbans filtrerat	Abs 420 F
Klorofylli-a	Klorofyll-a	Chl-a
Väriluku	Färgtal	Väri (suomi/finska) Färg (ruotsi/svenska)
Sameus	Turbiditet (grumlighet)	Sam (suomi/finska) Turb (ruotsi/svenska)
Kiintoaine	Suspenderat material	KA (suomi/finska) Susp (ruotsi/svenska)
Kokonaisfosfori	Totalfosfor	TP
Fosfaattifosfori	Fosfatfosfor	PO ₄ -P
Kokonaistyppe	Totalkväve	TN
Ammoniumtyppe	Ammoniumkväve	NH ₄ -N
Nitriitti + nitraattityppe	Nitrit + nitratkväve	NO ₂ - + NO ₃ -N
Lämpökestoiset kolimuotoiset bakteerit	Värmebeständiga koliforma bakterier (44°C)	KB44
Fekaaliset enterokokit	Fekala enterokocker (35°C)	FS35
Kalsium	Kalcium	Ca
Magnesium	Magnesium	Mg
Natrium	Natrium	Na
Kalium	Kalium	K
Emäskationit (Ca + Mg + Na + K)	Baskatjoner (Ca + Mg + Na + K)	BC
Orgaaninen anioni	Organiska anjoner	OAN
Pii	Kisel	Si
Piidioksidi	Kiseldioxid	SiO ₂
Sulfaatti	Sulfat	SO ₄
Kokonaisrikki	Totalsvavel	TS
Kloridi	Klorid	Cl
Fluori	Flour	F

Vedenlaatumuuttuja Vattenkvalitetsvariabel		
Suomalainen nimi Finskt namn	Ruotsalainen nimi Svenskt namn	Lyhenne Förkortning
Rauta	Järn	Fe
Mangaani	Mangan	Mn
Alumiini	Aluminium	Al
Kupari	Koppar	Cu
Sinkki	Zink	Zn
Kadmium	Kadmium	Cd
Lyijy	Bly	Pb
Kromi	Krom	Cr
Nikkeli	Nickel	Ni
Koboltti	Kobolt	Co
Arseeni	Arsenik	As
Elohopea	Kviksilver	Hg
Seleeni	Selen	Se
Vanadiini	Vanadin	V
Adsorboituvat orgaaniset halogeenit	Absorberbara organiska halogener	AOX

Muuntokaavat, joilla eri aineiden pitoisuudet on muunnettu ekvivalenttipitoisuuksiksi ja merisuolakorjatuiksi pitoisuuksiksi (Henriksen ym. 1997b, Jaakko Mannio, SYKE, kirjall.tieto).

Schabloner, genom vilka halterna av olika variablerna har omvandlats till ekvivalenthaltarna och halterna korrigerat för havssalt (Henriksen ym. 1997b, Jaakko Mannio, Finlands miljöcentral, skrift.uppgift).

Muuttuja Variabel	Ekvivalenttipitoisuus, $\mu\text{ekv/l}$ Ekvivalenthalt, $\mu\text{ekv/l}$	Suolakorjatut pitoisuudet, $\mu\text{ekv/l}$ Halterna korrigerat för havssalt
Ca	$\text{Ca}^{2+} = (2/40.08) \cdot \text{Ca (mg/l)} \cdot 10^3$	$\text{Ca}^* = \text{Ca}^{2+} - 0.037 \cdot \text{Cl}^-$
Mg	$\text{Mg}^{2+} = (2/24.31) \cdot \text{Mg (mg/l)} \cdot 10^3$	$\text{Mg}^* = \text{Mg}^{2+} - 0.198 \cdot \text{Cl}^-$
K	$\text{K}^+ = (1/39.10) \cdot \text{K (mg/l)} \cdot 10^3$	$\text{K}^* = \text{K}^+ - 0.018 \cdot \text{Cl}^-$
Na	$\text{Na}^+ = (1/22.99) \cdot \text{Na (mg/l)} \cdot 10^3$	$\text{Na}^* = \text{Na}^+ - 0.858 \cdot \text{Cl}^-$
SO_4	$\text{SO}_4^{2-} = (2/96.02) \cdot \text{SO}_4 \text{ (mg/l)} \cdot 10^3$	$\text{SO}_4^* = \text{SO}_4^{2-} - 0.103 \cdot \text{Cl}^-$
TS	$\text{TS}_e = (2/32.06) \cdot \text{TS (mg/l)} \cdot 10^3$	$\text{TS}^* = \text{TS}_e - 0.103 \cdot \text{Cl}^-$
Cl	$\text{Cl}^- = (1/35.45) \cdot \text{Cl (mg/l)} \cdot 10^3$	
NO_3	$\text{NO}_3^- = (1/14.00) \cdot \text{NO}_2 + \text{NO}_3\text{-N } (\mu\text{g/l})$	
NH_4	$\text{NH}_4^+ = (1/14.00) \cdot \text{NH}_4\text{-N } (\mu\text{g/l})$	
H	$\text{H}^+ = (10^{-\text{pH}}) \cdot 1000000$	
HCO_3	$\text{HCO}_3^- = \text{Alk (mekv/l)} \cdot 1000$	

Orgaanisen anionin (OAN) pitoisuus on laskettu seuraavasti (Kortelainen 1993):

Beräkning av organiska anjoner (OAN) har gjorts enligt följande (Kortelainen 1993):

$$\text{OAN} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{Na}^+ + \text{NH}_4^+ + \text{H}^+ - \text{SO}_4^{2-} - \text{Cl}^- - \text{HCO}_3^- - \text{Cl}^- - \text{NO}_3^-$$

**Liite 2. Käynnissä olevat vesistöjen tilan seurannat Tornionjoen vesistöalueella.
Bilaga 2. Pågående övervakning av sjöar och vattendrag inom Torneälvens avrinningsområde.**

Suomi / Finland		Kuukausi / Månad											
Joet, valt.		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Älvar, nat.													
Muonionjoki Palojoensuu 14110				A		A			A		A		
Tornionjoki Pello 14100				A		A			A		A		
Tengeliönjoki 14200				A		A			A		A		
Tiheys: 4 x/vuosi													
Frekvens: 4 ggr/år													
Tornionjoki Kukkola 14310	ABC	ABC	ABC	ABC	ABCD	ABCDE	ABCD	ABCD	ABCD	ABC	ABC	ABC	ABC
Tiheys: vähintään 13 x/vuosi													
Frekvens: minst 13 ggr/år													
A: Lt/Temp, O ₂ , O ₂ %, Sam/Turb, KA/Susp, Sähk/Kond, Alk, pH, Väri/Färg, COD _{Mn} , TN, NO ₂ +NO ₃ -N, NH ₄ -N, TP, PO ₄ -P, Cl, SO ₄ , Fe, Mn, Al, K, Ca, Mg, Na, TOC, SiO ₂													
B: As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, KA/Susp 0,40 µm, liuk.TP/löst TP													
C: Hg, AOX, Se, KB44, FS35, BOD ₇													
D: Chl-a													
E: haukinäytteet ympäristömyrkkyanalyysellä varten / analys av miljögifter i gädda													
Suomi / Finland		Kuukausi / Månad											
Järvet valt.		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Sjöar, nat.													
Kilpisjärvi 157				ABC				E	ABD		ABC		
Miekojärvi 149				ABC				E	ABD		ABC		
Tiheys: 3 x/vuosi													
Frekvens: 3 ggr/år													
A: Lt/Temp, NS/SD, O ₂ , O ₂ %													
B: Sam/Turb, Sähk/Kond, Alk, pH, Väri/Färg, COD _{Mn} , TN, NO ₂ +NO ₃ -N, NH ₄ -N, TP, PO ₄ -P, Cl, SO ₄ , Fe, Mn													
C: Al, K, Ca, Mg, Na, TOC, SiO ₂													
D: Chl-a													
E: Kasviplankton joka 3. vuosi / Fytoplankton var 3:e år													
Suomi / Finland		Kuukausi / Månad											
Velvoitetarkkailu		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Recipientkontroll													
Könkämäeno T1					A	A			A				
Muonionjoki T2					A	A			A				
Muonionjoki T3					A	A			A				
Muonionjoki T4					A	A			A				
Muonionjoki T5					A	A			A				
Tornionjoki T6					A	A			A				
Tornionjoki T7					A	A			A				
Kangosjoki S1					A	A			A				
Äkäsjoki S2					A	A			A				
Naamijoki S3					A	A			A				
Tengeliöjoki S4					A	A			A				
Jerisjoki I (S5)					A	A			A				
Tiheys: 3 x/vuosi													
Frekvens: 3 ggr/år													
A: Lt/Temp, O ₂ , O ₂ %, Sam/Turb, Sähk/Kond, pH, Väri/Färg, COD _{Mn} , TN, TP, Fe, Cl, KB44													

Ruotsi / Sverige	Kuukausi / Månad											
Vertailujoet, valt.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Referensvattendrag, nat.												

Abiskojäkka	A	A	A	A	A	A	A	AB	A	A	A	A
Pessisjäkka	A	A	A	A	A	A	A	AB	A	A	A	A

Tiheys: 12x/vuosi

Frekvens: 12 ggr/år

A: Lt/Temp, pH, Sähk/Kond, Alk/Acid, Abs 420 OF, Abs 420 F, Ca, Mg, K, Na, SO₄, Cl, F, NO₂+NO₃-N, NH₄-N, Kjeldahl-N, TN, PO₄-P, TP, COD_{Mn}, TOC, Si, Fe, Mn, Tot-Al, Cu, Zn, Cd, Pb, Cr, Ni, Co, As, V

B: Pohjaeläimet / Bottenfauna

Ruotsi / Sverige	Kuukausi / Månad											
Vertailujoet, al.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Referensvattendrag, reg.												

Ylinen Kihlankijoki			A	A	A	AB	A	A	AB	A		
---------------------	--	--	---	---	---	----	---	---	----	---	--	--

Tiheys: noin 20 x/vuosi

Frekvens: ca 20 ggr/år

A: Lt/Temp, pH, Sähk/Kond, Alk/Acid, Abs 420 OF, Abs 420 F, Ca, Mg, K, Na, SO₄, Cl, F, NO₂+NO₃-N, NH₄-N, TN, PO₄-P, TP, TOC, Si, Fe, Mn, Tot-Al

B: Pohjaeläimet / Bottenfauna

Ruotsi / Sverige	Kuukausi / Månad											
Jokisuut, valt.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Flodmynningar, nat.												

Torne älv i Mattila	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
---------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tiheys: 12x/vuosi

Frekvens: 12 ggr/år

A: Lt/Temp, pH, Sähk/Kond, Alk/Acid, Abs 420 OF, Abs 420 F, Ca, Mg, K, Na, SO₄, Cl, F, NO₂+NO₃-N, NH₄-N, Kjeldahl-N, TN, PO₄-P, TP, COD_{Mn}, TOC, Si, Fe, Mn, Tot-Al, Cu, Zn, Cd, Pb, Cr, Ni, Co, As, V

Ruotsi / Sverige	Kuukausi / Månad											
Vertailujärvet, valt.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Referenssjöar, nat.												

Latnajaure		A				A		AC	AE			
------------	--	---	--	--	--	---	--	----	----	--	--	--

Abiskojaure		B				BCD		BCDF	BCDE			
-------------	--	---	--	--	--	-----	--	------	------	--	--	--

Tiheys: 4 x/vuosi

Frekvens: 4 ggr/år

A: Lt/Temp, NS/SD, pH, Sähk/Kond, Alk/Acid, Abs 420 OF, Abs 420 F, Ca, Mg, K, Na, SO₄, Cl, F, NO₂+NO₃-N, NH₄-N, TN, PO₄-P, TP, COD_{Mn}, TOC, Si, Fe, Mn, Tot-Al, Chl-a

B: Lt/Temp, NS/SD, O₂, pH, Sähk/Kond, Alk/Acid, Abs 420 OF, Abs 420 F, Ca, Mg, K, Na, SO₄, Cl, F, NO₂+NO₃-N, NH₄-N, TN, PO₄-P, TP, COD_{Mn}, TOC, Si, Fe, Mn, Tot-Al, Chl-a

C: Kasviplankton / Fytoplankton

D: Eläinplankton / Zooplankton

E: Pohjaeläimet / Bottenfauna (profundal, sublittoral, littoral)

F: Koekalastus / Provfiske

Ruotsi / Sverige	Kuukausi / Månad											
Vertailujärvet, al. Referenssjöar, reg.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Valkeajärvi			A			A		A	A			
Tiheys: 4 x/vuosi												
Frekvens: 4 ggr/år												
A: Lt/Temp, NS/SD, pH, Sähk/Kond, Alk/Acid, Abs 420 OF, Abs 420 F, Ca, Mg, K, Na, SO ₄ , Cl, F, NO ₂ + NO ₃ -N, NH ₄ -N, TN, PO ₄ -P, TP, TOC, Si, Fe, Mn, Tot-Al, Chl-a												

- Ahtiainen, M. & Huttunen, P. 1995. Metsätaloustoimenpiteiden pitkäaikaisvaikutukset purovesien laatuun ja kuormaan. Julkaisussa: Saukkonen, S. & Kenttämies, K. (toim.) 1995. Metsätalouden vesistövaikutukset ja niiden torjunta. METVE-projektin loppuraportti. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 2. s. 33 - 50.
- Ahtiainen, M. 1990. Avohakkuun ja metsäojituksen vaikutukset purovesien laatuun. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallinto. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja, sarja A 45. 120 s.
- Annanpalo, H. 1986. Tornionlaakson väestönkehityksestä riikinjoon jälkeen. Julkaisussa: Korsteniemi, O. (toim.) 1986. Tornionlaakson vuosikirja 1986. Tornio: Kotiseututoimikunta. s. 103 - 118.
- Anttila, P., Tuovinen, J.-P., Saari, H., Reissel, A., Juntto, S., Derome, J. & Lindroos, A.-J. 1995. Happamoittava laskeuma. Julkaisussa: Tikkanen, E. (toim.) 1995. Kuolan saastepäästöt Lapin metsien rasitteena. Jyväskylä. s. 56 - 60.
- Aronsson, M., Hallingbäck, T. & Mattsson, J.-E. 1995. Rödlistade växter i Sverige 1995. Artdatabanken, Naturvårdsverket.
- Asetus n:o 677. Ruotsin kanssa tehdyn rajajokisopimuksen liitteen B muuttamista koskevan sopimuksen voimaansaattaminen. Annettu Naatalissa 24 heinäkuuta 1987.
- Asetus n:o 1116. Kalastusasetus. Annettu Helsingissä 30 päivänä joulukuuta 1982.
- Bergelin, U. 1984. Enkät ang fisket och dess ekonomiska betydelse i Torne älvs vattensystem år 1983. Luleå: Fiskerityrelsen, utredningskontoret. Nr 2/1984.
- Bergman, I. 2000. Människan, elden och landskapet. Rapport över arkeologiska undersökningar 1000. Silvermuséets rapport 24.
- Bergquist, B., Lundin, L. & Andersson, A. 1984. Hydrologiska och limnologiska konsekvenser av skogs- och myrdikning. Siksjöbäckområdet. Forskningsrapport nro 9. Limnologiska Inst. Uppsala. 1984: B4 1-27.
- Bernes, C. 1993. Pohjoismaiden ympäristö. Tila, kehitys ja uhat. Kööpenhamina: Pohjoismaiden ministerineuvosto. Nord 1993:13. 212 s.
- Bernes, C. 1996. Valoa ja kaamosta - arktinen ympäristö Pohjoismaissa. Kööpenhamina: Pohjoismaiden ministerineuvosto. Nord 1996:24. 240 s.
- Bignert, A. 1999. Comments concerning the national Swedish contaminant monitoring programme i fresh water biota. Contaminant research group at the Swedish Museum of natural history. Sakrapport, 1999-11-18.
- Bishop, K.H. & Laudon, H. 2000. Separating the natural and antropogenic components of spring flood pH decline: A method for areas that are not chronically acidified. Water Resources Research, vol. 36, No 7: 1873-1884.
- Brorström-Lundén, E., Junedal, E., Wingfors, H. & Juntto, S. 2000. Measurements of the Atmospheric Concentrations and the Deposition Fluxes of Persistent Organic Pollutants (POPs) at the Swedish West Coast and in the northern Fennoscandia. Göteborg: Swedish Environmental Research Institute. IVL Report L00/14.
- Cluis, D. 1988. Detection of trends and norm excesses. User's manual for "DETECT AND EXCEED" software. August 1988. INRS-Eau, P.O. Box 7500, Sainte-Foy, Quebec, Canada.
- Deely, J. & Olevall I. 1997. Baseline Metal Distrubutions in Lake Sediments of Norrbotten. Länsstyrelsen i Norrbottens län. Rapportserie nummer 8/1997. 32 s. + bilagor.
- Dynesius, M. & Nilsson, C. 1994. Fragmentation and Flow Regulation of River Systems in the Northern Third of the World. Science 266:753-762.
- Ekholm, M. 1993. Suomen vesistöalueet. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja, sarja A 126. 166 s. + karttaliitteet.
- Ekholm, P. 1991. Fosfor biologiska tillgänglighet. In Svendsen, L.M. & Kronvang, G. (eds.). Phosphorus in the Nordic countries. Kööpenhamina: Nordisk Ministerråd. Nord 1991: 47, p. 109 - 120.
- Ekholm, P. 1994. Bioavailability of phosphorus in agriculturally loaded rivers in southern Finland. Hydrobiologia 287: 179-194.
- Enbuske, M. 1997. Lapin asutushistoriaa. Julkaisussa: Viitala, L. & Ränä, P. (toim.) 1997. Ympäristön tila Lapissa. Rovaniemi: Lapin ympäristökeskus. s. 32 - 34.
- Fiskeriverket, Utredningskontoret 1998. Luleå. Opubl. statistik.

- Fjällborg, A. 1992. Metallundersökningar i Luossajokisystemet. Kiruna Kommun. Miljö och hälsoskyddkontor. Rapport 1992-05-22. 2 s. + kartor + bilagor.
- Forsberg, C., Ryding, S.-O., Claesson, A. & Forsberg, A. 1978. Water chemical analyses and/or algal assay? - Sewage effluent and polluted lake water studies. Mitt. Int. Verh. Limnol. 21: 352-363.
- Hammarström, E. 1996. Kvicksilver och cesium i gädda i Norrbottens län. Luleå: Länsstyrelsen i Norrbottens län. Rapportserie nummer 17/1996. 24 s. + bilagor.
- Henriksen, A., Wilander, A., Kämäri, J., Posch, M., Forsius, M., Baxendale, H. & Tärvinen, T. 1994. Critical loads for acidification of surface waters in Northern Fennoscandia (Nordkalotten). Oslo: Nordkalottens miljöråd. Nordkalottkommiteens publikasjonsserie, nro 33.
- Henriksen, A., Mannio, J., Wilander, A., Moiseenko, T., Traaen, T.S., Skjelkvåle, B.L., Fjeld, E. & Vuorenmaa, J. 1997a. Regional Lake Surveys in The Barents region of Finland, Norway, Sweden and Russian Kola 1995 - Results. Norwegian Institute for Water Research (NIVA) Report SNO 3633-97. 36 p.
- Henriksen, A., Skjelkvåle, B., Mannio, J., Wilander, A., Jensen, J.P., Moiseenko, T., Harriman, R., Traaen, T.S., Fjeld, E., Vuorenmaa, J., Kortelainen, P. & Forsius, M. 1997 b. Results of national lake surveys 1995 in Finland, Norway, Sweden, Denmark, Russian Kola, Russian Karelia, Scotland and Wales. Acid Rain Research Report 47/97. Norwegian Institute for Water Research (NIVA) Report SNO 3645-97. 43 p.
- Hikipää, S., Juvonen, O., Leino, J. & Rosenius, H. 1988. Kalastuksen erikoismenetelmiä. Julkaisussa: Soikkanen, M. (toim.) 1988. Tapiola. Heittokalastus. Espoo. s. 211-212.
- Hjorth, S. 1971. Torne och Kalix älvar. Del 1. Allmän beskrivning. International Hydrological Decade, Report nr 10.
- Honka, A. 1987. Selvitys jääpatotulvista Tornion-Muonionjoella vuosina 1984-1986 sekä esitys jääpatotulvien vahinkojen vähentämisestä. Rovaniemi: Lapin vesi- ja ympäristöpiiri, moniste.
- Hovind, H. 1998. Intercomparison 9812: pH, K_{25} , HCO_3 , $NO_3 + NO_2$, Cl, SO_4 , Ca, Mg, Na, K, total aluminium, aluminium – reactive and nonlabile, TOC and COD- M_n . ICP-waters report 49/1998. Norwegian Institute for Water Research (NIVA) Report Serial No. 3939-98. 59 p.
- Hovind, H. 1999. Intercomparison 9913: pH, K_{25} , HCO_3 , $NO_3 + NO_2$, Cl, SO_4 , Ca, Mg, Na, K, total aluminium, aluminium – reactive and nonlabile, TOC and COD- M_n . ICP-waters report 51/1999. Norwegian Institute for Water Research (NIVA) Report Serial No. 4093-99. 65 p.
- Iverfeldt, Å., Munthe, J., Brosset, C. & Pacyna, J. 1995. Long-term changes in concentration and deposition of atmospheric mercury over Scandinavia. Water Air Soil Pollut. 80: 227-233.
- Johansson, K., Andersson, A. & Andersson, T. 1995. Regional accumulation pattern of heavy metals in lake sediments and forest soils in Sweden. Sci. Total Environ. 160/161: 373-380.
- Hultén, E. 1971. Atlas över växternas utbredning i Norden. AB Kartografiska institut. Stockholm.
- Huttu-Hiltunen, V., Nieminen, M., Valmari, A. & Westerling, B. 1992. Porotalous. Helsinki. 220 s.
- Huurre, M. 1985. Lapin esihistoria. Julkaisussa: Linkola, M. (toim.) 1985. Lappi 4. Saamelaisen ja suomalaisten maa. Hämeenlinna. 416 s.
- Hytrek 1999a. Jerisjärven keskimääräinen vedenkorkeus kaudella 1961 - 1990. Suomen ympäristökeskuksen hydrologinen tietojärjestelmä.
- Hytrek 1999b. Sadeveden pitoisuus- ja laskeuma-arvot Suomessa vuosina 1990 - 1996. Suomen ympäristökeskuksen hydrologinen tietojärjestelmä.
- Hyvärinen, V. 1996. Hydrologinen vuosikirja 1993. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 69. 166 s.
- ICES CM 1999. Report of the Baltic Salmon and Trout Assessment Working Group. ACFM:16
- ICES CM 2000. Report of the Baltic Salmon and Trout Assessment Working Group. ACFM:12.
- ICES CM 1998. Report of the Baltic Salmon and Trout Assessment Working Group. ACFM:17.
- Iivari, J. 2000. Tornionjoen vesistöalueelle tehdyn lohi- ja meritaimenistutukset. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kirjall. tiedonanto.

- Ilmatieteen laitos 1999. Kasvukauden pituus Suomessa kaudella 1961 - 1990. Kirjall. tiedonanto.
- Ilmatieteen laitos 1991. Tilastoja Suomen ilmastosta 1961-1990. Liite Suomen meteorologiseen vuosikirjaan. Nide 90 osa 1-1990. Helsinki: Ilmatieteen laitos. 125 s.
- Ilvessalo, Y. 1960. Soiden esiintyminen Suomessa. Suo 11:55-62.
- International Baltic Sea Fishery Commission 2000. IBSFC Action Program for Sustainable Development of the Fishery. [www-dokumentti/www-dokument]. < www.IBSFC.org/baltic/WS-5-5.htm>. Luettu/läsats 19.10.2000.
- Jokikokko, E., Huhmarniemi, A., Leskelä, A. & Heikinheimo, O. 1998. Merialueen siika - Sik i havsområdet. Julkaisussa: Kalavarat. Helsinki: SVT. Ympäristö 1998:13.
- Juntto, S., Mannio, J., Porvari, P. & Verta, M. 1997. Raskasmetallit arktisella alueella. Julkaisussa: Mähönen, O. & Joki-Heiskala, P. (toim.). 1997. AMAP - Arktisen ympäristön tila ja Suomen Lappi. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 120: 22 - 32.
- Järviluoma, J. & Saarinen, J. 1997. Matkailu ja luonto. Julkaisussa: Viitala, L. & Ränä, P. (toim.) 1997. Ympäristön tila Lapissa. Rovaniemi: Lapin ympäristökeskus. s. 56 - 60.
- Kaikkonen, K., Kiviniemi, M. & Salo, O. 1998. Lapin ympäristökeskuksen alueen turvetuotantosoiden käyttö-, kuormitus- ja vesistötarkkailu. Yhteenvetoraportti v. 1997. Rovaniemi: Lapin vesitutkimus Oy. 69 s. + karttaliitteet.
- Kajala, L. (toim.) 1996. Lapin metsästrategia. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2/1996. 129 s.
- Kalpio, S. & Bergman, T. 1999. Lapin perinnemaisemat. Rovaniemi: Lapin ympäristökeskus. Alueelliset ympäristöjulkaisut nro 116. 236 s.
- Karjalainen, Y. 1997. Luonnonsuojeluohjelmat ja -alueet. Julkaisussa: Viitala, L. & Ränä, P. (toim.) 1997. Ympäristön tila Lapissa. Rovaniemi: Lapin ympäristökeskus. s. 143- 149.
- Karlsson, L. 1995. Status of anadromous brown trout in Sweden. Working Paper 3. ICES Baltic salmon and Trout Assessment Working Group (WGBAST).
- Karlström, Ö. 1990. Laxstatistik. Luleå: Fiskeristyrelsen utredningskontor. 2 s.
- Karlström, Ö. 1996. Hotade och sårbara fiskbestånd på Nordkalotten. I publikationen: Biologisk mångfald och hotade arter på Nordkalotten. Nordkalottens miljöråd. Nordkalottkommitéens publikationsserie rapport nr 39.
- Karttunen, V. 1991. Tornion-Muonionjoen siika ja siian kalastus. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia nro 28. 72 s.
- Karttunen, V. & Pruuki, V. 1992. Tornionjoen lohi ja lohen kalastus. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia nro 49. 57 s.
- Kettunen, J. 1989. Vedenlaatumuutosten ja luparikkomusten havaitseminen visuaalisin ja eiparametrisin menetelmin. Vesitalous 6/1989: 29-35.
- Kiruna kommun 1998. Kiruna Reningsverk, Miljörapport 1997. Dnr 98-358.1.
- Kojola, I. 1997. Porotalous. Julkaisussa: Viitala, L. & Ränä, P. (toim.) 1997. Ympäristön tila Lapissa. Rovaniemi: Lapin ympäristökeskus. s. 48 - 49.
- Koli, L. 1990. Suomen kalat. Porvoo. 357 s.
- Komiteanmietintö 1985a. Uhanalaisten eläinten ja kasvien suojelutoimikunnan mietintö. I Yleinen osa. Helsinki: Ympäristöministeriö. Komiteanmietintö 1985:45. 111 s.
- Komiteanmietintö 1985b. Uhanalaisten eläinten ja kasvien suojelutoimikunnan mietintö. II Suomen uhanalaiset eläimet. Helsinki: Ympäristöministeriö. Komiteanmietintö 1985:45. 466 s.
- Komiteanmietintö 1987. Metsä- ja turvetalouden vesiensuojelutoimikunnan mietintö. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö. Komiteanmietintö 1987:62. 344 s.
- Komiteanmietintö 1991. Uhanalaisten eläinten ja kasvien seurantatoimikunnan mietintö. Helsinki: Ympäristöministeriö. Komiteanmietintö 1991:30. 328 s.
- Korhonen, M. 1999. Hauen, muikun ja silakan PCB:n ja DDT:n keskimääräiset pitoisuudet 1990-luvulla. Suomen ympäristökeskus: Markku Korhonen. Kirjallinen tieto 5.2.1999.
- Korpi, K. 1997. Maatalous. Julkaisussa: Viitala, L. & Ränä, P. (toim.) 1997. Ympäristön tila Lapissa. Rovaniemi: Lapin ympäristökeskus. s. 40 - 42.
- Kortelainen, P. 1993. Contribution of organic acids to the acidity of Finnish lakes. Helsinki: National Board of Waters and the Environment. Publications of the Water and Environment Research Institute 13. 48 p.
- Kähkönen, A-M. 1997. Happamoittava kuormitus. Julkaisussa: Viitala, L. & Ränä, P. (toim.) 1997. Ympäristön tila Lapissa. Rovaniemi: Lapin ympäristökeskus. s. 71 - 72.

- Kähkönen, A.-M. 1993. Järvien happamoitumisherkyys ja valuma-alueiden moreenin hienoa-
a-
aineksen geokemia Pohjois-Suomessa. Lisensiaatintutkimus. Helsingin yliopisto. Geo-
logian ja paleontologian osasto 1993. 72 s.
- Kämäri, J., Forsius, M., Johansson, M. & Posch, M. 1992. Happamoittavan laskeuman kriitti-
nen kuormitus Suomessa. Helsinki: Ympäristöministeriö. Selvitys 111.59 s.
- Laki n:o 35. Koskiensuojelulaki. Annettu Helsingissä 23 päivänä tammikuuta 1987.
- Laki n:o 286. Kalastuslaki. Annettu Helsingissä 16 päivänä huhtikuuta 1982.
- Lapin metsälautakunta 1999. Yksityismaiden maanmuokkaus- ja ojitustiedot Länsi-Lapissa.
Rovaniemi: Lapin metsälautakunta.
- Lapin vesi- ja ympäristöpiiri 1993. Turvetuotantoalueiden vesiensuojelusuunnitelma Lapin
vesi- ja ympäristöpiirissä. Rovaniemi: Lapin vesi- ja ympäristöpiiri. 37 s. + karttaliit-
teet.
- Lapin ympäristökeskus 1993. Järvirekisteri. Rovaniemi: Lapin ympäristökeskus.
- Laudon, H. and Bishop, K.H. 1999. Quantifying sources of acid neutralisation capacity depres-
sion during spring flood episodes in Northern Sweden. *Environmental Pollution* 105
(1999): 1-9.
- Leinonen, L. (toim.) 1999a. Ilmanlaatumittauksia - Air Quality Measurements, 1997. Ilmatie-
teen laitos, Helsinki. 251 s.
- Leinonen, L. (toim.) 1998. Ilmanlaatumittauksia - Air Quality Measurements, 1996. Ilmatieteen
laitos, Helsinki. 244 s.
- Leinonen, L. (toim.) 1999b. Ilmanlaatumittauksia - Air Quality Measurements, 1998. Ilmatie-
teen laitos, Helsinki. 256 s.
- Lepistö, A., Seuna, P., Saukkonen, S. & Kortelainen, P. 1995. Hakkuun vaikutus hydrologiaan ja
ravinteiden huuhtoutumiseen rehevältä metsävaluma-alueelta Etelä-Suomessa. Julkai-
sussa: Saukkonen, S. & Kenttämies, K. (toim.) 1995. Metsätalouden vesistövaikutukset
ja niiden torjunta. METVE-projektin loppuraportti. Helsinki: Suomen ympäristökes-
kus. Suomen ympäristö 2. s. 73 - 84.
- Lokio, J. 1997. Lapin kulttuuriympäristöohjelma. Rovaniemi: Lapin ympäristökeskus. 289 s.
- Lundholm, K. 1991. Förutsättningar för fast byggelse. I: Torndalens historia I, från istid till nu-
tid.
- Lundstedt, L. 1993. Anasys av kvicksilverinnehåll i gädda från Jukkasjärvi, Kiruna Kommun,
sommaren 1992-93. Luleå: Länsstyrelsen i Norrbottens län. Memorandum 1993-12-07.
5 s.
- Lunstedt, L. & Wennberg, M. 1994. Flodpärlmusslan i Norrbotten. Länsstyrelsen i Norrbot-
tens län, rapport 1/1995.
- Luukko, A. 1954. Pohjois-Pohjanmaan ja Lapin keskiaika ja 1500-luku. Pohjois-Pohjanmaan ja
Lapin historia II. Oulu.
- Länsstyrelsen 1995. Ala-Lombola - En sammanfattning. Luleå: Länsstyrelsen i Norrbottens
län. Memorandum 1995-01-13. 6 s.
- Länsstyrelsen i Norrbottens län 1996. The Facts About Norrbotten 1996.
- Länsstyrelsen i Norrbottens län 1997. Norrbottens synliga historia. Norrbottens kulturmiljö-
program. Del 2. Rapportserie nummer 10/1997.
- Löfgren, S. & Olsson, H. 1990. Tillförsel av kväve och fosfor till vattendrag i Sveriges inlands.
Naturvårdsverket rapport 3692. 100 s.
- Maa- ja metsätalousministeriö 1998. Maatalouden ympäristötuki. Perustuki maataloilille. Hel-
sinki: Maa- ja metsätalousministeriö. Esite. 28 s.
- Maankäyttö- ja puustotulkinta 2000. Maanmittauslaitoksen tuottama tietokanta. Suomen ym-
päristökeskuksen tietojärjestelmä.
- Maaseutuelinkeinorekisteri 1998. Tornionjoen vesistöalueen peltojen pinta-alat ja käyttö sekä
tiedot eläinmääristä. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriön päätös 3.6.1998.
- Mackay, D. & Wania, F. 1995. Transport of contaminants to the Arctic; partitioning, processes,
and models. *Science of the Total Environment* 160/161: 25-38.
- Manner, R. & Tervo, T. 1988. Lapin geologiaa. Rovaniemi: Lapin maakuntaliitto ja Lapin lään-
inhallitus. 188 s.
- Manninen, P. 1995. Kunnostusojituksen vesiensuojelututkimus; veden laadun, kuormituksen
ja biologiset muutokset kahden ensimmäisen ojituksen jälkeisen vuoden aikana. Jul-
kaisussa: Saukkonen, S. & Kenttämies, K. (toim.) 1995. Metsätalouden vesistövaikutuk-
set ja niiden torjunta. METVE-projektin loppuraportti. Helsinki: Suomen ympäristö-
keskus. Suomen ympäristö 2. s. 169 - 181.

- Mannio, J. & Juntto, S. 1997. Pysyvät orgaaniset ympäristömyrkyt arktisella alueella. Julkaisussa: Mähönen, O. & Joki-Heiskala, P. (toim.) 1997. AMAP - Arktisen ympäristön tila ja Suomen Lappi. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 120: 33 - 41.
- Marttunen, M. (toim.) 1998. Vesiensuojelun tavoitteet vuoteen 2005. Vaihtoehtoisten kuormitustasojen vaikutukset sisävesissä. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 160.
- McKinnel, S. 1996. A Retrospective on Baltic Salmon (*Salmo Salar* L.) Biology and Fisheries. Sveriges lantbruksuniversitet. Introductory research essay no 5.
- Metsähallitus 1999. Valtion maiden hakkuu- ja maanmuokkauspinta-alat. Rovaniemi: Metsähallitus. Länsi-Lapin luonnonvarasuunnitelmaa koskevat tilastotiedot.
- Metsähallitus, Villi Pohjola 1996a. Kalastus- ja retkeilykartta. Muonionjoki, Muonio - Lappea 1:20 000.
- Metsähallitus, Villi Pohjola 1996b. Kalastus- ja retkeilykartta. Tornionjoki, Lappea - Aavasaksa 1: 20 000.
- Miljöbalken 1998:808.
- Miljövårdsenheten 1989. Norrbottens miljö - en regional analys. Luleå, Länsstyrelsen i Norrbottens län. Rapportserie nummer 4/1989.
- MTK:n Lapin liiton kunnittaiset maitotilastot 1998. Ks. s. 105
- Mähönen, O. 1992. Lapin vesistöjen happamoituminen. - Julkaisussa: Heikkilä, Sillanpää, Tuulentie (toim.) Ilma vesi energia, Ympäristön tila Pohjois-Suomessa. Kirjapaino Osakeyhtiö Kaleva 1992, Oulu. s. 61 - 69.
- Mäkinen, I., Nordqvist, E. & Vänni, T. 1996. Laboratorioiden välinen vertailukoe 2/1995. Interlaboratory comparison test 2/1995. Suomen ympäristökeskuksen moniste 12. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 154 s.
- Mäkinen, K. & Maunu, M. 1984. Pohjois-Suomen maaperä. Acta Lapponica Fenniae 12:51-84.
- Naturgeografisk regionindelning av Norden 1977. NU B 1977:34. Stockholm. 137 s.
- Naturvårdsverket 1986. Skogs- och myrdikningens miljökonsekvenser: slutrapport från ett projektområde. Rapport 3270.
- Naturvårdsverket 1990.(tekstissä SNV 1990) Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Klassificering av vattenkemi samt metaller i sediment och organismer. Solna: Naturvårdsverket. Allmänna råd 90:4. 35 s.
- Naturvårdsverket 1996. Vattenplanering, växtnäring - en beräkningsmodel. Boverket, rapport 4490.
- Naturvårdsverket 1999a. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Sjöar och vattendrag. Stockholm: Naturvårdsverket. Rapport 4913. 101 s.
- Naturvårdsverket 1999b. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Sjöar och vattendrag. Bakgrundsrapport I Kemiska och fysikaliska parametrar. Stockholm: Naturvårdsverket. Rapport 4920. 205 pp.
- Nauwerck, A. 1975. Torneträsk, Vatten- och sedimentkvalitet. Luleå: Länsstyrelsen, Norrbottens län, Naturvårdsheten. Rapport 44 pp. + tabell 1-13 + figur 1-20.
- Niemi, J. 1997. Vedenlaadun alueelliset erot Suomessa 1966 - 1997. Vesitalous 5/1997:24-30.
- Niemi, J. & Heinonen, P. (toim.) 2000. Ympäristön seuranta Suomessa. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 404.102 s.
- Norrländsk uppslagsbok 1995. Ett uppslagsverk på vetenskaplig grund om den norrländska regionen, osa 3. Umeå: Norrlands universitetsförlag.
- Norrländsk uppslagsbok 1996. Ett uppslagsverk på vetenskaplig grund om den norrländska regionen, osa 4. Umeå: Norrlands universitetsförlag.
- Nylander, E., Ahvonen, A. & Pruuki, V. 1991. Kalastustilastoja Tornionjoen vesistöstä vuosilta 1987-1989. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia nro 36.
- Nylander, E. & Romakkaniemi, A. 1995. Tornionjoen meritaimen ja sen kalastus. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia nro 89. 63 s.
- OECD 1982. Eutrophication of waters: monitoring, assessment and control. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development. 154 p.
- Pajala kommun 1997. Miljöundersökning rörande vildlax i Torne älv, projektredovisning. Pajala kommun. Sammanträdesprotokoll 1997-12-10. s. 9-11.
- Pietiläinen, O.-P. & Kauppi, L. 1993. Suomen sisävesistöjen tyyppi/fosfori-suhteista - käyttökel-poista tietoa vesiensuojelun kannalta? Vesitalous 34(6):1-7.

- Pantzare Information 2000. Gästnätter på hotell, stugbyar, camping. [www-dokument/www-dokumentti]. <www.pantzare-information.se/Norrbottn/Lan/Kapitel_08/n25_2500.htm>. Läsats/luettu 2000-01-03.
- Penttilä, T. 1989. Suot Lapin metsätaloudessa. Julkaisussa: Saastamoinen, O. & Varmola, M. (toim.) 1989. Lapin metsäkirja. Rovaniemi: Lapin tutkimusseura. Acta Lapponica Fenniae no. 15.
- Persson Puurula, E. & Suikki, G. 1997. Kulturmiljöer och -landskap på Nordkalotten. Nordkalottkommitténs publikationsserie, rapport nr. 45. 85 s.
- Perttunen, V. 1999. Tornionjoen vesistöalueen kallioperä. Rovaniemi: Lapin ympäristökeskus, kirjall. tiedonanto.
- Perttunen, V. 1997. Kallioperä. Julkaisussa: Viitala, L. ja Ränkä, P. (toim.) 1997. Ympäristön tila Lapissa. Rovaniemi: Lapin ympäristökeskus. s. 8 - 9.
- Petersson, Å. 1975. Torneälven. Rapport över fiske, fiskeundersökningar bl.a. Fiskeriintendenten, övre norra distriktet. (duplic.)
- Pettersson, T. (redaktör) 1995. Miljö 2000. För ett långsiktigt bärkraftigt Norrbotten. Länsstyrelsen i Norrbottens län. Rapportserie nummer 9/1995.
- Pietiläinen, O.-P. & Niinioja, R. 1998. Typpi ja fosfori Pyhäselän rehevöitymisen säätelijöinä. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 189. 60 s.
- Pietiläinen, O.-P. & Pirinen, M. 1997. Typpi- ja fosforikuormituksen vaikutus perifytonin kasvuun Kymijoenlaaksoilla. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 100. 54 s.
- Pietiläinen, O.-P. & Rekolainen, S. 1991. Dissolved reactive and total phosphorus from agricultural and forested basins to surface waters in Finland. Aqua Fennica 21: 127 - 136.
- Pietiläinen, O.-P., Ristimäki, T. & Ikonen, J. 1998. Typpi ja fosfori Kemijoen perifytonin tuotannon säätelijöinä. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 253. 43 s.
- Pietiläinen, O.-P. ja Räsänen, A. 1999. Typpi ja fosfori Suomen sisävesien minimiravinteina. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 313. 64 s.
- Pitkänen, H. 1994. Eutrophication of the Finnish Coastal Waters: Origin, fate and effects of riverine nutrient fluxes. Publications of the Water and Environment Research Institute, no. 18, 45 p.
- Ponté, C. 1993. Geogemisk status i Luossajoki / Torneälvs vattensystem. En studie av geokemiska effekter från gråberg resterande järnmalsbrytningen i Kiruna. Rapport för LKAB och Kiruna Kommun. Svensk Grundämnesanalys AB. 67 s.
- Porvari, P. & Verta, M. 1993. Elohopea ympäristössä ja tekoaltaissa: Kirjallisuuskatsaus ja arvio Vuoksen tekoaltaan hauen elohopeapitoisuuden kehittymisestä. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja - sarja A 162. 47 s.
- Pruuki, V., Anttinen, P. & Ahvonen, A. 1985. Tornion-Muonionjoen vesistön kalataloustutkimus. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Monistettu ja julkaisuja nro 32. 227 s. + liitteet.
- PSV 1995. Selvitys turvetuotannon kuormituksesta. Osa II tarkkailutulosten yhteenveto v. 1986 - 1993. Oulu: Pohjois-Suomen vesitutkimustoimisto Oy 35 s.
- PSV-Maa ja vesi 1998. Outokumpu Polarit Oy ja Outokumpu Chrome Tornion tehtaat. Velvoitetarkkailu 1997. Oulu. 9s. + liitteet.
- Pulliainen, E., Korhonen, K. & Huuskonen, M. 1999. Perämeren mäteiden sukurauhasten kehityshäiriöt. Ongelman laajuus ja yhteydet muiden kalojen lisääntymishäiriöihin. Rovaniemi: Lapin ympäristökeskus. Suomen ympäristö 322. 101 s.
- Putkonen, L. 1993. Rakennettu kulttuuriympäristö. Valtakunnallisesti merkittävät kulttuurihistorialliset ympäristöt. Helsinki: Museovirasto, ympäristöministeriö. Museoviraston rakennushistorian osaston julkaisuja nro 16. 278 s.
- Rappe, C. (ed.) 1999. Baltic Salmon Rivers - status in the late 1990s as reported by the countries in the Baltic Region. -sarja, nro ??
- Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos 1999. Tornionjoessa ja Simojoen lohien poikasia enemmän kuin vuosikymmeniä - M74-oireyhtymä vaikuttaa yhä. WWW-dokumentti / WWW-dokument. Riistan- ja kalantutkimus. Tiedote 11.1.1999. <http://www.rkl.fi/tiedote/1999/0111.html>.
- Riksentikvarieämbetet 1990. Riksentressanta kulturmiljöer i Sverige.
- Romakkaniemi, A. 1998. Tornionjoen matkailukalastuksen nousu ja uho. Esitelmä RKTL:n kalantutkimuspäivillä Kotkassa 1998.
- Romakkaniemi, A. 1999. Tornionjoen vesistöalueen meritaimensaaliit 1994 - 1997. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kirjall. tiedonanto.

- Romakkaniemi, A., Haikonen, A. & Mäntyniemi, S. 2000. Lohi- ja meritaimenkantojen seuranta Tornionjoessa vuonna 1999. Monitoring of the Salmon and Trout Stocks in the River Tornionjoki in 1999. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kala- ja riistaportteja nro 173. 66 s.
- Rontu, M. & Santala, E. 1995. Haja-asutuksen jätevesien käsittely. Helsinki, Vesi- ja ympäristöhallitus. Vesi- ja ympäristöhallinnon monistesarja nro 584. 94 s.
- Ryttäri, T. & Kettunen, T. 1997. Uhanalaiset kasvimme. Helsinki: Suomen ympäristökeskus, Kirjayhtymä Oy. 335 s.
- Rühling, Å., Brumelis, G., Goltsova, N., Kvietkus, K., Kubin, E., Liiv, S., Magnússon, S., Mäkinen, A., Pilegaard, K., Rasmussen, L., Sander, E. & Steinnes, E. 1992. Atmospheric Heavy Metal Deposition in Northern Europe 1995. Nord 1992:12. 46 p.
- Rühling, Å., Rasmussen, L., Pilegaard, K., Mäkinen, A. & Steinnes, E. 1987. Survey of Atmospheric Heavy Metal Deposition in the Nordic Countries in 1985 - monitored by moss analyses. Nord 1987: 21. 44 p.
- Rühling, Å., Steinnes, E. & Berg, T. 1996. Atmospheric Heavy Metal Deposition in Northern Europe 1995. Nord 1996:37. 46 p.
- Räinä, P. 1997. Suojeluverkon kattavuus. Julkaisussa: Viitala, L. ja Räinä, P. (toim.) 1997. Ympäristön tila Lapissa. Rovaniemi: Lapin ympäristökeskus. s. 66 - 71.
- SCB 1999. Inkvarterinsstatistik. Utdrag ur databas 1999. Peter Nilsson. Statistiska Centralbyrån, Stockholm.
- SCB (red.) 1999. Svensk rennärning.
- SCB/BD 1992. Landsbygdsprojektet. Del 1. Befolkningen i kommunerna.
- SCB 1998. Statistik för avrinningsområden 1995, Statistiska meddelanden Na 11 SM 9701.
- Skjelkvåle, B.L., Mannio, J., Wilander, A., Johansson, K., Jensen, J.P., Moiseenko, T., Fjeld, E., Andersen, T., Vuorenmaa, J. & Røyseth, O. 1999. Heavy metal surveys in Nordic lakes; harmonised data for regional assessment of critical limits. NIVA Report SNO 4039-99. 71 p.
- SMHI 1991. Temperaturen och nederbörden i Sverige 1961-1990. Referensnormaler. SMHI Meteorologi. Nr 81.
- SMHI 1994. Vattenföring i Sverige. Del 1. Vattendrag till Bottenviken. SMHI Hydrologi. Nr 40.
- SMHI 1995. Svensk dammregister, norra Sverige. Svenskt vattenarkiv. SMHI Hydrologi. Nr 56.
- Sopimus n:o 53. Suomen ja Ruotsin välinen rajajokisopimus 1971. Annettu Helsingissä 14 päivänä joulukuuta 1971.
- Strömberg, U. 1995. Kvicksilverinnehåll i lake från Jukkasjärvi, sommaren 1994. Luleå: Länsstyrelsen i Norrbottens län. Memorandum 2 s.
- Taberman, S.-O. & Sundberg, J. 1996. Förstudie av åtgärdsalternativ för sjön Ala-Lombolo. Linköping: Terratema AB. Lägesrapport. 1996-04-03. 5 s. + bilagor.
- Suomen kartasto 1986. Vedet. Vihko 132. Maanmittaushallitus, Suomen maantieteellinen seura. Helsinki. 31 s. + 2 karttaliitettä.
- Suomen kartasto 1987. Ilmasto. Vihko 131. Maanmittaushallitus, Suomen maantieteellinen seura. Helsinki. 31 s. + 1 karttaliite.
- Suomen ympäristökeskus 2001. Suomen lajien uhanalaisuus. [www-dokumentti/www-dokument]. < Luetu/läsats 5.2.2001.
- Svenskt Vattenarkiv 1996. Svenskt sjöregister volym 1.
- Svenskt Vattenarkiv 1999. Avrinningsområden i Sverige, Del 1. Vattendrag till Bottenviken.
- Sveriges lantbruksuniversitet 2001. Artdatabanken. Rödlisade arter i Sverige 2000. [www-dokumentti/www-dokument]. <http://www-umea.slu.se/MiljoData/webrod/SOKNING.cfm>. Luetu/läsats 5.2.2001.
- Sveriges nationalatlas 1994. Berg och jord. Bokförlaget Bra Böcker. Höganäs.
- Sveriges nationalatlas 1995. Klimat, sjöar och vattendrag. Bokförlaget Bra Böcker. Stockholm.
- SVT. Väestötilastot vuosilta 1950 - 1995.
- SVT 1996. Työssäkäyntitilasto 1993 - 1994. Väestö 1996:5.
- Tilastokeskus 1998. Liikenne ja matkailu 1998:10. Suomen virallinen tilasto.
- Tilastokeskus 1996. Liikenne ja matkailu 1996:11. Suomen virallinen tilasto.

- Tilastokeskus 1994. Vakinaisesti asutut asuinhuoneistot varusteiden ja asukasmäärien mukaan sekä kesämökit varusteiden mukaan vesistöalueittain 1992. Tornionjoen vesistöaluetta koskeva osuus. - Vesi- ja ympäristöhallituksen tilaama vesihuoltotilannetta koskeva valtakunnallinen yhteenveto väestölaskenta-aineistosta.
- Tornionlaakson Sähkö Oy 1998. Tengeliönjoen vesistön voimalaitokset. Kirjall. tiedonanto.
- Uhanalaisten lajien II seurantatyöryhmä 2000. Suomen lajien uhanalaisuus 2000. Seurantatyöryhmän raportti 25.5.2000. 432 s.
- Ulvinen, T. 1993. Tulvasammal ja viitasammal, kaksi tulvarantojen sammalta. Lutukka 1:7-23.
- VAHTI 1999a. Tornionjoen vesistöalueen kalankasvatustilat ja niiden lupaehdot. Suomen ympäristökeskuksen ympäristötietojärjestelmä.
- VAHTI 1999b. Kalankasvatuksen keskimääräinen tuotanto ja vesistökuormitus vuosina 1993 - 1997 Tornionjoen vesistöalueella. Suomen ympäristökeskuksen ympäristötietojärjestelmä.
- Vahtola, J. 1986. Asutuksen muotoutuminen Tornionjokilaaksossa 1500-luvulta 1800-luvun alkuun. Julkaisussa: Korteniemi, O. (toim.) 1986. Tornionlaakson vuosikirja 1986. Tornio: Kotiseututoimikunta. s. 89 - 102.
- Valtioneuvoston periaatepäätös valtakunnallisesti arvokkaista maisema-alueista ja maisemanhoidon kehittämisestä. Annettu Helsingissä 5 päivänä tammikuuta 1995.
- VEPS 1999. Vesistökuormituksen arviointi- ja hallintajärjestelmä. Suomen ympäristökeskuksen ympäristötietojärjestelmä.
- Verta, M., Mannio, J., Iivonen, P., Hirvi, J.-P., Järvinen, O. & Piepponen, S. 1990. Trace Metals in Finnish Headwater Lakes - Effects of Acidification and Airborne Load. In: Kauppi, P., Anttila, P. & Kenttämies, K. (Eds.). Acidification in Finland. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag 1990. p.883-908.
- Verta, M., Rekolainen, S. & Kinnunen, K. 1986a. Causes of increased fish mercury levels in Finnish reservoirs. Helsinki: Vesihallitus. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 65: 44-58.
- Verta, M., Rekolainen, S., Mannio, J. & Surma-aho, K. 1986b. The origin and level of mercury in Finnish forest lakes. Helsinki: Vesihallitus. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 65: 21-31.
- Vesihallitus 1980. Lapin vesien käytön kokonaisuunnitelma. I osa, suunnittelualue ja vesivarat. Helsinki: Vesihallitus. Tiedotus 186. 130 s. + 2 liitetaulukkoa.
- Vesihallitus 1984. Lapin vesien käytön kokonaisuunnitelma. Helsinki: Vesihallitus. Vesihallituksen julkaisuja nro 46. 88 s. + 3 karttaliitettä.
- Vesi- ja ympäristöhallitus 1988. Vesistöjen laadullisen käyttökelpoisuuden luokittaminen. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja 20. Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki. 48 s.
- Viikinkoski, K. & Hynninen, P. 1995 Liminganlahden vesistöalueen vesiensuojelusuunnitelma. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus. Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisuja, sarja A 211. 132 s.
- Virtanen, R. 1997. Tunturiluonto. Julkaisussa: Viitala, L. & Ränkä, P. (toim.) 1997. Ympäristön tila Lapissa. Rovaniemi: Lapin ympäristökeskus. s. 27- 28.
- von Sydow, A. & Westerberg, J. O. 1993. Vårt hävdade Norrbotten. Luleå: Länsstyrelsen i Norrbottens län. Rapportserie nummer 6/1993.
- Vuorinen, P.J., Paasivirta, J., Keinänen, M., Koistinen, J., Rantio, T., Hyötyläinen, T. & Welling, L. 1997a. The M74 syndrome of Baltic salmon (*Salmo salar*) and organochlorine concentrations in the muscle of female salmon. Chemosphere 34: 1151-1166.
- Vuorinen, P.J., Vartiainen, T., Keinänen, M. 1997b. Polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans and biphenyls in salmon (*Salmo salar* L.) from the Southern Baltic Sea and the Arctic Tenojoki River. In: Vartiainen, T. & Komulainen, H. (eds.) 7th Nordic Symposium on Organic Pollutants. Kuopio University Publications C. Natural and Environmental Sciences 68: 104-107.
- Vuorinen, P.J., Koistinen, J., Paasivirta, J., Vuorinen, M. & Hoikka, J. 1995. Polychlorinated diphenyl ethers and chlorophenolic compounds in Salmon (*Salmo salar*) from the Arctic Teno River compared to the Baltic Sea. The Contaminants in the Nordic Ecosystem: Dynamics, Processes & Fate, p. 125-133. In: Munawar, M. & Luotola, M. (eds.). Ecovision World Monograph Series 1995. SPB Academic Publishing, Amsterdam, The Netherlands.

- Vuorinen, P.J., Paasivirta, J., Koistinen J. & Rantio, T. 1992. Organochlorines in salmon (*Salmo salar* L.) from the Teno river. In: Tikkanen, E., Varmola, M. & Katermaa, T. (eds.) 1992. Symposium on the state of the Environment and Environmental Monitoring in Northern Fennoscandia and the Kola Peninsula. October 6 - 8, 1992. Rovaniemi, Finland. Artic Centre Publications 4: 186-188.
- Wallerström, T. 1995. Norrbotten, Sverige och medeltiden. Problem kring makt och bosättning i en europeisk periferi. Del 1. Stockholm: Almquist & Wiksell International.
- Weissglas, G., Alatalo, M. & Appelblad, H. 1996. Lax i strida strömmar. Sportfisket som regional utvecklingsresurs. Slutrapport från projektet: Laxen tillbaka till våra älvar.
- Wikström, S. 1980. Kulturhistorisk atlas. Länstyrelsen i Norrbotten. Opubl. uppgift.
- Ympäristöministeriö 1992a. Erityissuojelua vaativat vesistöt. Helsinki: Ympäristöministeriö, ympäristönsuojeluosasto, vesistöjen erityissuojelutyöryhmän mietintö 63/1992. 186 s.
- Ympäristöministeriö 1992b. Arvokkaat maisema-alueet. Helsinki: Ympäristöministeriö, ympäristönsuojeluosasto, maisema-alueityöryhmän mietintö II 66/1992. 204 s.
- Ympäristöministeriö 1997. Jokamiehen oikeudet. Helsinki: Ympäristöministeriö. Esite.
- Zachrisson, G. 1989. Svåra islossningar i Torneälven. Förslag till skadeförebyggande åtgärder. SMHI hydrologi nr 25. Vatten- och Miljöstyrelsen, Finland. SMHIs tryckeri, Norrköping. 67 s.

Kuvailulehti

Julkaisija	Lapin ympäristökeskus ja Norrbottenin lääninhallitus	Julkaisu-aika Elokuu 2001
Tekijä(t)	Annukka Puro-Tahvanainen, Liisa Viitala, David Lundvall, Gunnar Brännström ja Lisa Lundstedt	
Julkaisun nimi	Tornionjoki – vesistön tila ja kuormitus Torne älv – tillstånd och belastning	
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut		
Tiivistelmä	Tornionjoen vesistöalueen pinta-ala on 40 157 km² ja se ulottuu Norjan tunturialueilta Pohjois-Ruotsin ja Luoteis-Lapin kautta alavalle Perämeren rannikolle saakka. Raportti on ensimmäinen koko Tornionjoen vesistöaluetta koskeva selvitys, jossa tarkastellaan vesistöalueen luonnonolosuhteita sekä vesistön tilaa, käyttöä ja kuormitusta. Lisäksi raportissa esitetään suuntaviivat vesistöseurantojen ja velvoitetarkkailujen kehittämiseksi. Maatalous, haja-asutus ja yhdyskuntien jätevedet ovat merkittävimmät ravinnekuormittajat koko vesistöalueella. Ihmisen toiminnasta aiheutuvan ravinnekuormituksen osuus vesistöön tulevasta ravinnehuuhtoumasta on suurin Muonionjoen alapuolisella Tornionjoella, jossa asuu yli puolet alueen väestöstä. Tornionjoen pääuoman veden laatua voidaan pitää pääosin hyvänä. Tornionjoen ja Muonionjoen latvaosat ovat kirkasvetisiä ja karuja. Veden humus- ja ravinnepitoisuus kohoavat joen alaosalla, ja luokituksesta riippuen joen alaosaa voidaan pitää karuna tai lievästi rehevänä vesistönä. Joidenkin Suomen puoleisten sivujokien veden laatu on heikentynyt etenkin metsätaloustoimenpiteiden, mutta myös muun ihmistoiminnan johdosta. Happamoituminen ei ole Tornionjoen vesistöalueella varsinainen ongelma, sillä suurin osa alueen järvistä on puskurikyvyltään kohtuullisia tai hyviä. Alueelta löytyy kuitenkin myös järviä, joiden puskurikyky on heikko ja pH alhainen. Happamoitumisherkkiä alueita ovat osa tunturialueesta sekä Lainiojoen ja Muonionjoen välinen graniittialue. Raskasmetallien ja orgaanisten ympäristömyrkyjen pitoisuudet ovat alueen vesiympäristössä yleisesti ottaen alhaisia. Molempien maiden vesistön tilan seurantaohjelmissa on tähän saakka keskitytty lähes pelkästään veden fysikaalis-kemiallisen laadun seurantaan. Jatkossa koko vesistöalueelle tulee saada yhteensovitettu seuranta- ja tarkkailuohjelma, jossa tulee entistä paremmin ottaa huomioon joen ekologisen tilan arviointi.	
Asiasanat	Tornionjoki, vesistön tila, veden laatu, vesistön käyttö, kuormitus, seuranta	
Julkaisusarjan nimi ja numero	Alueelliset ympäristöjulkaisut 95 Länsstyrelsen i Norrbottens län Rapportserie nummer 3/2001	
Julkaisun teema		
Projekti-hankkeen nimi ja projektin numero		
Rahoittaja/ toimeksiantaja	Suomalais-ruotsalainen rajajokikomissio, Lapin ympäristökeskus ja Norrbottenin lääninhallitus	
Projekti-ryhmään kuuluvat organisaatiot	Lapin ympäristökeskus ja Norrbottenin lääninhallitus	
	ISSN 1238-8610 (Alueelliset ympäristöjulkaisut) 0283-9636 (Norrbottenin lääninhallituksen julkaisusarja)	ISBN 952-11-0377-9 952-11-0377-9
	Sivuja 242	Kieli Suomi ja ruotsi
	Luottamuksellisuus Julkinen	Hinta 140 FIM / 210 SEK
Julkaisun myynti/ jakaja	Lapin ympäristökeskus, puh. (016) 329 4111, telefax (016) 310 340 Norrbottenin lääninhallitus, puh.+46 920-96000, telefax +46 920-228411 Edita Oyj, Asiakaspalvelu, puh. 020 450 05 , telefax 020 450 2380	
Julkaisun kustantaja	Lapin ympäristökeskus ja Norrbottenin lääninhallitus	
Painopaikka ja -aika	Rovaniemen Painatuskeskus Oy, Rovaniemi 2001	

Presentationblad

Utgivare	Lapplands miljöcentral och Länsstyrelsen i Norrbottens län	Datum Augusti 2001
Författare	Annukka Puro-Tahvanainen, Liisa Viitala, David Lundvall, Gunnar Brännström och Lisa Lundstedt	
Publikationens titel	Torne älv – tillstånd och belastning Tornionjoki – vesistön tila ja kuormitus	
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma project		
Sammandrag	Torne älvs avrinningsområde omfattar 40 157 km² och sträcker sig från det norska fjällområdet genom norra Sverige och finska Lapplands nordvästra del ner till den låglänta kusten vid Bottenviken. I den här rapporten, som är den första grundliga utredningen av miljöförhållandena i hela Torne älvs avrinningsområde, behandlas förutom naturförhållandena i området även tillståndet i vattendraget samt hur älven belastas och utnyttjas. Därutöver presenteras också riktlinjerna för hur övervakning och recipientkontroll av vattendraget bör utvecklas. Hela avrinningsområdet belastas i huvudsak av jordbruk, glesbebyggelse och spillvatten från samhällen. Den belastning av närsalter som orsakas av människans verksamhet är störst i den del av Torne älv som ligger nedströms Muonio älv. Inom det här området bor över hälften av befolkningen. Vattenkvaliteten i Torne älvs huvudfåra är i huvudsak god. Vattnet i övre loppet av Torne älv och Muonio älv är klart och näringsfattigt. Humus- och närsalthalten ökar i älvens nedre lopp och beroende på klassificeringen är nedre loppet näringsfattigt eller svagt näringsrikt. På den finska sidan har framför allt skogsbruksåtgärder men också annan verksamhet inom området lett till att vattnet blivit sämre i några biflöden. Försurningen är inte ett egentligt problem inom Torne älvs avrinningsområde för i de flesta sjöarna är buffertkapaciteten måttlig eller god. Men inom området finns även sjöar med svag buffertkapacitet och lågt pH-värde. Känsliga för försurning är delar av fjällområdet och granitområdet mellan Lainio älv och Muonio älv. Halterna av tungmetaller och organiska miljögifter i vattenmiljön är generellt sett låga inom avrinningsområdet. I övervakningsprogrammen av vattendragen har man i båda länderna fram till i dag koncentrerat sig nästan enbart på att övervaka den fysikaliska och kemiska kvaliteten i vattnet. För den fortsatta övervakningen måste ett samordnat övervaknings- och kontrollprogram utarbetas för hela området. I programmet bör även det ekologiska tillståndet i älven beaktas.	
Nyckelord	Torne älv, tillståndet i vattendraget, vattenkvalitet, utnyttjandet av vattendraget, belastning, övervakning	
Publikationsserie och nummer	Regionala miljöpublikationer 95 Länsstyrelsen i Norrbottens län Rapportserie Nummer 3/2001	
Publicationens tema		
Projektets namn och nummer		
Finansiär/ uppgångsgivare	Finsk-svenska gränsälvskommissionen, Lapplands miljöcentral och Länsstyrelsen i Norrbottens län	
Organisationer i projektgruppen	Lapplands miljöcentral och Länsstyrelsen i Norrbottens län	
	ISSN 1238-8610 (Regionala miljöpublikationer) 0283-9636 (Länsstyrelsen i Norrbottens län Rapportserie)	ISBN 952-11-0377-9 952-11-0377-9
	Sidantal 242	Språk finska, svenska
	Offentlighet offentlig	Pris 140 FIM / 210 SEK
Beställningar/ distribution	Lapplands miljöcentral, tel. +358 16 329 4111, telefax +358 16 310 340 Länsstyrelsen i Norrbottens län, tel. 0920-96000, telefax 0920-228411 Edita Öyj, Kundservice, tel. +358 20 450 05, telefax +358 20 450 2380	
Förläggare	Lapplands miljöcentral och Länsstyrelsen i Norrbottens län	
Tryckeri/ tryckningsort och -år	Rovaniemen Painatuskeskus Oy, Rovaniemi 2001	

Documentation page

Publisher	Lapland Regional Environment centre and County Administrative Board of Norrbotten	Date August 2001
Author(s)	Annukka Puro-Tahvanainen, Liisa Viitala, David Lundvall, Gunnar Brännström and Lisa Lundstedt	
Title of publication	Tornionjoki – vesistön tila ja kuormitus Torne älv – tillstånd och belastning (The River Tornio - state and loading of river system)	
Parts of publication/ other project publications		
Abstract	The catchment area of the River Tornio covers 40 157 km² and it runs from the Norwegian mountains through northern Sweden and northwest parts of Finnish Lapland down to the coast of Bothnian bay. This report, which is the first thorough compilation of the environmental situation in the whole catchment area of the River Tornio, not only deals with nature conditions in the region but also considers the state of the river as well as its usage and loading. This report also presents the general recommendations to develop monitoring and recipient control. The major part of the nutrient loading in the whole catchment area comes from agriculture, scattered settlement and wastewater from municipalities. This nutrient loading from human activities is heaviest in the lower part of the catchment area situated downstream of the River Muonio, where a majority of the population (over 50 %) also lives. The water quality in the main stream of the River Tornio is mainly good. The upper parts of the Rivers Tornio and Muonio have clear water and low levels of nutrients. The contents of humic substances and nutrients increases in the lower parts of the river and depending on classification system the lower part is considered to be oligotrophic or mesotrophic. Within the Finnish side of the catchment area mainly forestry but also other activities have deteriorated water quality in some tributaries. Acidification is not considered to be an actual problem in the catchment area of the River Tornio as the buffering capacity is from moderate to good in most of the lakes. However, parts of the mountain region and the granite area situating between the Rivers Lainio and Muonio are sensitive to acidification and there can be found lakes with weak buffering capacity and low pH. The levels of heavy metals and organic pollutants in water ecosystem are generally low. Until today the monitoring programs for watercourses in both countries have focused on the physical and chemical qualities of the water. In future an integrated monitoring program has to be drawn up for the whole catchment area. In the monitoring program the ecological state of the river has to be considered better than earlier.	
Keywords	The River Tornio, state of river system, water quality, usage of river system, loading, monitoring	
Publication series and number	Regional environmental publications 95 County Administrative Board of Norrbottens Report series Number 3/2001	
Theme of publication		
Project name and number, if any	Finnish-Swedish Boarder River Commission, Lapland Regional Environment centre and	
Financier/ commissioner	County Administrative Board of Norrbotten	
Project organization	Lapland Regional Environment centre and County Administrative Board of Norrbotten	
	ISSN 1238-8610 (Regional environmental publications) 0283-9636 (County Administrative Board of Norrbottens Report series)	ISBN 952-11-0377-9 952-11-0377-9
	No. of pages 242	Language Finnish and Swedish
	Restrictions Public	Price 140 FIM / 210 SEK
For sale at/ distributor	Lapland Regional Environment centre, tel. +358 16 329 4111, telefax +358 16 310 340 County Administrative Board of Norrbotten, tel. +46 920-96000, telefax +46 920-228411 Oy Edita Ab, tel. +358 9 566 0266, telefax +358 9 566 0380	
Financier of publication	Lapland Regional Environment centre and County Administrative Board of Norrbotten	
Printing place and year	Rovaniemen Painatuskeskus Oy, Rovaniemi 2001	