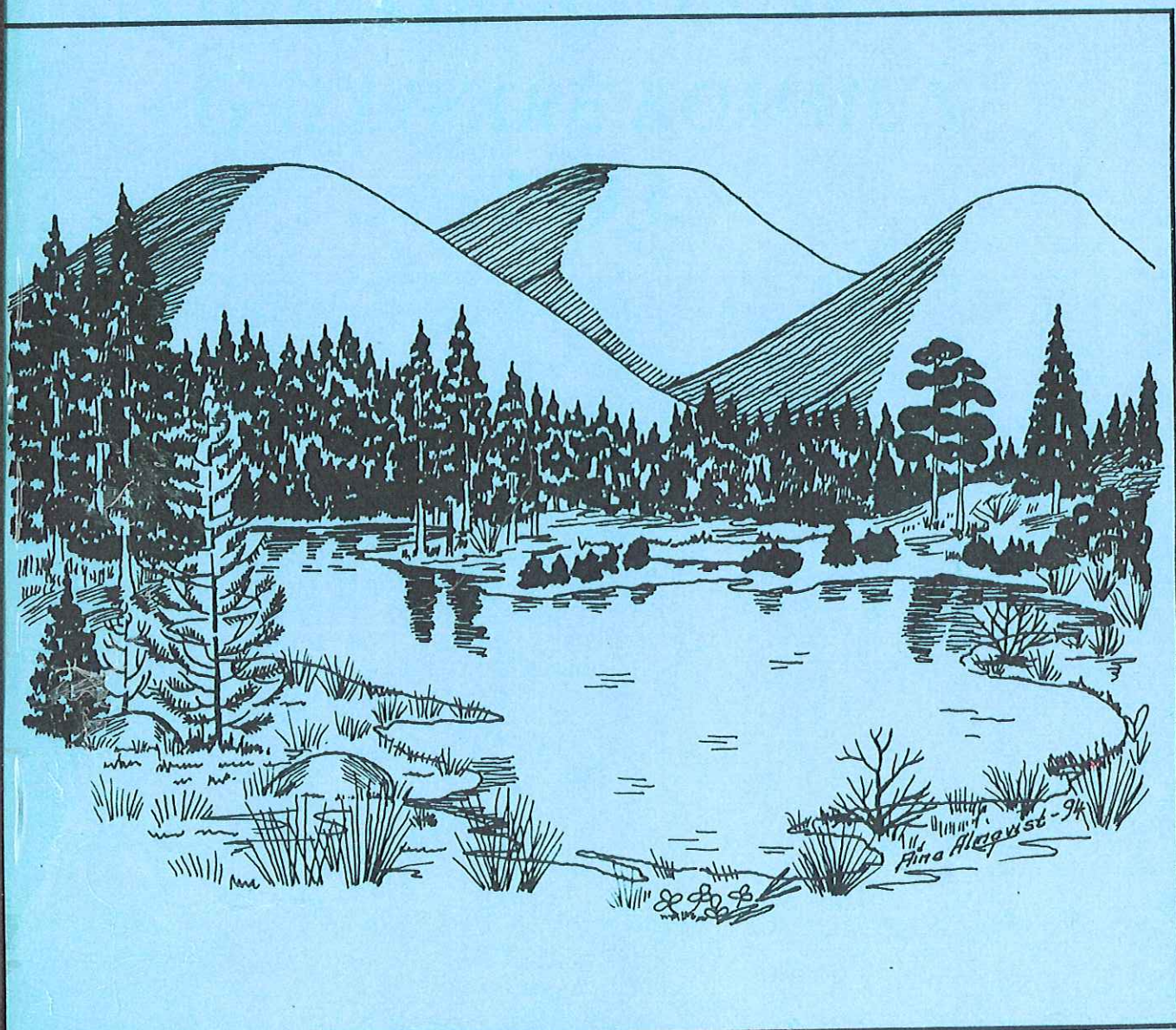


SJÖUNDERSÖKNING I

GÄLLIVARE KOMMUN

1993



LÄNSSTYRELSEN
I NORRBOTTENS LÄN
RAPPORTSERIE
NUMMER 4/1994

SJÖUNDERSÖKNING I GÄLLIVARE KOMMUN 1993

FÖRFATTARE: LISA LUNDSTEDT
OMSLAG: AINA ALMQVIST
KARTOR: AINA ALMQVIST
TRYCK: LÄNSSTYRELSENS TRYCKERI, 1994
UPPLAGA: 200 EX
ISSN: 0283-9636

INNEHÅLL:

INLEDNING.....	1
MATERIAL OCH METODER.....	1
RESULTAT OCH DISKUSSION.....	2
LJUSFÖRHÅLLANDEN	2
SIKTDJUP	2
FÄRG	3
LEDNINGSFÖRMÅGA	3
SURHETSTILLSTÅND.....	4
PH OCH ALKALINITET	4
FÖRSURNINGSPÅVERKAN.....	6
NÄRINGSTILLSTÅND.....	10
FOSFOR.....	10
KVÄVE.....	11
TUNGMETALLER	12
UTÖKAT ANALYSPROGRAM - TUNGMETALLER.....	13
SAMMANFATTNING.....	13
LITTERATUR	14

BILAGOR:

BILAGA 1	KARTA OCH TABELL ÖVER SJÖARNA.
BILAGA 2	ANALYSMETODER
BILAGA 3	TABELL: VATTENKEMISKA ANALYSRESULTAT
BILAGA 4	KARTA: VATTENKEMISKA ANALYSRESULTAT - FÄRG
BILAGA 5	KARTA: VATTENKEMISKA ANALYSRESULTAT - PH
BILAGA 6	KARTA: VATTENKEMISKA ANALYSRESULTAT - ALKALINITET
BILAGA 7	KARTA: VATTENKEMISKA ANALYSRESULTAT - TOTAL-FOSFOR
BILAGA 8	KARTA: VATTENKEMISKA ANALYSRESULTAT - TOTAL-KVÄVE
BILAGA 9	DIAGRAM: FÄRG/ALUMINIUM
BILAGA 10	KARTA: SJÖAR MED UTÖKAT ANALYSPROGRAM - TUNGMETALLER
BILAGA 11	TABELL: UTÖKAT ANALYSPROGRAM - TUNGMETALLER
BILAGA 12	ORDLISTA FÖR KEMISKA BETECKNINGAR

Inledning

Länsstyrelsen har sedan mitten av 1970-talet genomfört regionala sjöundersökningar, oftast i samarbete med berörd kommun. Sjöundersökningarna har genererat värdefull information som varit till stor nytta vid det ordinarie miljövårdsarbetet bl.a vid miljökonsekvensbeskrivningar och framtagande av regionala miljöanalyser.

Undersökningarna har i första hand inriktats mot att ge svar på sjöars förurnings- och näringsstatus. Hittills har Gällivare kommun stått helt utan en sådan inventering. Med tanke på den ökande förurningen och de tunga industrier som finns kring Gällivare och Malmberget var det angeläget att kartlägga den vattenkemiska situationen även här.

Gällivare kommun är den tredje största kommunen i länet. Med sina 15 996 km² sträcker den sig från fjällvärlden och ner i skogslandet i Norrbottens inland. Kommungränsen går till stora delar längs Kalix älv i norr samt längs Lule älv i söder.

Inom kommunen finns två stora industrierverksamheter. Det är Bolidens koppargruva i Aitik samt LKAB:s gruva och bandugnsverk i Malmberget. Aitikgruvan belastar Vassara älv samt Lina älv med framför allt utsläpp av koppar, kväve och svavel (SO₄-S). LKAB:s verksamhet resulterar huvudsakligen i stora luftutsläpp från bandugnsverket av bl.a stoft, SO_x, NO_x, HF samt HCl. Övriga verksamheter såsom reningsverk, värmeverk, sprängmedelstillverkning bidrar även de till den totala belastningen i kommunen.

Material och metoder

Undersökningen är planerad av Lars Lindqvist, länsstyrelsens miljöenhet, i samarbete med miljökontoret i Gällivare kommun. Provtagningen utfördes i augusti 1993 av personal från miljökontoret.

I undersökningen ingår 59 sjöar jämnt fördelade över kommunens yta (bilaga 1). Sjöarna ligger inom höjdintervallet 160 - 943 m.ö.h. De flesta sjöarna är små och är inte direkt påverkade av något utsläpp. Ett flertal av sjöarna är mycket grunda med sjödjup kring 1 m. Majoriteten av sjöarna är svårtillgängliga varför helikopter användes vid provtagning av 28 av sjöarna. Resterande sjöar provtogs från båt.

Proven togs mitt i sjön med en ruttner-hämtare på ca 0,5 m djup. Temperatur och siktdjup mättes vid provtagningstillfället. Siktdjupet bestämdes med en vit ruttnerhämtare med diametern 11,5 cm.

Proven skickades därefter till länsstyrelsens laboratorium där pH, konduktivitet, alkalinitet och färg analyserades. Övriga analyser var $\text{PO}_4\text{-P}$, total-P, $\text{NO}_3\text{-N}$, total-N, Ca, Mg, Cl, SO_4 , Na, K, Si, Ba, Fe, Mn, Al och Zn vilka utfördes av Svelab och SGAB Analys i Luleå. I åtta av sjöarna genomfördes ett utökat analysprogram. Dessa sjöar är belägna närmast runt tätorterna i Gällivare/Malmberget tätort och dess industrier. Här analyserades även As, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb och Hg av SGAB Analys i Luleå. (Analysmetoder i bilaga 2)

I fyra av proven har sediment följt med vid provtagningen vilket tydligt påverkat resultaten. Dessa sjöar har därför inte tagits med i denna utvärdering. Denna rapport bygger alltså på 55 sjöar i Gällivare kommun. Uppgifter om sjöarna redovisas i bilaga 1.

Samtliga resultat diskuteras med utgångspunkt från naturvårdsverkets klassning av vattenkvalitet i Allmänna råd 90:4 - Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag.

Resultat och diskussion

Samtliga resultat redovisas i tabell (bilaga 3) samt på karta (bilagorna 4-9).

Ljusförhållanden

Ljusförhållandena i en sjö är av stor betydelse för sjöns primärproduktion, d.v.s växt-organismernas fotosyntes och tillväxt. Sjöns övriga produktion beror av primärproduktionen. Förekomst av löst och partikulärt material såsom humus och lermaterial samt växt-organismerna själva, påverkar alla ljusförhållandena i en sjö. Ljusförhållandena kan försämrats genom diverse mänskliga aktiviteter såsom utdikning av marker och skogsavverkning, då stora mängder av löst material kan frigöras och hamna i sjöar och vattendrag.

Siktdjup

Siktdjupet mäts oftast med en vit skiva med 20 cm i diameter. Siktdjupet är det vattendjup där den vita skivan inte längre kan uppfattas av det mänskliga ögat och motsvarar ungefär den nivå där 5% av de till vattenytan instrålade ljuset finns kvar.

I denna undersökning har siktdjupet endast kunnat mätas i ett fåtal sjöar. 28 av sjöarna provtogs från helikopter varför siktdjupsbestämning av naturliga orsaker var svårt att utföra. Resterande 27 sjöar var 10 så grunda att siktdjupet översteg sjödjupet. I de kvarvarande sjöarna uppmättes som mest siktdjup på 6,5 samt 6,0 m. Det var i nr 61 Parajaure,

ca 1 mil nordväst om Gällivare tätort, resp nr 8 Sammakkosjön i byn Sammakko. I övriga sjöar låg siktdjupet i medel på 1,8 m med minsta noteringen från 57 Pitkäjärvi som endast hade 0,8 m siktdjup.

Färg

Vattnets färgtal används som ett mått på humusinnehållet. Färgtalet mäts i en skala från helt klart vatten till mycket "brunt" vatten. Vattnets färg varierar mycket från sjö till sjö beroende av bl.a avrinningsområdets beskaffenhet. En sjö belägen i ett myrområde har ett högre humusinnehåll och därmed ett mer färgat vatten än exempelvis en fjällsjö.

Analys av färgtal finns från samtliga sjöar (tab 1 och bilaga 4).

Tab 1: Sjöarnas färgtal (mgPt/l).

	Färgtal mgPt/l	antal sjöar
Obetydligt färgat vatten	<10	13
Svagt färgat vatten	10-25	15
Måttligt färgat vatten	25-60	11
Betydligt färgat vatten	60-100	12
Starkt färgat vatten	>100	4

Färgtalet uppvisar ett tydligt avtagande med ökande höjd över havet. De flesta av fjällsjöarna är klara och har ett färgtal kring 5-15 mgPt/l. Ett undantag är en mycket liten sjö vid berget Hälka beläget mellan Langas i Luleälven och Satihaure, nr 30 H.705, som hade 30 mgPt/l. Längre ner i skogslandet är sjöarna mer humösa och har därmed högre färgtal.

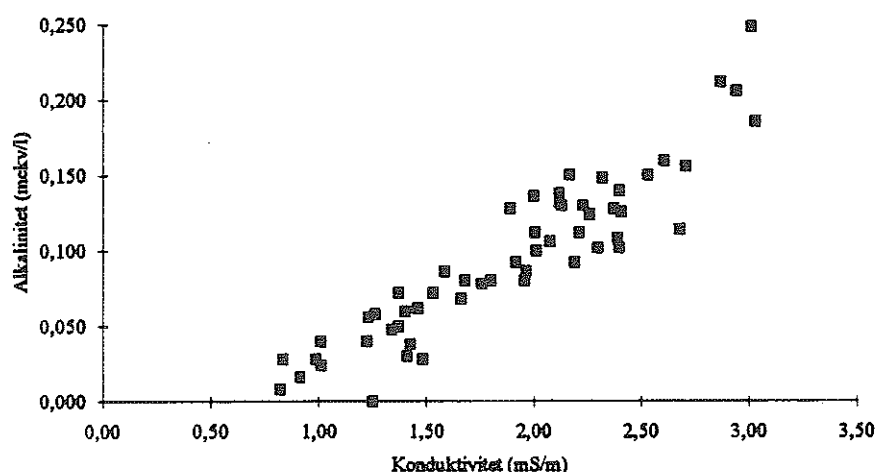
Vid bedömningar av en sjös försurningspåverkan spelar färgtalet en stor roll. Ett stort innehåll av humussyror, kan naturligt ge upphov till lägre pH och alkalinitet än motsvarande sjö med ofärgat vatten. Man bör därför ta hänsyn till bl.a färgtalet vid försurningsbedömningar.

Ledningsförmåga

Kemiskt rent vatten finns inte i naturen. Alla vatten innehåller varierande koncentrationer av lösta ämnen, s.k joner. Positivt laddade joner kallas för katjoner och de negativt laddade för anjoner. Huvuddelen av jonerna utgörs av Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , K^{+} , HCO_3^{-} , SO_4^{2-} och Cl^{-} vilka tillsammans kallas de större konstituenterna. Även andra ämnen såsom N, P, Fe, Mn, Si m.m återfinns i naturliga vatten. Summan av detta joninnehåll kallas för ett

vattens salthalt och analyseras som ledningsförmåga - konduktivitet. Ju större joninnehåll, d.v.s innehåll av lösta ämnen, desto högre ledningsförmåga.

Samtliga sjöar i denna undersökning är jonsvaga med konduktiviteter under ca 3 mS/m. Den dominerande jonen är vätekarbonat, HCO_3^- , vilket bl.a visar sig genom att konduktiviteten är starkt korrelerad med alkaliniteten (fig 1). I några sjöar dominerar dock något av de övriga ämnena. I exempelvis nr 40 Rarkajaure vid norska gränsen, är det Na^+ och Cl^- som dominerar, vilket är naturligt med tanke på dess närhet till havet i väster.



Figur 1: Konduktivitet avsatt mot alkalinitet.

Den dominerande ordningen för katjonkoncentrationen i sjöarna är $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$ (beräknat i mekv/l). Den "normala" ordningen anses vara $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{K}^+$. En jonordning med en klar dominans av HCO_3^- och Ca^{2+} är mycket vanlig och förekommer där berggrundspåverkan är stor.

Surhetstillstånd

pH och alkalinitet

Surhetstillståndet är av stor betydelse för de vattenlevande organismerna eftersom det direkt påverkar en rad viktiga processer. Surhetstillståndet analyseras som pH och är ett mått på ett vattens innehåll av vätejoner, H^+ . Ju surare vatten desto lägre pH och högre innehåll av vätejoner. pH bestämmer bland annat förekomstformen och därmed den biologiska tillgängligheten för många ämnen.

Alkaliniteten anger vattnets förmåga att neutralisera sura vätejoner och kallas buffertkapacitet. När en sjö utsätts för surt nedfall tär detta på sjöns buffertkapacitet vilket

medför att alkaliniteten minskar samtidigt som pH sjunker, d.v.s sjöns innehåll av vätejoner ökar.

pH och alkalinitet i ett vatten varierar mycket under året, ju mindre vattendrag eller sjö desto större variationer är det. Exempelvis under snösmältningstider sjunker pH och alkalinitet mycket snabbt under en kort tid för att sedan stiga framåt sommaren.

Sjöarna i undersökningen har mycket varierande pH- och alkalinitetsvärden (tab 2 och 3 samt bilagorna 5 och 6).

Tabell 2: pH i sjöarna

	pH	antal sjöar
Klass 1	>7,1	2
Klass 2	6,8-7,1	25
Klass 3	6,3-6,8	24
Klass 4	5,7-6,3	2
Klass 5 (mycket surt)	<5,7	2

Tab 3: Sjöarnas alkalinitet (mekv/l)

	Alkalinitet mekv/l	antal sjöar
Mycket god buffertkapacitet	>0,5	0
God buffertkapacitet	0,1-0,5	26
Svag buffertkapacitet	0,05-0,1	16
Mycket svag buffertkapacitet	0,01-0,05	11
Ingen buffertkapacitet	<0,01	2

Ungefär hälften av sjöarna har ett pH-värde under 6,8 samt svag till ingen buffertkapacitet. Endast två sjöar belägna i kommunens nordostliga del, hade pH-värden över 7,1 vid provtagningstillfället. Det var en mycket liten sjö, nr 4 Haukijärvi och en av de större sjöarna i denna undersökning, nr 1 Vettasjärvi. Dessa sjöar hade även de högsta alkaliniteterna 0,248 resp 0,212 mekv/l. Tillsammans med en liten sjö öster om berget Sjisjka, nr 52 H.517, var dessa sjöar de enda som hade en alkalinitet som översteg 0,200 mekv/l vid provtagningstillfället.

Surast i undersökningen var två sjöar rakt norr om Gällivare/Malmberget, nr 57 Pitkajärvi med pH 5,64 och alkaliniteten 0,008 mekv/l, och nr 58 Kaivosjärvi som hade 5,25 resp 0,000 mekv/l.

Små fjällsjöar är ofta svagt buffrade. De är belägna i små avrinningsområden med mycket tunna jordlager. Dessa sjöar är därför i hög grad direkt påverkade av nederbördens kvalitet. I undersökningen hade samtliga sjöar över 600 m.ö.h alkaliniteter kring 0,130 mekv/l och mycket lägre. pH kan trots detta vara relativt högt i dessa sjöar, här mellan 6,5 och 7,0. Nr 30 H.705 avviker något med ett lägre pH, 5,99. H.705 hade även den lägsta alkaliniteten av fjällsjöarna, endast 0,016 mekv/l.

Försurningspåverkan

Det är viktigt att i sammanhanget skilja på en sur sjö och en försurad sjö. En sjö kan ha både lågt pH och låg alkalinitet utan att den är försurad. Det är först när sjön har ett lägre pH och alkalinitet än den borde ha utifrån det naturliga tillståndet, som den är försurad. Det är dock inte alldeles lätt att bedöma vilket pH och alkalinitet en sjö ska ha under opåverkade förhållanden. Det finns många olika metoder för denna bedömning men ingen metod ger hela sanningen och resultaten måste alltid tas med en nypa salt.

Det vanligaste metoden att bedöma försurningspåverkan är med utgångspunkt från sammansättningen av Ca, Mg samt SO_4 och Cl. Orsaken till detta är följande:

Det svavel och kväve som släpps ut från olika industriverksamheter, genomgår ett antal reaktioner i luften. Slutresultatet blir att svavel omvandlas till svavelsyra (H_2SO_4) och kväve till salpetersyra (HNO_3). Efter en tid kommer syrorna i kontakt med vatten och faller då till marken tillsammans med regn och snö. När ett område belastas med försurande ämnen åtföljs detta av en minskning av pH och alkalinitet i sjöar och vattendrag. Men innan denna försurning slår igenom i sjövattnet startar först ett antal processer i omgivande marker.

I marken kommer de sura ämnena att delta i de olika processer som pågår här. Markens partiklar fångar upp de sura ämnena och lämnar istället ifrån sig bl.a Ca och Mg till det genomströmmande vattnet. Följden av detta blir alltså att Ca och Mg strömmar ut från marken till omgivande sjöar och vattendrag. Markens innehåll av sura ämnen ökar vilket medför att markens pH sjunker samtidigt som halten Ca och Mg ökar i sjöar och vattendrag. De SO_4 -joner som följer med svavelsyran deltar inte i någon hög grad i några reaktioner utan transporteras med markvattnet ut till sjöar och vattendrag.

En del av de SO_4 -, Ca- och Mg-joner som finns i ett vatten är av marint ursprung. Därför är man intresserad av den s.k. "icke-marina" halten av jonerna. Denna del framräknas med hjälp av Cl-halten.

~~~~~

Med hjälp av uppmätta halter av Ca, Mg, SO_4 och Cl beräknas den s.k. ursprungliga alkaliniteten (Alk_0) som sedan jämförs med den uppmätta alkaliniteten (Alk). Kvoten mellan dessa (Alk/Alk_0) ska ge ett mått på försurningspåverkan.

Om den uppmätta alkaliniteten är ungefär lika med den ursprungliga alkaliniteten får man en kvot på ca 1,0. När den uppmätta alkaliniteten (Alk) avsätts mot ursprunglig alkalinitet (Alk₀) i ett diagram får man, i ett opåverkat tillstånd, en rät linje som skär igenom origo.

De beräkningar som gjorts nedan grundar sig på en formel som är hämtad från naturvårdsverkets allmänna råd 90:4 (modell I):

Modell I $\text{Alk}_0 = 0,93 \cdot \text{Ca} + 0,93 \cdot \text{Mg} - 0,19 \cdot \text{Cl} - 0,30 \cdot \text{SO}_4 + 0,01$ (SNV AR 90:4)

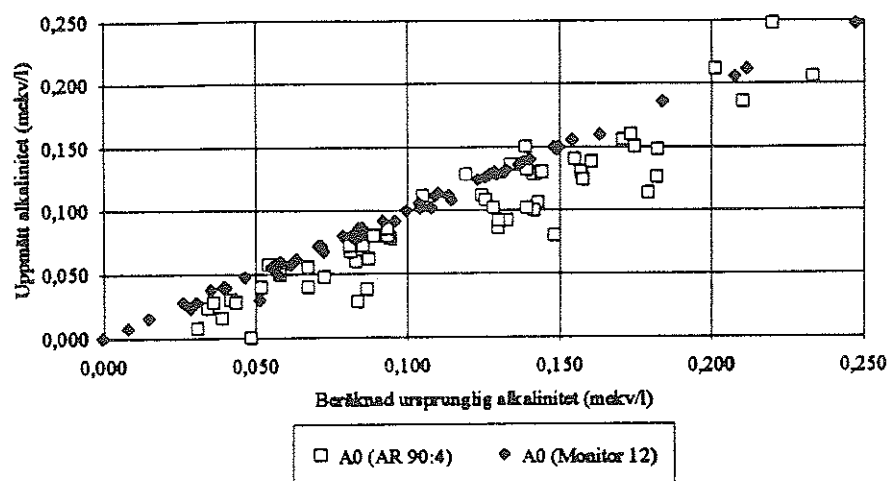
Beräkningen visar att en majoritet av sjöarna i undersökningen, ca 62 %, är opåverkade av förorening (tab 4 och fig 2). Resterande 21 sjöar betecknas alltså som föroreningsspåverkade varav en av sjöarna är mycket starkt påverkad enligt beräkningen. Den mest påverkade sjön är nr 58 Kaivosjärvi som vid provtagningstillfället inte hade någon alkalinitet över huvud taget.

Tabell 4: Beräknad föroreningsspåverkan (Alk/Alk₀) i sjöarna (enligt SNV AR 90:4).

	antal sjöar
Ingen eller obetydlig påverkan	34
Tydlig påverkan	16
Stark påverkan	4
Mycket stark påverkan	1

Fyra av sjöarna är enligt beräkningen starkt föroreningsspåverkade. Tre av dessa är mycket små sjöar med jonsvagt vatten samt låg alkalinitet. Det är nr 57 Pitkajärvi, nr 59 Vällomnatjärn, nr 30 H.705. Den fjärde sjön är nr 12 Tammukajärvi. Tammukajärvi är något större än de tre övriga och har något högre konduktivitet och alkalinitet men har däremot ett relativt högt färgtal, 120 mgPt/l varför man kan anta att beräkningen är något missvisande för dessa sjöar.

En annan beräkningsmetod som presenterades i Monitor 12 ger en helt annan bild av föroreningssituationen i sjöarna (modell II). Enligt denna beräkningsmodell är majoriteten av sjöarna opåverkade av förorening och endast en sjö klassas som föroreningsspåverkad, nr 58 Kaivosjärvi (fig 2).



Figur 2: Uppmätt alkalinitet avsatt mot beräknad ursprunglig alkalinitet (A0) beräknat enligt AR 90:4 samt Monitor 12. Ett opåverkat tillstånd resulterar i en rät linje i 1:1.

I försurningsberäkningar enligt Monitor 12 används följande formler:

Modell II

1. $[BC^*] = [Ca] + [Mg] - 0,233 * [Cl]$
2. $[SO_4^*] = [SO_4] - 0,103 * [Cl]$
3. $[ANC] = [BC^*] - [SO_4^*]$
4. $[SO_4^*]^0 = 11 + 0,025 [BC^*]$
5. $F = 0,8 \arctan(0,0043 * (Alk + 200))$
6. $[BC^*]^0 = -F * ([SO_4^*] - [SO_4^*]^0) + [BC^*]$
7. $[ANC]^0 = [BC^*]^0 - [SO_4^*]^0$
8. $Alk^0 = Alk - [ANC] + [ANC]^0$

Beräknas i uekv/l.

- | | |
|--------------|---|
| $[BC^*]$ | icke-marin baskatjonhalt |
| $[BC^*]^0$ | förindustriell icke-marin baskatjonhalt |
| $[SO_4^*]$ | icke-marin sulfathalt |
| $[SO_4^*]^0$ | förindustriell icke-marin sulfathalt |
| $[ANC]$ | acid neutralizing capacity (syra neutraliserande kapacitet) |
| $[ANC]^0$ | förindustriell "acid neutralizing capacity" |

(Monitor 12)

Denna modell är mer omfattande och innehåller bl.a en faktor F (ekvation 5, modell II) som ska utgöra ett mått på jonbytenas andel av syraneutraliseringen. Enligt denna metod beräknas dock F-faktorn enbart med utgångspunkt från den uppmätta alkaliniteten - d.v.s det värde man sedan ska jämföra med. I jonsvaga vatten kommer värdena för både $[ANC]$ och $[ANC]^0$ att bli mycket låga (ekvation 8, modell II ovan) vilket resulterar i att den ursprungliga alkaliniteten (Alk^0) blir lika stor som den uppmätta alkaliniteten (Alk). Den uppmätta alkaliniteten har därför stor inverkan på hur stor den beräknade ursprungliga alkaliniteten blir. En modell där det uppmätta alkalinitetsvärdet är den parameter som har

störst betydelse för försurningsbedömningen är alltså inte tillämpbar, i alla fall inte i ett län som Norrbotten.

Ytterligare metoder att studera försurningspåverkan på är att jämföra uppmätt halt av icke-marina baskatjoner med beräknad ursprunglig halt av icke-marina baskatjoner. Nedan kommer två olika beräkningsmodeller för ursprunglig baskatjonhalt att användas (modell III). Den ena är hämtad från Monitor 12 ($[BC^*]^0$) och den andra har tagits fram i samband med studier av försurningstillståndet i Norrlands inland och fjälltrakter ($[BC^*]_{mod}$) (Lindgren et al, in prep). Den senare bygger på resultat från ca 500 sjöar i Norrbottens inland- och fjälltrakter.

Följande formler används i nedanstående beräkningar:

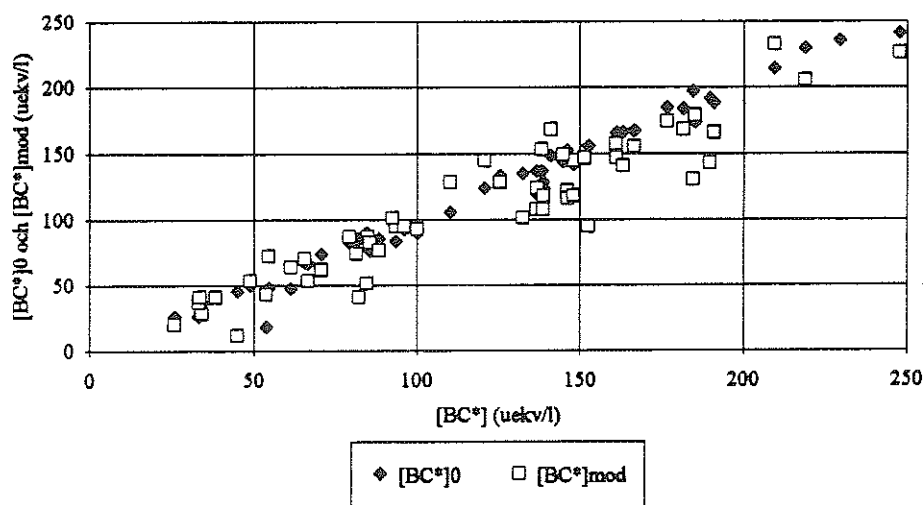
Modell III

Icke-marin baskatjonhalt:
 $[BC^*] = [Ca] + [Mg] - 0,233 \cdot [Cl]$
(SNV Rapport 3627)

Ursprunglig baskatjonhalt I:
 Ekvationerna 1, 2, 4, 5 och 6 enligt modell II ovan.
(Monitor 12)

Ursprunglig baskatjonhalt II:
 $[BC^*]_{mod} = 1,04 \cdot alk + 0,012$
(Lindgren G. et al)

Ingen av dessa beräkningar visar på någon markant ökning av baskatjonhalterna (fig 3). Baskatjonhalten är endast obetydligt förändrad för de flesta av sjöarna.



Figur 3: Beräknad ursprunglig baskatjonhalt, $[BC^*]^0$ (Monitor 12), $[BC^*]_{mod}$ (Lindgren et al), avsatt mot nuvarande baskatjonhalt ($[BC^*]$). Ett opåverkat tillstånd resulterar i en rät linje i 1:1.

En annan bedömningsmetod är att jämföra uppmätt halt av icke-marint sulfat (SO_4) med beräknad ursprunglig halt av icke-marint sulfat. (beräkning enligt modell II, ekvation 1,2 och 4). Beräkningarna visar att SO_4 -halterna ökat med upp till det dubbla i flertalet av sjöarna sedan förindustriell tid. I 15 av sjöarna har SO_4 -halten mer än fördubblats. Sex av dessa är små fjällsjöar där ett högt SO_4 -innehåll i nederbörden mycket snabbt kan slå igenom. Övriga sjöar med relativt stor SO_4 -ökning återfinns sydost om Gällivare/Malmberget i kommunens östliga del.

Ingen av beräkningsmetoderna ovan är helt invändningsfria. Ingen av dem tar t.ex. hänsyn till humussyrornas inverkan på pH och alkalinitet. Samtliga beräkningar kan slå särskilt hårt i jonsvaga sjöar med låg alkalinitet där en liten differens mellan ursprunglig och nuvarande halt kan resultera i en kvot som klassas som försurningspåverkat.

Sammantaget ligger förmodligen sanningen någonstans mitt emellan dessa teorier. För att kunna göra en bedömning av försurningspåverkan av en enskild sjö, måste en mer ingående provtagning göras av sjön där samtliga parametrar vägs samman. Några av sjöarna i undersökningen skulle kunna undersökas mer ingående bl.a. sjöarna nr 57 Pitkäjärvi, nr 58 Kaivosjärvi, nr 59 Välkomnatjärn som alla hade mycket låga alkaliniteter. Även i små fjällsjöar kan man befara att dagens sura nedfall medför en icke önskvärd påverkan på det biologiska livet.

Försurningshotet är således, liksom för hela Norrbottens inland och fjälltrakter, *ännu* inte överhängande i Gällivare kommun. Ett stort antal sjöar och vattendrag i Gällivare kommun har naturligt låga buffertkapaciteter och är därför känsliga för en ökning av dagens belastning av försurande ämnen. Dagens svaveldeposition är ca $0,30 \text{ g/m}^2$ vilket är högre än den beräknade kritiska belastningsgränsen på $0,25 \text{ g/m}^2$. Den kritiska belastningsgränsen är satt för att skydda känsliga arter och ekosystem. Ett överskridande av denna gräns befars kunna medföra bestående förändringar i miljön. Förr eller senare är markens buffrande förmåga förbrukad med obotlig skada på ekosystemen som följd.

Näringstillstånd

Fosfor

Alla växter behöver fosfor för sin tillväxt. Tillgången på fosfor är i de flesta sötvatten naturligt mycket låg. Därför regleras produktionen främst av just fosfor i de flesta sjöar och vattendrag. Fosfor kan tillföras sjöar och vattendrag på olika vägar. Dels frigörs fosfor genom vittring i mark och berggrund, dels medför människans olika aktiviteter såsom jordbruk, skogsbruk samt olika slags punktutsläpp en ökad fosforbelastning. Sjöar med

hög fosfortillförsel kan få en kraftig tillväxt av alger under sommaren, s.k algblomning. På längre sikt ökar även tillväxten av rotade vattenväxter. I rinnande vatten är det fastsittande alger som ökar.

Ett vattens näringsgrad brukar klassas med utgångspunkt från fosforhalten. En sjö med hög fosforhalt kallas eutrof (näringsrik) och vid låga halter kallas den oligotrof (näringsfattig). I vissa högeutrofa vatten kan fosforhalterna vara så höga att det istället är kvävet som utgör den begränsande faktorn för produktionen. Sådana vatten kan man däremot inte finna i denna undersökning.

Tab 5: Näringsstillståndet klassat efter totalfosfor (ug/l).

	Total-P ug/l	antal sjöar
Mycket närings- fattigt	<7,5	28
Näringsfattigt	7,5-15	17
Måttligt näringsrikt	15-25	4
Näringsrikt	25-50	6
Mycket näringsrikt	>50	0

En majoritet av sjöarna i undersökningen är näringsfattiga eller mycket näringsfattiga (tab 5). Ingen sjö kan betecknas som mycket näringsrik. Endast en liten del av fosfor föreligger som fosfat, $\text{PO}_4\text{-P}$. Den sjö som uppvisade högst fosforvärde var den lilla sjön vid Hälka - nr 30 H.705, som hade en total-fosforhalt på 43 ug/l vilket klassas som näringsrikt. Fjällsjöar är oftast mycket näringsfattiga och med undantag för H.705 kan man tydligt se en gradient där fosforhalten minskar med stigande höjd över havet. De högsta halterna återfinns i sjöar belägna lägre än 400 m.ö.h.

I sju av sjöarna uppmättes extremt låga fosforhalter, mindre än detektionsgränsen på 2 ug/l. Så låga fosforhalter är mycket ovanliga. Det är därför mycket troligt att detta rör sig om ett konsekvent analysfel.

Kväve

Kväve är ett mycket viktigt grundelement för allt levande, t.ex i proteiner och DNA. Kväve tillförs sjöar och vattendrag via atmosfären och omgivande marker. Av all den mängd kväve som finns är det bara en mindre del som är tillgängligt för växterna. Exempelvis kan luftens innehåll av kväve endast utnyttjas av vissa kvävefixerande organismer.

Tab 6: Totalkväve (ug/l).

	Total-N ug/l	antal sjöar
Mycket låga halter	<300	45
Låga halter	300-450	6
Måttligt höga halter	450-750	4
Höga halter	750-1 500	0
Mycket höga halter	>1 500	0

Kvävehalterna uppvisar samma mönster som fosfor. De flesta av sjöarna har mycket låga halter av kväve (tab 6). En bråkdel av kvävet i sjöarna föreligger som $\text{NO}_3\text{-N}$. Den högsta totalkvävehalten som uppmättes i denna undersökning var 529 ug/l vilket klassas som måttligt höga halter. Det var i sjö nr 9 Naulajärvi. H.705 har en aning lägre halt, 515 ug/l. I sjöar på hög höjd över havet uppmättes enbart låga och mycket låga kvävehalter, återigen med undantag för H.705.

Tungmetaller

Metaller uppträder i naturen i mycket varierande koncentrationer. En typisk egenskap för metaller är deras höga elektriska ledningsförmåga. Tungmetaller definieras ofta som de metaller som har en densitet som överstiger 5 g/cm³. De flesta tungmetaller finns i mycket låga halter i naturliga vatten. Flera av dem är essentiella (nödvändiga) för organismers tillväxt men vid ökande halter ökar de olika tungmetallernas potentiella toxicitet.

Metallernas toxicitet varierar i hög grad med vattnets pH, hårdhet, näringsgrad, humus-innehåll, partikelinnehåll, närvaro av andra tungmetaller m.m. Dessa variabler påverkar metallernas förekomstform och biotillgänglighet. För ett flertal tungmetaller gäller att vid låga pH-värden föreligger metallen i löst form, vilket är den mest toxiska formen. För andra metaller är det tvärtom, de föreligger i stället i löst form vid höga pH-värden. För vissa metaller gäller att vid ett högt partikelinnehåll i vattnet kan komplexbildningar ske mellan metallen och partiklarna. Detta medför att metallens biologiska tillgänglighet minskar. Det gäller t.ex för aluminium och bly som kan bilda stabila komplex med humus. Å andra sidan kan dessa komplex fungera som "bärare" av metallerna och bidra till att dessa sprids.

I samtliga sjöar har Fe, Al, Mn och Zn analyserats. Fe och Mn är två viktiga spårämnen som ingår i organismernas ämnesomsättning. Dessa metaller förekommer sällan i toxiska nivåer i naturliga vatten. Sjöarna i undersökningen uppvisar generellt låga tungmetallhalter med vissa undantag.

Man har hos zink funnit effekter på växt- och djurplankton vid halter på 15 ug/l vilket klassas som höga halter. Andra effekter vid dessa haltnivåer kan vara undvikandereaktioner hos fiskyngel. I fem av sjöarna uppmättes Zn-halter över 15 ug/l. Fyra av dessa ligger inom 2 mils radie från Gällivare/Malmberget.

Aluminium tillhör inte de giftigaste av metallerna men eftersom den är jordskorpan vanligaste metall och dessutom är lätttröglig utgör den ett miljöproblem vid ökande förurning. Aluminiums toxicitet är starkt beroende av vattnets humushalt, d.v.s färgtal, på så sätt att humusbundet Al har mycket lägre akut toxicitet än obundet Al. Två av sjöarna i undersökningen hade Al-halter som kan klassas som höga. Det var två fjällsjöar med mycket klart vatten, nr 45 Urtejaure och nr 46 Tjikkomjaure. Nio sjöar hade måttligt höga Al-halter (bilaga 9).

Utökat analysprogram - tungmetaller

I åtta av sjöarna i undersökningen har ett utökat analysprogram utförts. Dessa åtta sjöar är utvalda med tanke på att de är belägna närmast Gällivare/Malmberget tätort med dess olika industriverksamheter. Det är nr 58 Kaivosjärvi, 59 Välkomnatjärn, 60 Laktjärn, 61 Parajaure, nr 62 Pikku Salmijärvi och 63 Ala Harrilombolo nord till nordväst om tätorten samt nr 20 Yli Salmijärvi och 21 Puksujärvi sydost om Aitikgruvan. Sjöarnas lokalisering framgår av bilaga 10. Här har förutom övriga analyser även analys av As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb och Hg utförts. Analyser av Hg resulterar dock i mindre-än-värden eftersom Hg endast förekommer i mycket låga halter i naturliga vatten, kring 10^{-9} g/l.

Tungmetallhalterna i de åtta sjöarna är i stort sett låga med vissa undantag (bilaga 11). Nr 59 Välkomnatjärn hade en Cr-halt som klassas som måttligt hög, klass 3. Nr 20 Yli Salmijärvis Cd-halt låg även den på en måttligt hög nivå, klass 3. Yli Salmijärvi uppvisade även höga kopparhalter, klass 4 samt hade de högsta halterna av As och Cd. Som kuriosas kan nämnas att Ba-halten i samma sjö i genomsnitt låg 5 gånger högre än i de övriga sju sjöarna. Yli Salmijärvis närhet till koppargruvan i Aitik kan till viss del förklara några av halterna. För övriga metaller låg den mycket lilla sjön Välkomnatjärn, i topp för några av dem. Sjön är belägen mycket nära Malmberget och LKAB:s område.

Sammanfattning

Resultaten från undersökningen visar att det som är ytterst avgörande för sjöarnas vattenkemi är sjöarnas storlek samt avrinningsområdenas beskaffenhet i första hand samt

den atmosfäriska depositionen i andra hand. Sjöarna är i allmänhet jonsvaga, näringsfattiga samt svagt buffrade.

Försurningshotet är *ännu* inte överhängande i Gällivare kommun. Sjöarna är överlag relativt opåverkade av försurning men med den svaga buffertkapacitet som sjöarna uppvisar är de mycket känsliga för försurande nedfall. Dagens svaveldeposition i området är ca 0,30 g/m² vilket är högre än den uppsatta kritiska belastningsgränsen på 0,25 g/m². Ett stort antal sjöar och vattendrag i Gällivare kommun har naturligt låga buffertkapaciteter och är därför känsliga för en ökning av dagens belastning av försurande ämnen.

Vissa frågetecken har dock dykt upp som bör utredas närmare, bl.a:

- Orsaken till nr 20 Yli Salmijärvis höga kopparhalt.
- Har det biologiska livet i de två fjällsjöarna med höga Al-halter påverkats?
- Varför har sjöarna närmast Gällivare höga Zn-halter?

Litteratur:

Bernes, C. (1991) Monitor 12. Försurning och kalkning av svenska vatten. Statens Naturvårdsverk.

Broberg, A., Jansson, M. (1981) Abiotiska faktorerers karaktäristiska, funktion och om-sättning i sötvatten. Limnologiska institutionen, Uppsala universitet.

Laveskog, A., Lindskog, A., Stenberg U. (1976) Om metaller. En litteratur-sammanställning. Statens Naturvårdsverk.

Lindgren, G. et al. Försurning av mindre vattendrag i Norrland. in prep.

Lithner, G. (1989) Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Bakgrundsdocument 2. Metaller. Statens Naturvårdsverk. Rapport 3628.

Statens Naturvårdsverk (1990) Allmänna råd 90:4. Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Klassificering av vattenkemi samt metaller i sediment och organismer.

Wetzel, R.G. (1983) Limnology. Second edition.

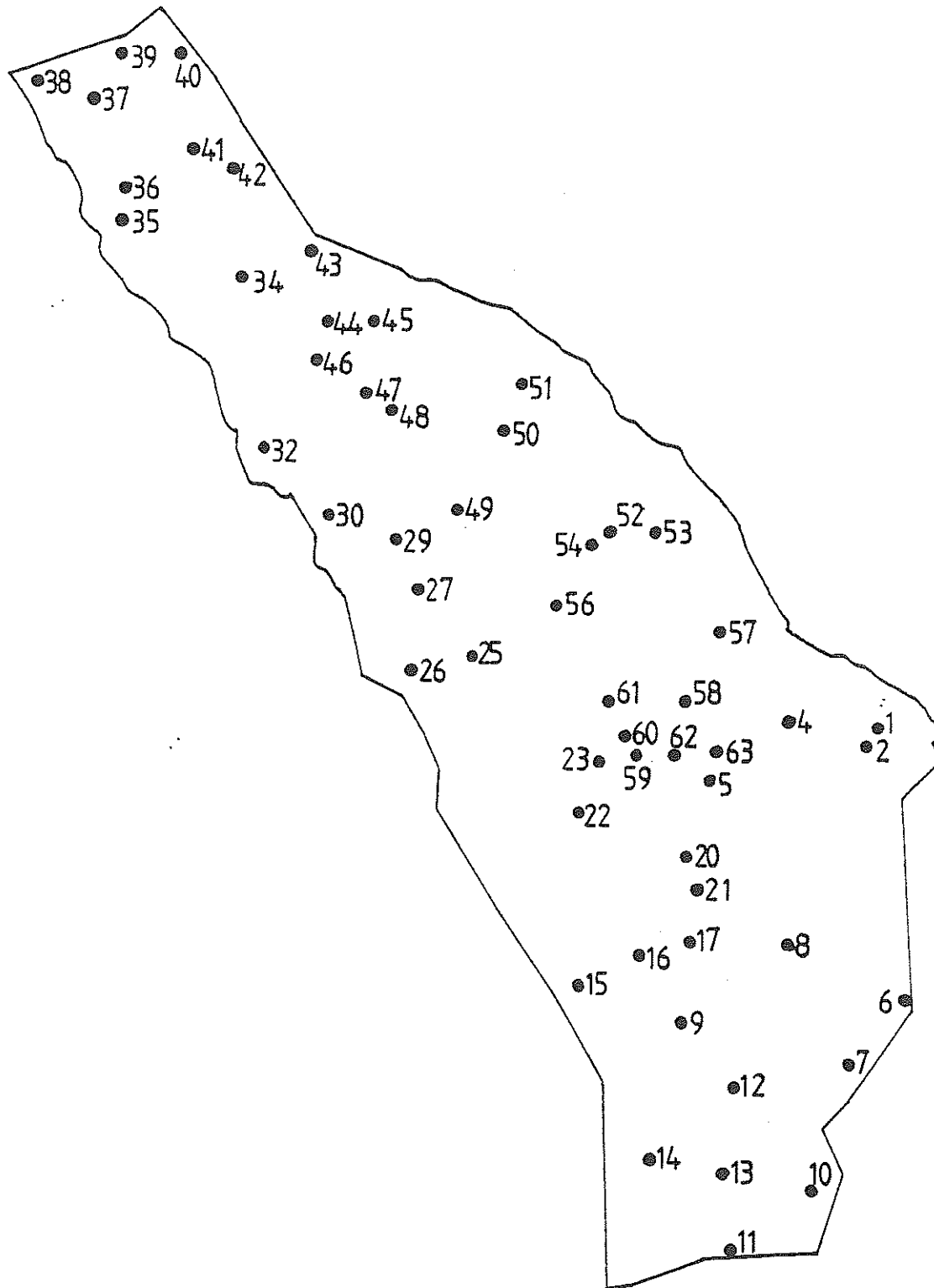
Wiederholm, T. (1989). Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Bakgrunds-dokument 1. Näringsämnen, syre, ljus, försurning. Statens Naturvårdsverk. Rapport 3627.

BILAGA 1

KARTA OCH TABELL ÖVER SJÖARNA.

Sjöundersökning Gällivare kommun

Bilaga 1 sida 1



Nr	Namn	Älvsystem	X	Y	h.ö.h (m)
1	Vettasjärvi	Kalix älv	748799	175012	350
2	Runnarjärvi	Kalix älv	748432	174940	345
4	Haukijärvi	Kalix älv	748178	173346	391
5	Ellijärvi	Kalix älv	746447	172393	407
6	Harjujärvi	Kalix älv	744100	177800	277
7	Torasjärvi	Kalix älv	742454	177230	160
8	Sammakkosjön	Kalix älv	744104	175112	200
9	Naulajärvi	Råne älv	741851	173819	374
10	Bötråsk	Kalix älv	739834	177564	163
11	Vuoddassjön	Råne älv	738016	176596	192
12	Tammukajärvi	Kalix älv	741116	175319	360
13	Amasjaure	Råne älv	739454	175763	312
14	Vuottarautosjön	Råne älv	739097	174336	308
15	Atjekjaure	Råne älv	741655	171596	381
16	Haukijärvi	Råne älv	742724	172504	350
17	Poulvek	Kalix älv	743383	173303	360
20	Yli Salmijärvi	Kalix älv	744874	172560	330
21	Puksujärvi	Kalix älv	744378	173049	310
22	Saivo	Kalix älv	744843	170227	430
23	Sikträsk	Kalix älv	745912	170185	388
25	Mälkojaure	Lule älv	746712	167137	455
26	H:538	Lule älv	745978	166117	538
27	Amasjaure	Råne älv	747520	165590	503
29	Saivajaure	Lule älv	748245	164772	467
30	H.705 (Liten sjö på Hälka)	Lule älv	748133	163338	705
32	Lakojaurasj på Juobmotjäkkä	Lule älv	748862	161617	943
34	Saimmajaure	Lule älv	751794	159846	935
35	H:671 vid Ritsem	Lule älv	751823	157134	671
36	H:884	Lule älv	752452	156959	884
37	Markojaure	Lule älv	753867	155656	859
38	H:636	Lule älv	753679	154428	636
39	Sjö ovanför Käbtåjakte	Lule älv	754870	155790	730
40	Rarkajaure	Lule älv	755449	156867	660
41	Vierttajaureh	Lule älv	753759	157888	935
42	Kaisejaure	Lule älv	753708	158769	842
43	Jerttajaure	Kalix älv	752830	160870	889
44	Paltavarejaure	Kalix älv	751676	161801	817
45	Urtejaure	Kalix älv	752045	162596	906
46	Tjikkomjaure	Lule älv	750892	161874	850
47	Sjö på Muorlak	Lule älv	750680	163040	670
48	Kaitumälv nedom Tjuonajokk	Lule älv	750559	163642	576
49	Nujaure	Lule älv	749265	165681	561
50	H:573	Kalix älv	751105	165877	573
51	Buoiddasjaure	Lule älv	752100	165800	714
52	H:517 vid Sjisika	Kalix älv	751027	168670	517
53	Pikku Salmijärvi	Kalix älv	750468	169495	472
54	Låpesjaure	Kalix älv	749708	168429	490
56	Rätjijaure	Kalix älv	748308	168270	552
57	Pitkajärvi	Kalix älv	749280	171355	413
58	Kaivosjärvi	Kalix älv	747727	171265	490
59	Välkommatjärn	Kalix älv	746345	170814	479
60	Laktjärn	Kalix älv	746596	170447	427
61	Parajaure	Kalix älv	747086	169863	479
62	Pikku Salmijärvi	Kalix älv	746645	171543	440
63	Ala Harilombolo	Kalix älv	747056	172272	408

BILAGA 2

ANALYSMETODER

Analysmetoder

Ämne	Metod
pH	SS 02 81 22
Konduktivitet	SS 02 81 23
Alkalinitet	SS 02 81 39
Färg	SS 02 81 24
PO ₄ -P	SS 02 81 26-2
Total-P	SS 02 81 27-2
NO ₃ -N	SS 02 81 33-2
Total-N	SS 02 81 31
SO ₄	Jonkromatograf
Cl	"
Ca	ICP-AES (EPA 200.7)
Mg	"
Na	"
K	"
Si	"
Fe	"
Mn	"
Al	"
As	ICP-MS (EPA 200.8)
Ba	"
Cd	"
Co	"
Cr	"
Cu	"
Hg	"
Ni	"
Pb	"

BILAGA 3

TABELL:

VATTENKEMISKA ANALYSRESULTAT

Nr	Namn	Datum	Temp (C)	Siktdjup (m)	pH	Konduktivitet (mS/m)
1	Vettasjärvi	93-08-03	15,6	2,5	7,32	2,87
2	Runnarjärvi	93-08-03	16,4	>0,8 *	6,92	2,13
4	Haukijärvi	93-08-03	16,5	1,5	7,20	3,01
5	Ellijärvi	93-08-09	15,6	2,0	6,85	2,40
6	Harjujärvi	93-08-11	14,0	1,8	6,67	1,97
7	Torasjärvi	93-08-10	16,0	1,8	6,95	2,53
8	Sammakkosjön	93-08-10	17,0	6,0	6,71	2,21
9	Naulajärvi	93-08-08	15,6	>0,5 *	6,77	2,08
10	Bönnträsk	93-08-10	14,5	1,7	6,91	1,96
11	Vuoddassjön	93-08-02	17,5	2,5	7,04	2,37
12	Tammukajjärvi	93-08-04	16,8	1,5	6,31	1,43
13	Amasjaure	93-08-02	17,2	2,0	6,60	1,23
14	Vuottarautosjön	93-08-02	16,8	2,0	6,48	1,34
15	Atjekjaure	93-08-02	16,5	1,5	6,94	2,01
16	Haukijärvi	93-08-04	17,2	2,0	6,88	1,89
17	Poulvek	93-08-09	15,4	>0,5 *	6,92	2,68
20	Yli Salmijärvi	93-08-17	14,1	1,5	6,91	3,03
21	Puksujärvi	93-08-17	14,0	>1 *	6,80	2,71
22	Saivo	93-08-16	14,1	>2 *	6,64	1,40
23	Sikträsk	93-08-16	15,2	>1 *	6,86	2,26
25	Mälkojaure	93-08-24	10,2		6,75	2,41
26	H:538	93-08-24	10,7		6,62	1,53
27	Amasjaure	93-08-24	10,0		6,78	1,92
29	Saivajaure	93-08-24	9,2		6,72	2,01
30	H.705 (Liten sjö på Hälka)	93-08-24	7,3		5,99	0,91
32	Lakojaurasj på Juobmotjäkkä	93-08-24	7,6		6,36	1,01
34	Saimmajaure	93-08-24	8,1		6,95	2,40
35	H:671 vid Ritsem	93-08-24	10,2		6,81	1,80
36	H:884	93-08-24	8,2		7,03	2,12
37	Markojaure	93-08-24	6,5		6,72	1,26
38	H:636	93-08-24	9,8		6,55	0,83
39	Sjö ovanför Kåbtåjakte	93-08-24	8,8		6,69	1,37
40	Rarkajaure	93-08-24	10,0		6,50	1,41
41	Viertjajareh	93-08-24	8,0		6,95	2,39
42	Kaisejaure	93-08-24	8,2		6,86	1,76
43	Jerttajaure	93-08-24	8,6		6,85	1,68
44	Paltavarejaure	93-08-24	7,8		6,55	1,22
45	Urtejaure	93-08-24	8,1		6,74	1,66
46	Tjikkomjaure	93-08-24	6,8		6,51	1,01
47	Sjö på Muorlak	93-08-24	8,5		6,75	2,19
48	Kaitumälv nedom Tjuonajokk	93-08-24	8,8		6,91	2,30
49	Nujaure	93-08-24	7,5		7,00	2,61
50	H:573	93-08-24	7,7		6,89	2,32
51	Buoiddasjaure	93-08-24	7,2		6,95	2,00
52	H:517 vid Sjisjka	93-08-24	9,7		6,94	2,94
53	Pikku Salmijärvi	93-08-24	10,8		6,78	2,23
54	Läpesijaure	93-08-24	10,3		6,81	2,12
56	Rätijajaure	93-08-24	10,5		6,49	1,46
57	Pitkajärvi	93-08-02	16,4	0,8	5,64	0,82
58	Kaivosjärvi	93-08-09	14,8	>1 *	5,25	1,25
59	Välkommatjärn	93-08-04	15,7	1,5	6,07	1,48
60	Laktjärn	93-08-04	16,3	>3 *	6,81	1,37
61	Parajaure	93-08-04	15,1	6,5	7,00	1,59
62	Pikku Salmijärvi	93-08-09	15,5	>2 *	6,33	0,99
63	Ala Harrilombolo	93-08-03	14,5	>2 *	7,02	2,17

* Sjäddjup > Siktdjup

Nr	Namn	Alkalinitet (mekv/l)	Färg (mgPt/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	SO4 (mg/l)	Cl (mg/l)
1	Vettasjärvi	0,212	20	2,77	0,957	1,20	0,68
2	Runnarjärvi	0,130	110	2,18	0,68	0,59	0,51
4	Haukijärvi	0,248	70	3,06	0,991	0,82	0,58
5	Ellijärvi	0,140	75	2,19	0,704	1,00	0,85
6	Harjujärvi	0,086	110	1,86	0,546	0,82	0,64
7	Torasjärvi	0,150	110	2,56	0,738	1,10	0,77
8	Sammakkosjön	0,112	75	1,43	0,677	2,60	1,30
9	Naulajärvi	0,106	80	2,23	0,538	1,50	0,49
10	Bönräsk	0,080	5	2,23	0,603	1,30	0,66
11	Vuoddassjön	0,128	25	2,26	0,52	1,20	1,10
12	Tammukajärvi	0,038	120	1,17	0,396	0,99	0,36
13	Amasjaure	0,056	35	1,05	0,246	1,10	0,63
14	Vuottarautosjön	0,048	75	1,04	0,314	1,10	0,53
15	Atjekjaure	0,112	55	1,99	0,435	1,50	0,36
16	Haukijärvi	0,128	55	1,68	0,499	0,67	0,53
17	Poulvek	0,114	70	2,81	0,775	3,00	0,38
20	Yli Salmijärvi	0,186	50	3,43	0,788	2,70	0,53
21	Puksujärvi	0,156	50	2,91	0,569	2,40	0,60
22	Saivo	0,060	25	1,11	0,41	1,20	0,48
23	Sikträsk	0,124	45	2,47	0,601	1,50	0,73
25	Mälkojaure	0,126	75	2,7	0,744	1,00	0,79
26	H:538	0,072	25	1,2	0,392	1,10	0,68
27	Amasjaure	0,092	40	1,89	0,59	0,97	0,79
29	Saivajaure	0,100	25	2,07	0,615	1,20	0,77
30	H.705 (Liten sjö på Hälka)	0,016	30	0,509	0,185	1,00	0,52
32	Lakojaurasj på Juobmotjäkkå	0,024	15	0,581	0,117	0,86	1,20
34	Saimmajaure	0,102	10	2,92	0,255	2,90	1,50
35	H:671 vid Ritsem	0,080	20	1,56	0,285	1,20	1,50
36	H:884	0,132	15	2,6	0,307	1,60	0,97
37	Markojaure	0,058	10	0,988	0,135	0,89	1,20
38	H:636	0,028	0-5	0,505	0,138	0,46	0,92
39	Sjö ovanför Käbtåjakte	0,050	0-5	0,864	0,267	0,59	1,70
40	Rarkajaure	0,030	0-5	0,86	0,185	0,68	3,40
41	Viertajaureh	0,108	5	2,39	0,37	2,00	2,10
42	Kaisejaure	0,078	5	1,82	0,255	1,80	1,60
43	Jerttajaure	0,080	5	1,76	0,227	1,60	1,10
44	Paltavarejaure	0,040	15	1,18	0,212	1,50	0,81
45	Urtejaure	0,068	5	1,49	0,254	1,50	1,50
46	Tjikkomjaure	0,040	5	0,828	0,187	1,20	0,66
47	Sjö på Muorlak	0,092	20	2,17	0,509	1,80	1,60
48	Kaitumälv nedom Tjuonajokk	0,102	10	2,21	0,513	2,10	2,00
49	Nujaure	0,160	25	2,5	0,825	1,20	1,60
50	H:573	0,148	65	2,69	0,721	0,45	1,00
51	Buoiddasjaure	0,136	25	2,17	0,41	0,60	0,86
52	H:517 vid Sjisjka	0,206	70	4,05	0,599	0,63	1,30
53	Pikku Salmijärvi	0,130	55	2,17	0,624	1,30	1,20
54	Låpesijaure	0,138	70	2,31	0,679	0,75	0,79
56	Rätijajaure	0,062	50	1,21	0,406	0,83	0,94
57	Pitkäjärvi	0,008	20	0,325	0,169	0,66	0,61
58	Kaivosjärvi	0,000	90	0,637	0,207	0,62	0,62
59	Välkommatjärn	0,028	75	1,15	0,397	1,20	0,54
60	Laktjärn	0,072	20	1,05	0,379	0,69	0,47
61	Parajaure	0,086	10	1,47	0,335	1,30	0,45
62	Pikku Salmijärvi	0,028	25	0,548	0,209	0,95	0,42
63	Ala Harrilombolo	0,150	35	2,07	0,552	1,20	0,43

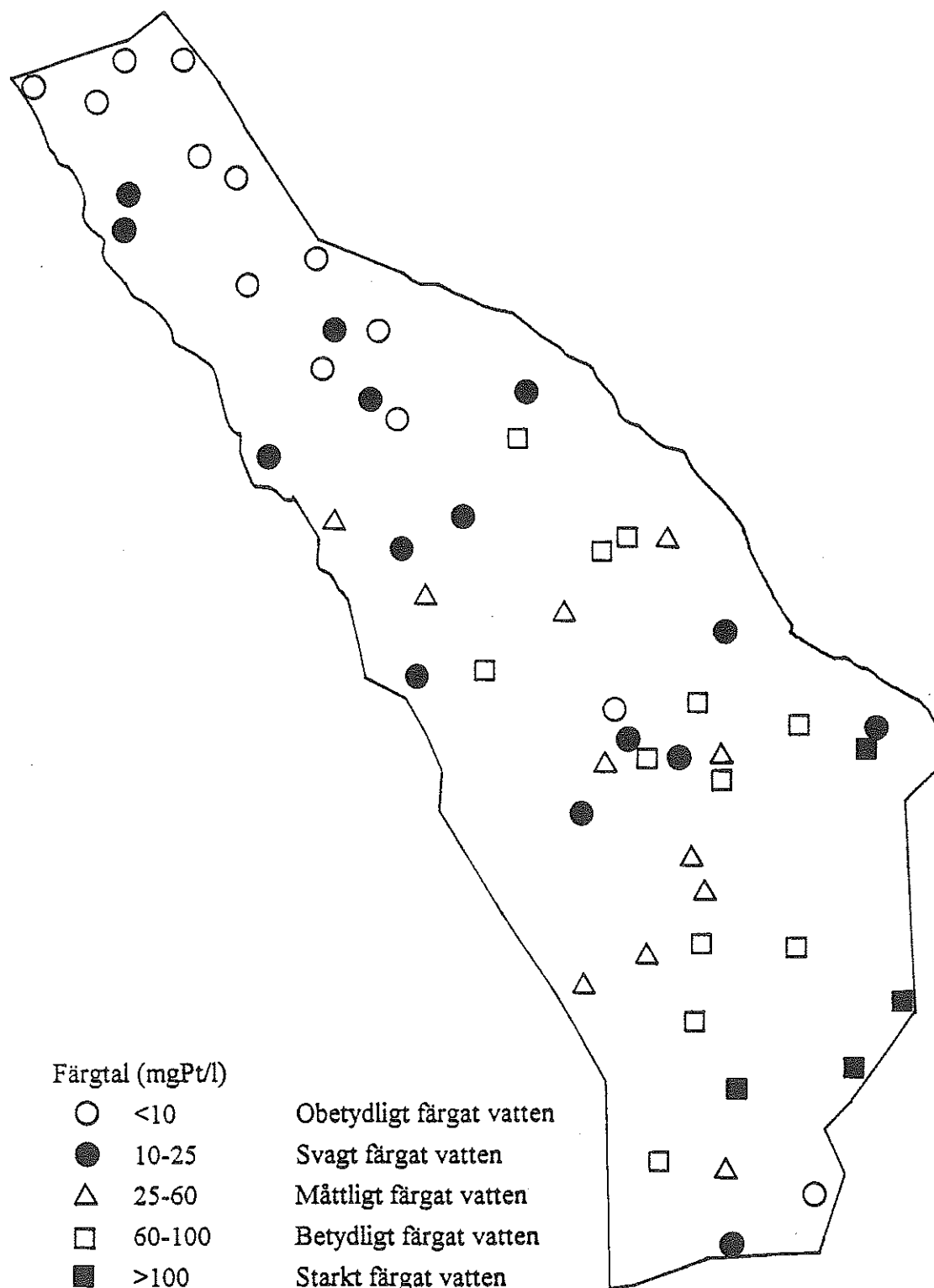
Nr	Namn	PO4-P (ug/l)	TOT-P (ug/l)	NO3-N (ug/l)	TOT-N (ug/l)	Fe (mg/l)	K (mg/l)
1	Vettasjärvi	<2	14	<5	228	0,117	0,631
2	Runnarjärvi	12	28	<5	268	1,54	<0,250
4	Haukijärvi	5	33	<5	465	1,06	0,586
5	Ellijärvi	9	27	<5	325	1,03	0,392
6	Harjujärvi	5	22	5	388	0,607	0,333
7	Torasjärvi	7	30	<5	272	2,25	0,452
8	Sammakkosjön	<2	5	<5	163	0,015	0,489
9	Naulajärvi	3	35	<5	529	1,58	0,467
10	Bönräsk	2	9	25	268	0,782	0,564
11	Vuoddassjön	<2	10	<5	256	0,197	0,445
12	Tammukajärvi	5	25	<5	228	1,37	0,549
13	Amasjaure	<2	14	<5	296	0,393	0,325
14	Vuottarautosjön	2	9	<5	248	1,14	0,609
15	Atjekjaure	3	22	<5	338	0,86	0,646
16	Haukijärvi	<2	11	<5	350	0,796	0,698
17	Poulvek	<2	9	<5	459	0,172	0,266
20	Yli Salmijärvi	<2	6	<5	280	0,264	0,697
21	Puksujärvi	<2	7	<5	240	0,371	0,354
22	Saivo	<2	9	<5	228	0,256	0,594
23	Sikträsk	<2	8	<5	272	0,473	0,534
25	Mälkojaure	<2	9	<5	264	0,804	<0,250
26	H:538	<2	7	<5	179	0,17	<0,250
27	Amasjaure	<2	6	<5	163	0,286	0,31
29	Saivajaure	<2	6	<5	179	0,318	0,303
30	H.705 (Liten sjö på Häika)	9	43	<5	515	0,096	<0,250
32	Lakojaurasj på Juobmotjåkkå	<2	3	<5	52	0,013	<0,250
34	Saimmajaura	<2	2	<5	67	0,011	<0,250
35	H:671 vid Ritsem	<2	3	<5	81	0,041	0,497
36	H:884	9	11	6	78	0,007	0,519
37	Markojaure	<2	<2	<5	43	<0,005	0,482
38	H:636	<2	<2	<5	46	<0,005	<0,250
39	Sjö ovanför Käbtåjakte	<2	<2	<5	50	<0,005	<0,250
40	Rarkajaure	<2	<2	<5	41	<0,005	0,348
41	Viertajaureh	<2	3	<5	59	0,032	0,318
42	Kaisejaure	<2	<2	<5	56	<0,005	<0,250
43	Jerttajaure	<2	<2	<5	72	<0,0050	0,333
44	Paltavarejaure	<2	2	<5	116	0,059	<0,250
45	Urtejaure	<2	7	<5	91	0,017	0,34
46	Tjikkomjaure	<2	<2	<5	57	0,032	<0,250
47	Sjö på Muorlak	<2	8	<5	147	0,052	0,258
48	Kaitumälv nedom Tjuonajokk	<2	4	13	69	0,062	<0,250
49	Nujaure	<2	7	<5	168	0,193	<0,250
50	H:573	<2	7	<5	363	0,216	0,407
51	Buoiddasjaure	<2	10	<5	212	0,09	<0,250
52	H:517 vid Sjisjka	<2	10	<5	252	0,302	<0,250
53	Pikku Salmijärvi	<2	7	<5	191	0,422	<0,250
54	Låpesijaure	<2	17	<5	259	0,596	<0,250
56	Råtijaure	<2	13	<5	245	0,305	<0,250
57	Pitkajärvi	<2	14	<5	381	0,079	<0,250
58	Kaivosjärvi	<2	6	<5	241		
59	Välkommatjärn	<2	10	<5	250	0,425	0,487
60	Laktjärn	<2	7	<5	236	0,14	0,256
61	Parajaure	<2	4	<5	94	0,022	0,445
62	Pikku Salmijärvi	<2	6	<5	157	0,038	<0,250
63	Ala Harrilombolo	<2	5	<5	104	0,185	0,333

Nr	Namn	Na (mg/l)	S (mg/l)	Si (mg/l)	Al (ug/l)	Mn (ug/l)	Zn (ug/l)
1	Vettasjärvi	1,08	0,459	1,85	<60	23	<5
2	Runnarjärvi	1,19	0,285	3,02	<60	11	<5
4	Haukijärvi	1,53	0,317	3,57	<60	41	9
5	Ellijärvi	1,40	0,429	1,64	<60	35	<5
6	Harjujärvi	1,09	0,345	3,02	<60	7	<5
7	Torasjärvi	1,32	0,394	2,85	<60	25	<5
8	Sammakkosjön	0,60	0,802	0,096	<60	<1	<5
9	Naulajärvi	0,89	0,639	1,31	<60	19	<5
10	Bönträsk	1,14	0,476	3,17	<60	13	<5
11	Vuoddassjön	1,14	0,452	1,73	<60	16	11
12	Tammukajärvi	0,85	0,404	2,05	<60	15	24
13	Amasjaure	0,66	0,334	0,648	<60	3	<5
14	Vuottarautosjön	0,98	0,339	1,37	67	8	7
15	Atjekjaure	1,00	0,508	1,93	<60	10	<5
16	Haukijärvi	1,22	0,373	2,44	<60	13	13
17	Poulvek	1,28	1,22	1,09	<60	4	4
20	Yli Salmijärvi	1,12	0,904	1,94	56	6	12,9
21	Puksujärvi	1,32	0,775	1,98	26	3,85	23,2
22	Saivo	0,65	0,405	0,451	<60	3	<5
23	Sikträsk	1,08	0,634	2,56	<60	13	20
25	Mälkojaure	1,16	0,428	1,9	<60	25	<5
26	H:538	0,98	0,377	1,25	68	10	<5
27	Amasjaure	1,03	0,518	1,6	100	15	<5
29	Saivajaure	0,97	0,477	1,79	<60	16	<5
30	H:705 (Liten sjö på Hälka)	0,67	0,397	0,957	106	6	<5
32	Lakojaurasj på Juobmotjåkkå	0,76	0,293	0,778	<60	5	<5
34	Saimmajaure	0,89	0,948	0,304	<60	<1	<5
35	H:671 vid Ritsem	1,08	0,448	0,859	<60	2	<5
36	H:884	0,70	0,568	0,31	<60	<1	<5
37	Markojaure	0,66	0,249	0,233	<60	<1	12
38	H:636	0,65	0,206	0,082	<60	<1	<5
39	Sjö ovanför Kåbtåjakte	0,96	0,217	0,079	<60	2	7
40	Rarkajaure	1,25	0,251	0,221	<60	3	<5
41	Viertajaureh	1,06	0,699	0,094	<60	<1	<5
42	Kaisejaure	0,60	0,573	0,268	<60	<1	<5
43	Jerttajaure	0,64	0,604	0,284	<60	<1	<5
44	Paltavarejaure	0,43	0,537	0,416	63	<1	<5
45	Urtejaure	1,01	0,463	0,778	66	<1	<5
46	Tjikkomjaure	0,39	0,445	0,987	76	<1	<5
47	Sjö på Muorlak	1,15	0,616	1,74	76	2	<5
48	Kaitumälv nedom Tjuonajokk	1,06	0,708	0,84	<60	4	<5
49	Nujaure	1,14	0,432	1,68	<60	15	<5
50	H:573	0,95	0,273	1,02	71	<1	<5
51	Buoiddasjaure	1,00	0,307	1,08	<60	<1	<5
52	H:517 vid Sjisjka	1,05	0,295	2,18	74	10	<5
53	Pikku Salmijärvi	1,07	0,507	2,19	<60	7	<5
54	Låpesijaure	1,01	0,272	1,69	<60	21	<5
56	Råttijaure	0,96	0,377	1,2	93	8	<5
57	Pitkajärvi	0,57	0,319	0,035	76	8	<5
58	Kaivosjärvi		0,333		129	11	
59	Välkommatjärn	0,86	0,494		129	5,39	47,2
60	Laktjärn	0,77	0,292	1,06	8	1,92	6,01
61	Parajaure	0,78	0,428	1,21	27	1,82	27,4
62	Pikku Salmijärvi	0,79	0,313	0,621	29	0,82	4,74
63	Ala Harrilombolo	1,26	0,44	2,66	20	6,94	10,8

BILAGA 4

KARTA:

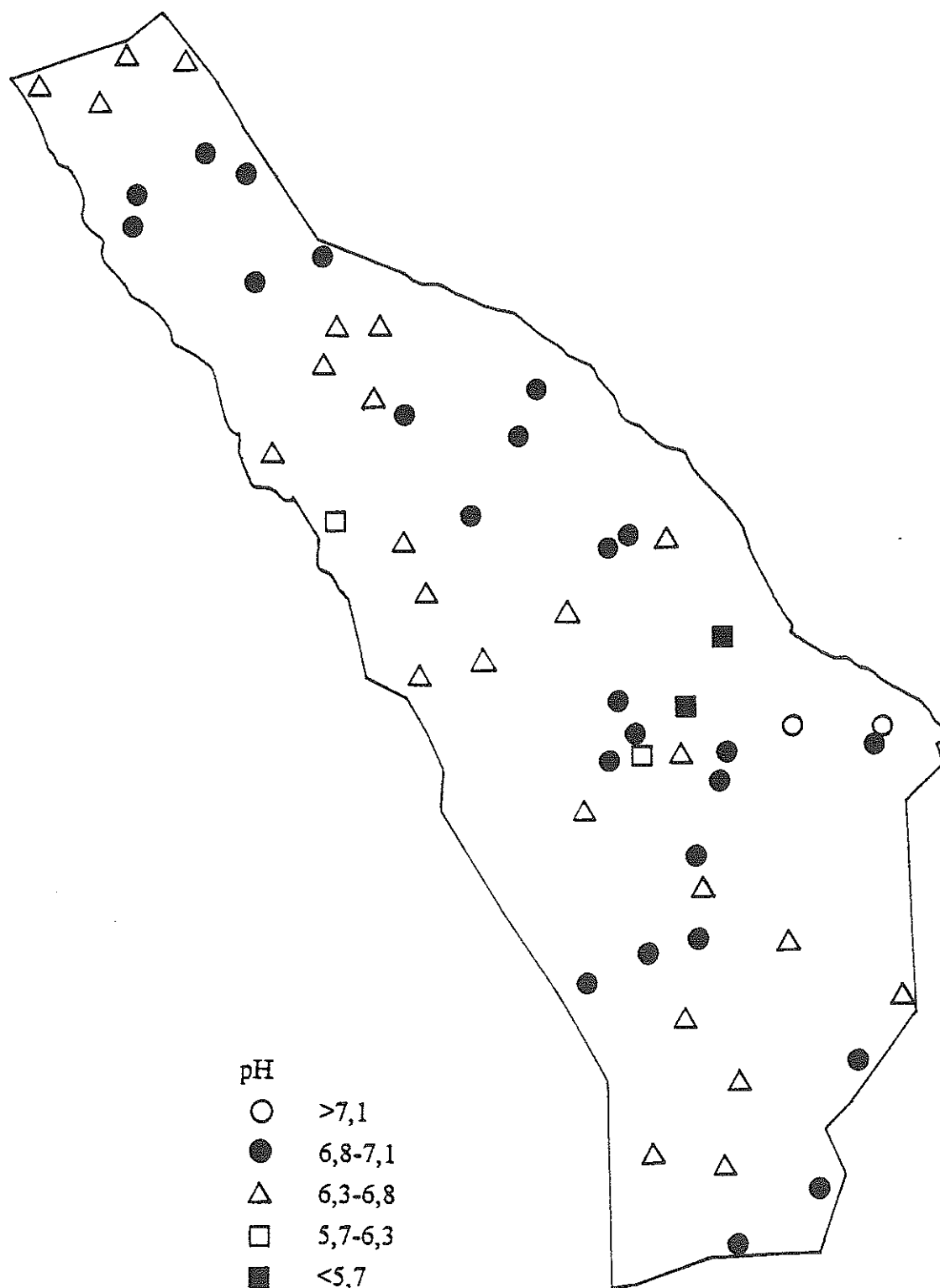
VATTENKEMISKA ANALYSRESULTAT - FÄRG



BILAGA 5

KARTA:

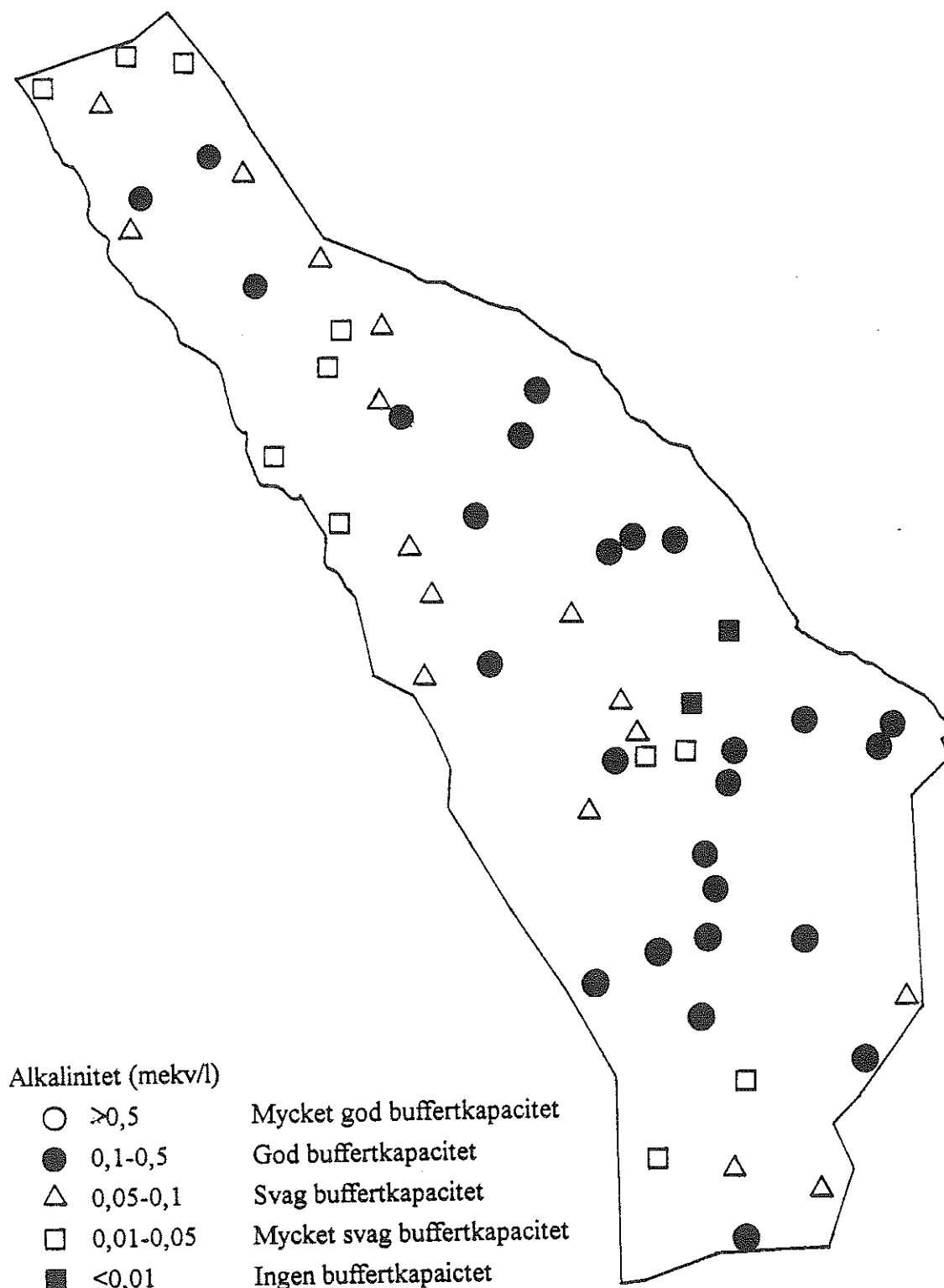
VATTENKEMISKA ANALYSRESULTAT - PH



BILAGA 6

KARTA:

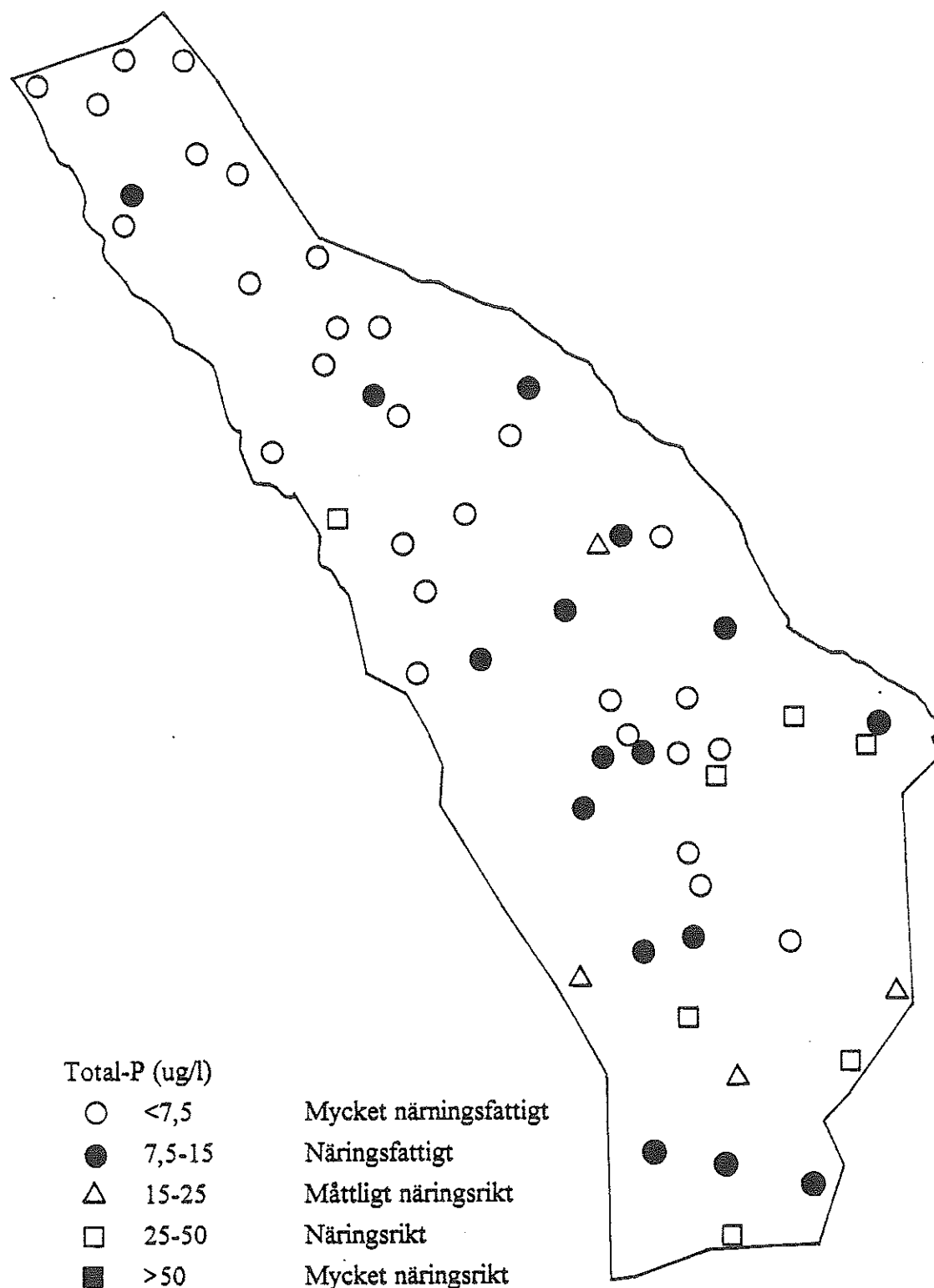
VATTENKEMISKA ANALYSRESULTAT - ALKALINITET



BILAGA 7

KARTA:

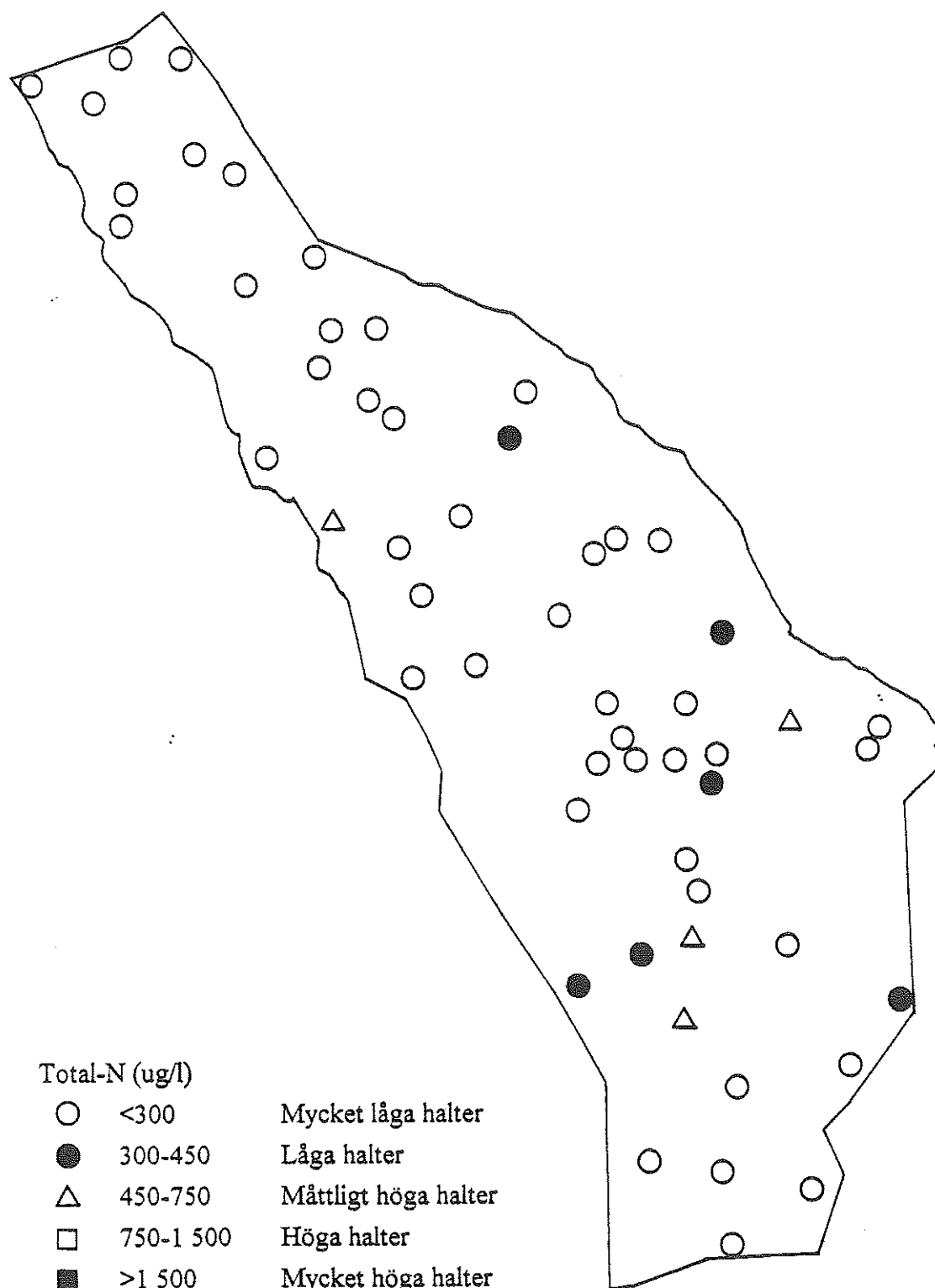
VATTENKEMISKA ANALYSRESULTAT - TOTAL-FOSFOR



BILAGA 8

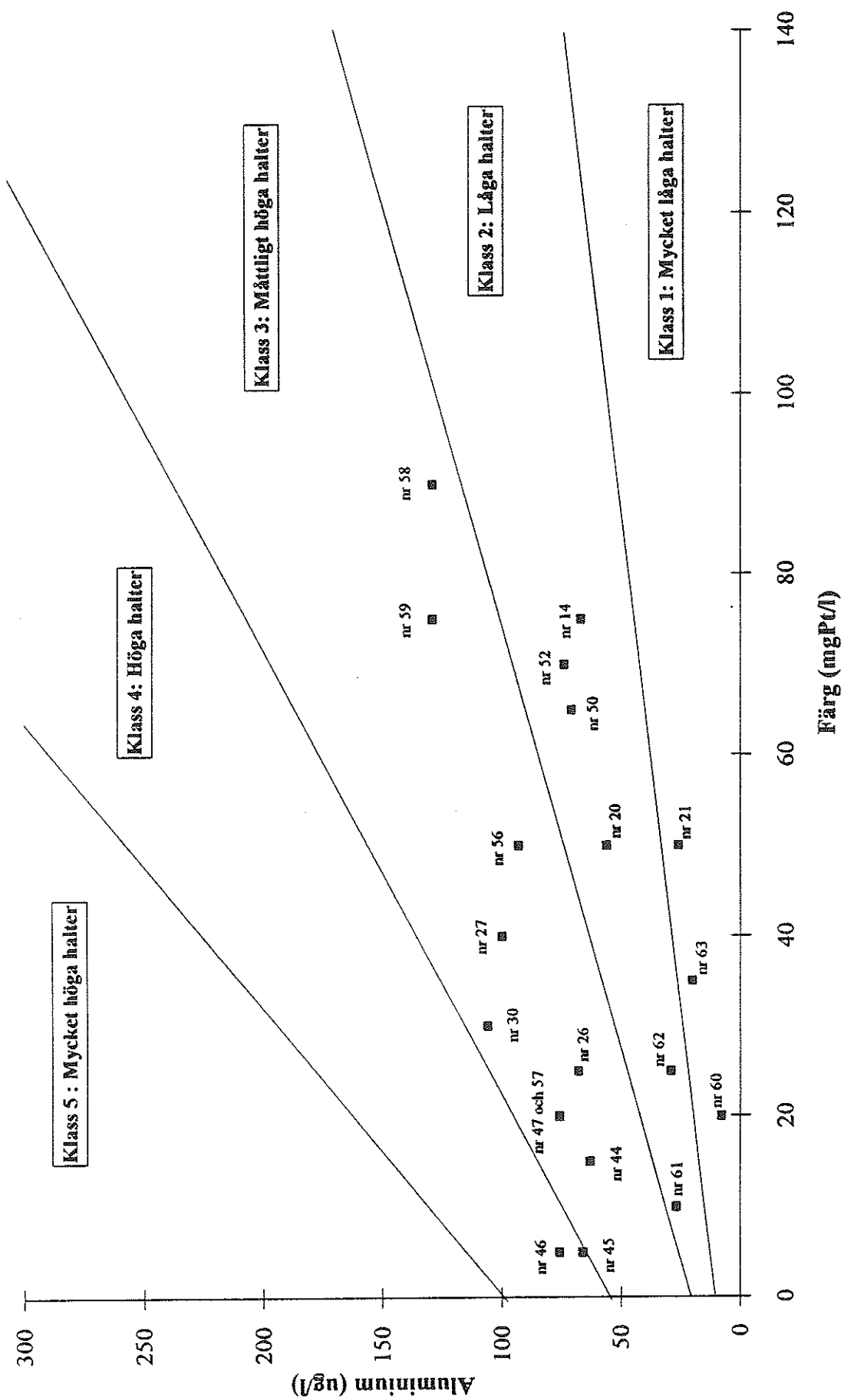
KARTA:

VATTENKEMISKA ANALYSRESULTAT - TOTAL-KVÄVE



BILAGA 9

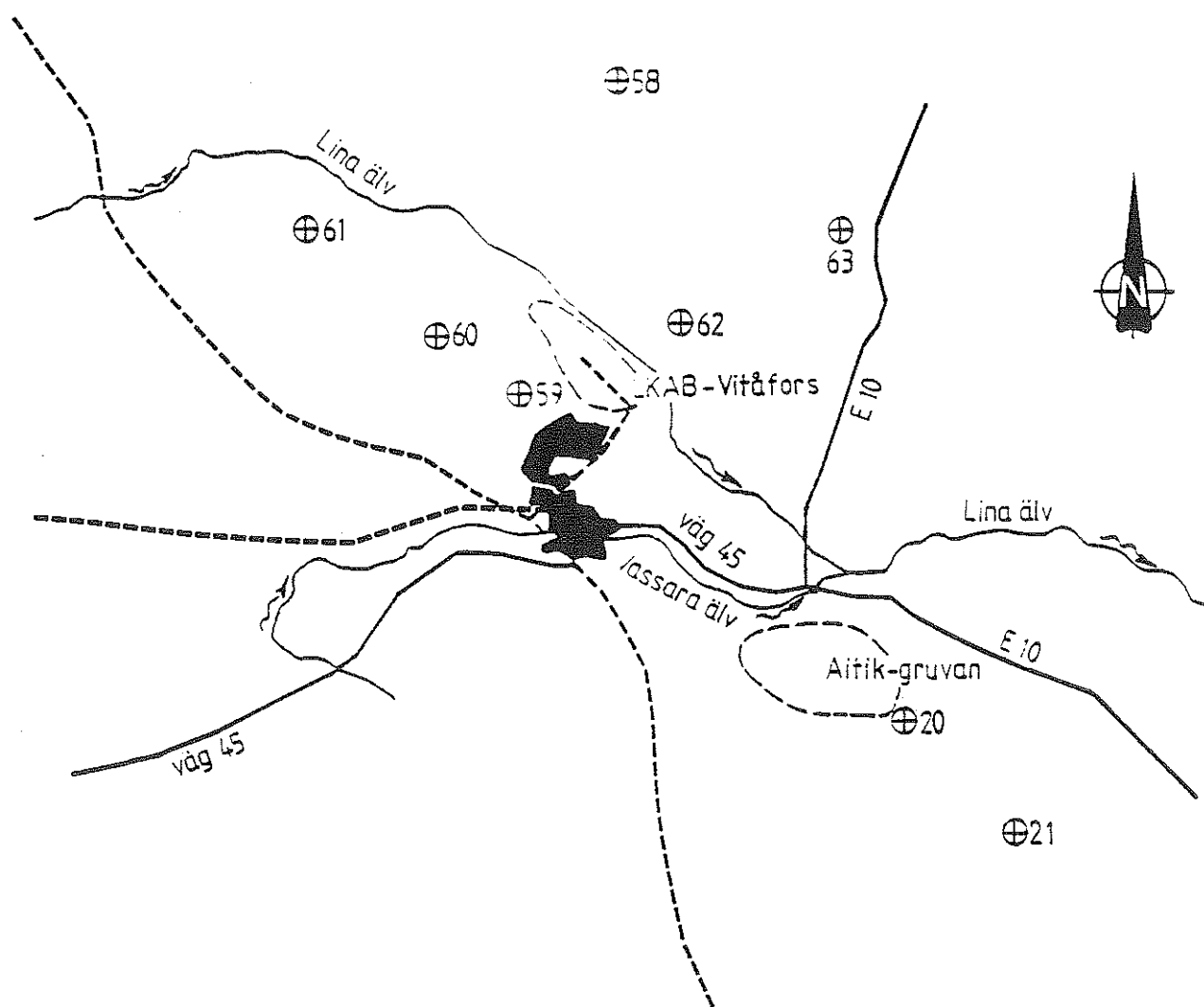
**DIAGRAM:
FÄRG/ALUMINIUM**



BILAGA 10

KARTA:

SJÖAR MED UTÖKAT ANALYSPROGRAM - TUNGMETALLER



BILAGA 11

TABELL:

UTÖKAT ANALYSPROGRAM - TUNGMETALLER

Nr	Namn	Datum	As (ug/l)	Ba (ug/l)	Cd (ug/l)	Co (ug/l)	Cr (ug/l)	Cu (ug/l)	Hg (ug/l)	Ni (ug/l)	Pb (ug/l)
20	Yli Salmijärvi	93-08-17	0,1660	29,5	0,0890	0,1570	0,604	3,100	<0,200	0,357	0,309
21	Puksujärvi	93-08-17	0,0456	8,40	0,0231	0,0588	0,596	0,719	<0,200	0,349	0,367
58	Kaivosjärvi	93-08-09	<0,0200	4,63	0,0178	0,1920	0,628	0,445	<0,200	<0,300	0,184
59	Välkommatjärn	93-08-04	<0,0200	5,78	0,0191	0,1680	1,090	0,895	<0,200	0,670	0,410
60	Laktjärn	93-08-04	0,0866	2,39	0,0128	0,0275	0,466	0,198	<0,200	<0,300	0,104
61	Parajaure	93-08-04	<0,0200	4,37	0,0335	0,0298	0,625	0,104	<0,200	<0,300	<0,060
62	Pikku Salmijärvi	93-08-09	<0,0200	2,23	0,0157	0,0353	0,502	0,188	<0,200	<0,300	<0,060
63	Ala Harrilombolo	93-08-03	<0,0200	6,50	0,0197	0,0541	0,665	0,192	<0,200	<0,300	<0,060

BILAGA 12

ORDLISTA FÖR KEMISKA BETECKNINGAR

Ordlista för kemiska beteckningar

Kemisk beteckning	Ämne
Al	Aluminium
As	Arsenik
Ba	Barium
Ca	Kalcium
Cd	Kadmium
Cl	Klorid
Co	Kobolt
Cr	Krom
Cu	Koppar
Fe	Järn
H	Väte
Hg	Kviksilver
HCO ₃	Vätekarbonat
K	Kalium
Mg	Magnesium
Mn	Mangan
Na	Natrium
Ni	Nickel
NO ₃	Nitrat
Pb	Bly
PO ₄	Fosfat
Si	Kisel
SO ₄	Sulfat
Total-N	Total-kväve
Total-P	Total-fosfor

LÄNSSTYRELSENS RAPPORTSERIE

Förteckning över utkomna rapporter 1994

Nummer	Namn	Referent
1	Säkerhetssystem i Barentsregionen Planering för ett säkrare samhälle	Charlotte Rouget, Försvarsenheten
2	Porjus kraftverkssamhälle Riktlinjer för bevarande	Lilianne Viklund, Plan-och kultur- miljöenheten
3	Norrbotten - värt en resa	Jan Olov Westerberg, Samhällsbyggnads- enheten