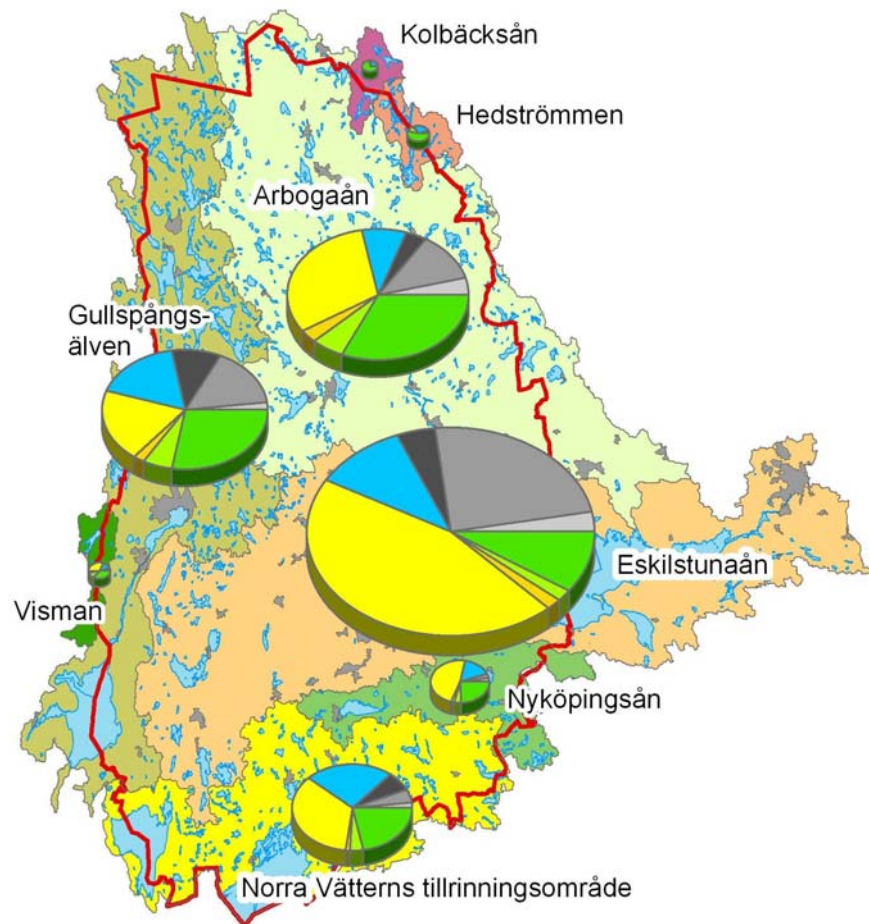


Utsläpp av fosfor och kväve till vatten i Örebro län

Översyn av miljökonsekvenserna av mänsklig verksamhet enligt EG:s ramdirektiv för vatten



Bakgrunds-
kartor:

Copyright Lantmäteriet 2004. Ur Översiktskartan ärende 106-2004/188 T

Beställnings-
adress:

Länsstyrelsen i Örebro län, Miljöskydd, 701 86 Örebro
Telefon 019-19 30 00
www.t.lst.se

Kontakt-
person:

Peder Eriksson, Länsstyrelsen i Örebro län
Telefon: 019-19 30 88,
E-post: peder.eriksson@t.lst.se

Förord

Denna rapport redovisar resultatet från arbetet med emissionsdatabasen för vatten (EDB-vatten) i Örebro län. Projektet genomfördes med uppbyggnad av databas och insamling av data under 2003, samt sammanställning av rapporten under våren 2004. Projektet har organiserats och finansierats av Länsstyrelsen i Örebro län. Berörda kommuner har bidragit med underlagsdata.

Vid Länsstyrelsen i Örebro län har deltagit: Fredrik Boström (projektledare, utvärdering och sammanställning), Peder Eriksson (utvärdering och sammanställning), Emanuel Nandorf (datainsamling och sammanställning).

Vid IVL Svenska Miljöinstitutet har Jessica Zakrisson och Marcus Liljeberg deltagit i projektet med insamling, analys och sammanställning av data.

Örebro, oktober 2004

Jan Johansson
Miljöskyddsdirektör

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
Inledning	5
Geografiskt område	7
Insamling och analys av Data	10
Större punktkällor (A & B-anläggningar)	10
Mindre punktkällor (C-anläggningar)	11
Enskilda avlopp	12
Markläckage	15
Atmosfärisk deposition på sjöytor	17
Resultat	17
Källfördelning	18
Punktkällor	20
Avloppsreningsverk (ARV)	21
Industrier	22
Fiskodlingar	22
Enskilda avlopp	23
Markläckage och dagvatten	24
Jordbruksmark	24
Skogsmark	25
Dagvatten	26
Atmosfärisk deposition på sjöytor	26
Diskussion	26
Punktkällor	27
Enskilda avlopp	28
Markläckage	28
Retention och transport	30
Kvalitetssäkring	30
Slutsatser	31
Referenser	31
Bilagor	33

Sammanfattning

Emissionsdatabasen för vatten (EDB-vatten) beskriver fosfor- och kväveutsläpp till vatten i Örebro län och även i delar utanför länet som tillhör Eskilstunaåns och Arbogaåns avrinningsområden. I EDB-vatten ingår data om utsläpp av fosfor och kväve från punktkällor som industrier och avloppsreningsverk, enskilda avlopp, atmosfärisk deposition samt diffust läckage från olika typer av markanvändning. Databasen är anpassad för att kunna utvecklas och förbättras allteftersom nya data blir tillgängliga. EDB vatten är ett viktigt verktyg i miljömålsarbetet och i genomförandet av EG:s ramdirektiv för vatten.

EDB-vatten är kopplad till beräkningsfunktioner och digitala kartskikt som tillsammans bildar ett geografiskt informationssystem (GIS). Utsläpp, placering av punktkällor, markanvändning och övrig data kan presenteras i tabeller, figurer eller i form av kartor. EDB-vattens databasstruktur och de modeller som används i databasen är utvecklade av IVL Svenska Miljöinstitutet och utgör en del av IVL:s verktyg för GIS-baserat arbete i avrinningsområden (WATSHMAN). IVL Svenska Miljöinstitutet har byggt upp databasen på uppdrag från Länsstyrelsen i Örebro län.

Resultaten visar att det i området som omfattas av EDB-vatten släpps ut ca. 140 ton fosfor och 7000 ton kväve per år. De största utsläppen av fosfor och kväve sker i de befolkningstäta jordbruksområdena väster och söder om Hjälmaran. Totalt sett i de ingående avrinningsområdena står läckaget från jordbruksmark för 35-40 % av utsläppen. Avloppsreningsverken står för ca. 11 % av fosfor- och 17 % av kväveutsläppen, och enskilda avlopp för ca. 15 % av fosfor- och 2-3 % av kväveutsläppen. Atmosfärisk deposition av fosfor är obetydlig, men den atmosfäriska depositionen av kväve står för ca. 14 % av det totala kvävetillskottet.

Inledning

Utsläpp av föroreningar till vatten sker från jord- och skogsbruk, industrier, fiskodlingar samt kommunala och enskilda avlopp. Utsläpp sker av organiska ämnen som petroleumkolväten och bekämpningsmedel, metaller och växtnäringsämnen som fosfor och kväve. Utsläpp av fosfor och kväve leder till övergödningsproblem i vatten. Utsläpp speciellt av fosfor ger ökad produktion av alger i sötvatten vilket innebär försämrade ljusförhållanden och syrebrist i bottenvatten när växtmaterialet bryts ner. Sedan 1970-talet har det skett en förbättring av vattenkvaliteten i sjöar och vattendrag med införandet av kemisk fosforfällning i avloppsreningsverk. Situationen har emellertid inte förbättrats utan snarare förvärrats i havsbassängerna runt Sverige och situationen är fortfarande allvarlig i många slättsjöar t.ex. Hjälmaran.

Sedan år 2000 finns ett övergripande EU-direktiv som omfattar grundvatten och samtliga ytvatten förutom rent marina miljöer - Ramdirektivet för vatten. Direktivet antogs av Europaparlamentet och -rådet den 23 oktober 2000 och började gälla den 22 december 2000. Det har nyligen införlivats i svensk lagstiftning. Ramdirektivet syftar till att alla typer av vatten i EU ska uppnå god ekologisk och kemisk status. För detta krävs åtgärdsprogram som ska utformas på regional och lokal nivå. Enligt direktivet ska en bedömning göras av konsekvenserna av mänsklig verksamhet för ytvattnets och grundvattnets status. Betydande föroreningar från punktkällor och diffusa källor dvs

från markanvändning ska identifieras och uppskattas. Emissionsdatabasen för vatten (EDB-vatten) utgör ett viktigt verktyg i genomförandet av ramdirektivet för vatten.

Med införandet av Ramdirektivet för vatten ska arbete med vattenfrågor inte avgränsas av administrativa gränser utan av avrinningsområden. EDB-vatten är därför indelad efter avrinningsområdesgränser och inte efter kommun- eller länsgränser. I EDB-vatten finns lagrat uppgifter om källfördelningen av utsläpp i sammanlagt 283 delavrinningsområden enligt SMHI:s indelning. Data från delavrinningsområdena har även lagts samman för att redovisa källfördelningen av utsläpp i åtta större avrinningsområden däribland hela Eskilstunaåns, Arbogaåns samt stora delar av Gullspångsälvens avrinningsområden.

Syftet med EDB-vatten är att lagra och bearbeta utsläppsuppgifter från punktkällor, markanvändning och deposition så att de kan utgöra ett underlag för miljömålsarbete samt åtgärds- och tillsynsplanering i berörda länsstyrelser och kommuner. EDB-vatten ska kunna användas av vattenvårdsförbund, verksamhetsutövare och andra intressenter. EDB-vatten ger en övergripande analys av vilka utsläppskällor som har betydelse för näringsbelastningen på sjöarna och vattendragen i Örebro län. I EDB-vatten finns uppgifter om utsläpp från:

- Större punktkällor, vilket omfattar A- och B-anläggningar. Uppgifter om utsläpp kommer från länsstyrelsernas emissionsregister EMIR och finns inlagda i EDB-vatten för åren 1995 och 2001. A- och B-anläggningar är verksamheter som kräver tillstånd av Miljödomstolen resp. Länsstyrelsen. Följande ämnen från A- och B-anläggningar har prioriterats: totalfosfor, totalkväve, BOD₇¹, COD_{Cr}² och TOC (total halt av organiskt kol i vattnet). I mån av att data har funnits tillgängliga har också metaller och organiska föroreningar inkluderats.
- Mindre punktkällor, vilket omfattar C-anläggningar. Uppgifter om totalfosfor, totalkväve, BOD₇ och COD_{Cr} för åren 1995 och 2001 har inhämtats via enkäter som skickats ut till alla berörda kommuner. C-anläggningar är inte tillståndspliktiga, men anmälningspliktiga miljöfarliga verksamheter. De C-anläggningar som återfinns i databasen är främst större markbäddar, mindre avloppsreningsverk, infiltrationsanläggningar samt fiskodlingar.
- Enskilda avlopp. Uppgifterna om enskilda avlopp beskriver läget i området år 2003. Information om enskilda avlopp kommer från enkäter som skickats ut till berörda kommuner. Från enskilda avlopp finns endast uppgifter om totalfosfor och totalkväve. Uppgifter om befolkning och fastighetskoordinater kommer från Lantmäteriet och Statistiska centralbyrån (SCB). Uppgifterna från Lantmäteriet är från 2000-12-31 och uppgifterna från SCB är från 2003-02-10. Beräkningsmodellerna för att uppskatta utsläpp från enskilda avlopp har tagits fram av IVL.

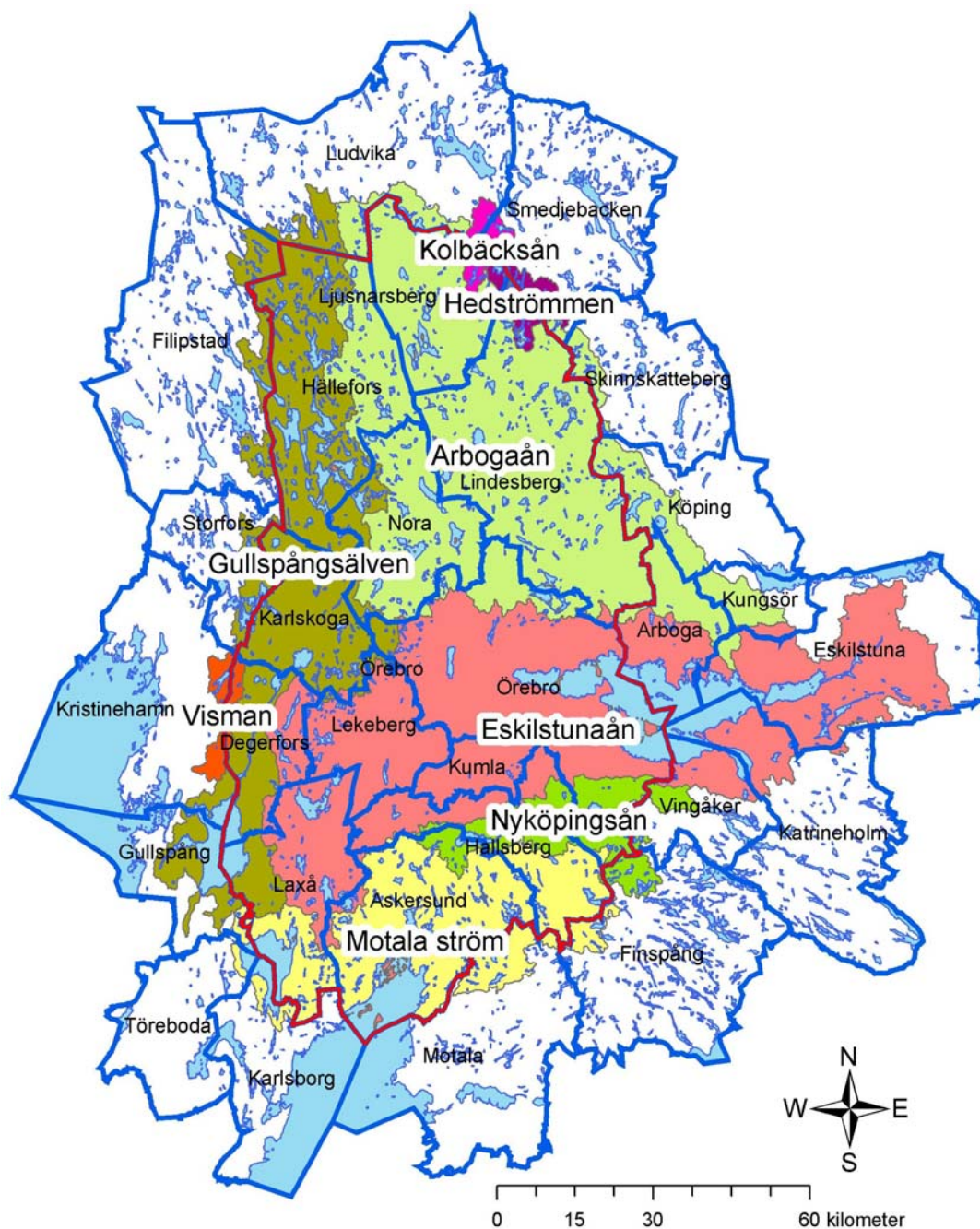
¹ BOD₇, biokemisk eller biologisk syreförbrukning (Biochemical Oxygen Demand; Naturvårdsverket, 1994) är ett mått på mängden biologiskt nedbrytbara (oxiderbara) organiska substanser i vattnet. BOD₇ visar den bakteriella syreförbrukningen vid nedbrytning av organiska ämnen i vatten som är inneslutet i en stängd behållare under en mätperiod på 7 dygn.

² COD_{Cr}, kemisk syreförbrukning (Chemical Oxygen Demand; Naturvårdsverket, 1994) är ett mått på mängden kemiskt nedbrytbara (oxiderbara) organiska substanser i vattnet. Principen är att organiska ämnen reagerar med svavelhaltig kaliumdikromatlösning under förbrukning av syre. Syrekonsumtionen blir därmed ett indirekt mått på mängden organiska föreningar i vattnet.

- Markläckage, är beräknat utifrån markanvändningstyp (åkermark, skog, sankmark etc.), arean av markanvändningstypen, grödoslag, jordart och avrinning. Beroende på variationer i avrinningen varierar markläckaget avsevärt mellan olika år. För att bedöma betydelsen av markläckage jämfört med övriga utsläppskällor har därför ett långtidsmedelvärde för åren 1985-1999 avseende avrinningen använts vid beräkningar av markläckaget. Från markläckage finns endast uppgifter om totalfosfor och totalkväve. Jordbruksdata om markanvändningstyp, grödoslag mm är från år 2001. Markläckageberäkningarna i EDB-vatten har utförts av IVL och är baserade på avrinning och typhalter för jordbruksmark och skogsmark från TRK-projektet samt typhalter för urbana områden från Sweco. TRK-projektet (Transport, Retention, Källfördelning), är ett samarbetsprojekt mellan SLU och SMHI på uppdrag av Naturvårdsverket för att beräkna källfördelningen av fosfor och kväve på nationell nivå (Brandt & Ejhed, 2002).
- Atmosfärisk deposition. Uppgifter finns för depositionen av kväve. Nedfallet av fosfor är försumbart i området (Brandt & Ejhed, 2002). Uppgifterna om luftdepositionen är från år 1997. Deposition per ytenhet i delavrinningsområdena i EDB-vatten har tagits fram från TRK-projektet, som har hämtat uppgifterna från MATCH-Sverigemodellen (Lagner mfl., 1996). MATCH är en förkortning av Mesoscale Atmospheric Transport and Chemistry Model. Depositionsvärdet har multiplicerats med vattenarealen inom varje delavrinningsområde för att få fram depositionen per sjöyta.

Geografiskt område

Det geografiska område som omfattas av EDB-vatten inkluderar hela Örebro län, men även de delar av Arbogaåns och Eskilstunaåns avrinningsområden som sträcker sig utanför länet (Fig. 1). Området omfattar totalt en area på 13 096 km² och av det utgör Örebro län 9 301 km². I området ingår 283 av SMHI:s delavrinningsområden. Sjöar utgör 13 % av området, 62 % täcks av skog och 13 % är jordbruksmark. Området kan delas in i två huvudtyper. Slättområdena kring Hjälmarens, som domineras av jordbruk, där jordarten är lera eller mullrik gammal sjöbotten och det är få, men stora sjöar. Skogsområdena i främst norr och väster med många men små sjöar och där jordarten huvudsakligen är morän. Sankmarker är vanliga i områdena som domineras av skog. Nedan ges en beskrivning av de större avrinningsområden som ingår i EDB-vatten. I parentes anges SMHI:s nummer för respektive avrinningsområde.



Figur 1. Avrinningsområden som ingår i Emissionsdatabasen för vatten (färglagda områden).

Eskilstunaån (121)

Eskilstunaåns avrinningsområde omfattar 4 182 km² och är indelat i 74 delavrinningsområden. Hela avrinningsområdet ingår i EDB-vatten. Sjöar utgör 15 % av området. Hjälmarens yta utgör ¾ av den totala sjöytan. 50% av avrinningsområdet täcks av skog och 23 % är jordbruksmark. Större delen av avrinningsområdet ligger i Örebro län. En mindre del är belägen i Västmanlands län och berör Arboga och Kungälv kommuner. Den sydöstra delen med Hjälmarens utlopp ligger i Södermanlands län och berör Eskilstunas, Katrineholms och Vingåkers kommuner (Fig. 1).

Arbogaån (122)

Arbogaåns avrinningsområde omfattar 3 808 km² och 105 delavrinningsområden. Hela avrinningsområdet ingår i EDB-vatten. Sjöar utgör 7 % av området, 70 % täcks av skog

och 10 % utgörs av jordbruksmark. Ån rinner upp i Dalarnas län i Ludvika kommun. Huvuddelen av avrinningsområdet ligger i Örebro län. Arbogaån mynnar i Mälarens inre del (Fig. 1).

Motala ström (67)

De delar av Motala ströms avrinningsområde som ingår i EDB-vatten omfattar 1 676 km² och 26 delavrinningsområden. Sjöar utgör 19 % av ytan, 63 % täcks av skog och 7 % är jordbruksmark. Området som ingår i EDB-vatten sträcker sig från några mil norr om Askersund, ner till några kilometer söder om Zinkgruvan på östra sidan av Vättern. På västra sidan om Vättern sträcker det sig ner till att inkludera sjön Unden (Fig. 1). I området ingår Forsviksån, Skyllbergsån, Finspångsån och Ysundaån samt ett område runt Askersund som har direkt tillrinning till Vättern. Forsviksån och Skyllbergsån har sina utflöden i Vättern.

Nyköpingsån (65)

Nyköpingsåns avrinningsområde omfattar totalt 3 632 km² varav 542 km² ingår i EDB-vatten. Det ingår 8 delavrinningsområden. Av det område som ingår i EDB-vatten utgörs 10 % av sjöar, 69 % täcks av skog och 9 % är jordbruksmark. Området som omfattas av EDB-vatten sträcker sig från söder om Hjälmaran till Södermanland (Fig. 1). Sjöarna Sottern och Tisaren ingår i området.

Gullspångsälven (138) och Visman (137)

Gullspångsälvens avrinningsområde omfattar totalt 5050 km² varav 2506 km² ingår i EDB-vatten. Det ingår 58 delavrinningsområden. Av det område som inkluderas i EDB-vatten utgörs 16 % av sjöar, 66 % täcks av skog och 5 % är jordbruksmark. Vismans avrinningsområde omfattar totalt 235 km² varav 107 km² ingår i EDB-vatten. Det ingår 3 av SMHI:s delavrinningsområden. Av det område som inkluderas i EDB-vatten utgör 8 % sjöar, 72 % täcks av skog och 4 % är jordbruksmark (Fig. 1).

Kolbäcksån (125)

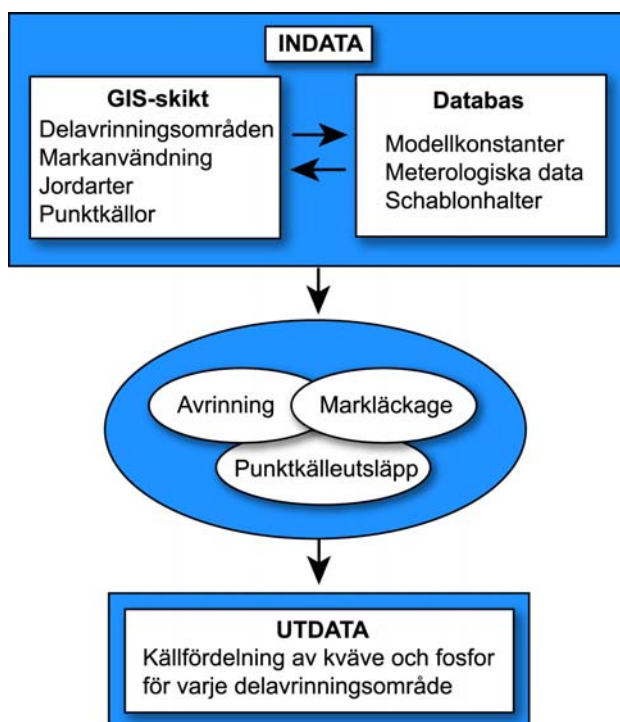
Kolbäcksåns avrinningsområde omfattar totalt 3 119 km² varav 99 km² ingår i EDB-vatten. Det ingår 3 delavrinningsområden. Av det område som inkluderas i EDB-vatten utgörs 9 % av sjöar, 86 % täcks av skog och 0,3 % är jordbruksmark. Kolbäcksåns avrinningsområde ligger till största delen i Västmanland. Området som ingår i EDB-vatten ligger i den nordöstra delen av Örebro län. Det berör en mindre del av Ljusnarsbergs och Lindesbergs kommuner. Kolbäcksån mynnar i Galten i Mälarens inre del (Fig. 1).

Hedströmmen (123)

Hedströmmens avrinningsområde omfattar totalt 1 050 km² varav 146 km² ingår i EDB-vatten. Det ingår 6 delavrinningsområden. Av det område som inkluderas i EDB-vatten utgörs 14 % av sjöar, 77 % täcks av skog och 0,7 % är jordbruksmark. Hedströmmen rinner upp i Dalarnas län. En mindre del berör Ljusnarsbergs och Lindesbergs kommuner i Örebro län. Huvuddelen av avrinningsområdet ligger i Västmanlands län. Hedströmmen mynnar i Galten i Mälarens inre del (Fig. 1).

Insamling och analys av Data

Länsstyrelsen i Örebro län anlidade IVL Svenska Miljöinstitutet AB för att konstruera databasen EDB-vatten. Databasen är en SQL-serverdatabas. IVL har lagt in merparten av datainnehållet. Beräkningsfunktioner i databasen är kopplade till IVL:s programvara WATSHMAN som är byggd i Visual Basic 6.0. WATSHMAN eller ESRI:s programpaket ArcGIS kan användas för att göra utsökningar och bearbetningar och presentationer av innehållet i databasen (Fig. 2).



Figur 2. Schematisk bild av innehållet i Emissionsdatabasen för vatten och beräkningar i WATSHMAN.

Större punktkällor (A & B-anläggningar)

Insamling av data över emissioner från större punktkällor (A- och B-anläggningar) gjordes från databasen EMIR (EMissionsRegister). EMIR är länsstyrelsernas databas över uppgifter om utsläpp från A- och B-anläggningar. A- och B-anläggningar är verksamheter som kräver tillstånd av Miljödomstolen resp. Länsstyrelsen.

Följande data för år 1995 och 2001 om A- och B-anläggningar ingår i EDB-vatten: Anläggningsnamn, kommun, parameter, anmärkning, mängd, enhet, år, flöde, metod, resultattyp, bransch, branschinstans, anläggningsnummer, branschtyp och koordinater för utsläppspunkten till vatten.

Prioriteringsordningen nedan har tillämpats vid val av vilka ämnen från A- och B-verksamheter som ska ingå i EDB-vatten. Metaller och övriga ämnen har endast lagts in i EDB vatten från A- och B-verksamheter (Tab. 1 och Bilaga 1).

Tot-P, Tot-N, BOD₇, COD_{Cr} och TOC har i första hand lagts in i EDB vatten. Oavsett om mängden överstiger eller understiger tröskelvärdena som anges i "Naturvårdsverkets föreskrifter om miljörapport för tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter, NFS 2000:13" (Naturvårdsverket, 1994).

Därefter har övriga ämnen som angivits i verksamhetens tillståndsvillkor lagts in oavsett om mängden överstiger eller understiger tröskelvärdena som anges i NFS 2000:13. Ämnena redovisas i Bilaga 1.

Övriga ämnen som redovisas i verksamhetens miljörapport har redovisats om de finns med i NFS 2000:13 och överskrider de angivna tröskelvärdena. Ämnena redovisas i Bilaga 1.

Tabell 1. Prioriterade ämnen i EDB-vatten.

Kortnamn	Ämne	A och B	C	Enskilda Avlopp	Mark-läckage
N-tot	Totalkväve	X	X	X	X
P-tot	Totalfosfor	X	X	X	X
BOD ₇	Biologisk syrgasförbrukning 7 dygn	X	X		
COD _{Cr}	Kemisk syrgasförbrukning - dikromat	X	X		
TOC	Totalt organiskt kol	X			

Mindre punktkällor (C-anläggningar)

Mindre punktkällor innefattar C-anläggningar. C-anläggningar är inte tillståndspliktiga, men anmälningspliktiga miljöfarliga verksamheter som måste anmälas till den kommunala Miljö- och hälsoskyddsmyndigheten. Uppgifter om C-anläggningar inhämtades via enkäter som skickades ut till alla berörda kommuner.

C-anläggningar som återfinns i databasen är främst större markbäddar och infiltrationsanläggningar, avloppsreningsverk (26-2000 personekvivalenter³) samt fiskodlingar. Uppgifter om Tot-P, Tot-N, BOD₇ och COD_{Cr} för år 1995 och 2001 har lagts in i EDB-vatten. I de enstaka fall då uppgifter saknats har en schablon använts för vilket utsläpp som kan förväntas från den specifika typen av anläggning.

Följande utsläppsvärden per personekvivalent och dygn har använts för avloppsanläggningar: Tot-P: 2g/pe, Tot-N: 13,5 g/pe, BOD₇: 55 g/pe. För markbäddar har följande reduktionsgrader använts: Tot-P: 65 %, Tot-N: 44 % och BOD₇: 88 %. För infiltrationsanläggningar har följande reduktionsgrader använts: Tot-P: 88 %, Tot-N: 76 % och BOD₇: 90 %.

Utsläppsmängden i kg/år beräknades med följande formel:

$$Utsläpp = ((g/Pe) * Ant. Pe. * Ant. d) * (1kg/1000g) * ((100 - \% red.)/100)$$

g/Pe = gram per personekvivalent.

Ant. Pe. = Antal personekvivalenter som belastar anläggningen.

Ant. d = Antal dygn som anläggningen utnyttjas per år.

% red. = Procentuell reduktion.

Avloppsreningsverk som betecknas som C-anläggningar och som saknar utsläppsdata för alla parametrar eller endast Tot-N har beräknats med schablon. Schablonvärdet har tagits fram utifrån utsläppsuppgifter från ca 20 mindre reningsverk inom EDB-området (Bilaga 2). Ett medelvärde har beräknats för utsläpp av Tot-P, Tot-N, BOD₇ och COD_{Cr} per person ekvivalent.

³ Personekvivalent, pe, anger den genomsnittliga mängd föroreningar i avloppsvatten som en person ger upphov till per dygn.

Resultatet av denna framräknade schablon är 0,07 kg Tot-P/Pe år, 3 kg Tot-N/Pe år, 1,5 kg BOD₇/Pe år och 7,9 kg COD_{Cr}/Pe år (Bilaga 2). Dessa värden har använts för beräkning av utsläpp utifrån uppgifter om antalet personekvivalenter då mätningar saknats eller endast halter uppmätts och flödesuppgifter saknats. Många avloppsreningsverk har bara mätt BOD₇ och Tot-P men inte Tot-N eller COD_{Cr}. I vissa fall när endast flödesuppgift finns att tillgå men inte belastningsuppgifter har kvävemängden beräknats med hjälp av flödet och schablonhalt för kväve hämtat från Naturvårdsverkets branschfaktablad (Avloppsreningsverk 26-2000 pe).

Fiskodlingar har som regel endast redovisat utsläpp av fosfor, i vissa enstaka fall finns också uppgifter om kväveutsläppet. Närsaltsbelastningen från samtliga fiskodlingar i Sverige har angivits till 8,2 kg fosfor och 64,7 kg kväve per ton producerad fisk (Jonsson & Alanäre 1998). Detta ger ett förhållande mellan fosfor och kväve på 1:7,9. I de fall kväveutsläpp saknas beräknades det genom att multiplicera fosforutsläppet med 7,9.

Enskilda avlopp

Grunddata om enskilda fastigheter och deras avlopp beställdes från Lantmäteriet. Dessa uppgifter har hämtats in av Lantmäteriet via småhustaxeringen. Uppgifterna är från 2000-12-31. Data omfattar fastighetens koordinater, vilket avrinningsområde mittpunkten på fastigheten tillhör, om fastigheten har kommunalt, enskilt eller saknar vatten, om fastigheten har enskilt avlopp eller saknar avlopp (VA-kod), vilken typ av fastighet (Typkod) det är frågan om samt avståndet till närmaste sjö (>1 ha) eller vattendrag (>2 m).

Belastningen från enskilda avlopp har beräknats enligt:

*Utsläpp per fastighet och månad = (((g/Pe,d)*Ant. Pe.*Ant. d)*(1kg/1000g))*((100 - % red.)*(100 - % ret.)/100)*

g/Pe,d = gram per personekvivalent och dygn.

Ant. Pe. = Antal personekvivalenter som nyttjar fastighetens avlopp.

Ant. d. = Antal dygn som fastighetens avlopp utnyttjas per månad.

% red. = Procentuell reduktion.

% ret. = Procentuell retention

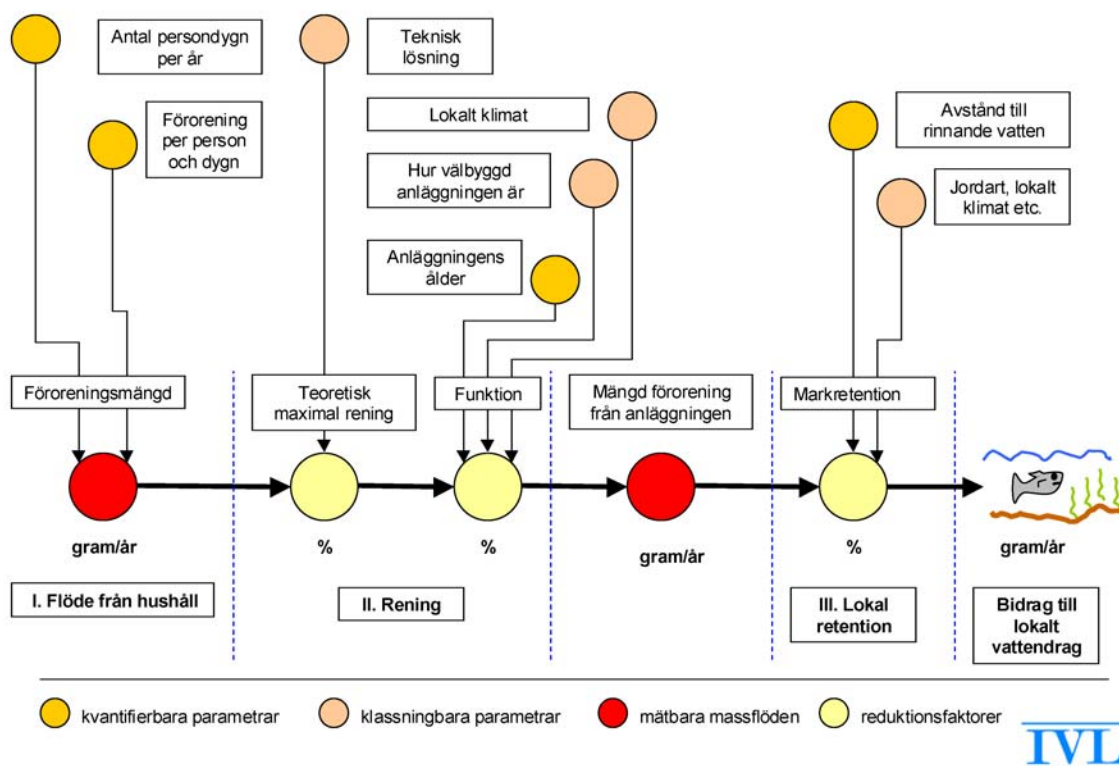
Befolkning och nyttjandegrad per fastighet

Befolkningsuppgifter, för fastigheter, hämtades från SCB på delavrinningsområdesnivå. Uppgifterna är från 2003-02-10. Befolkningsuppgifter per fastighet får inte längre lämnas ut på grund av sekretesslagstiftning. Antal fastigheter med permanentboende per delavrinningsområde beräknades, baserat på VA-kod och Typkod enligt följande antaganden: Inga personer antogs vara folkbokförda på fastigheter som saknar vatten eller som enbart har sommarvatten och folkbokförda personer antogs enbart finnas på fastigheter med Typkod 120 (Bebyggd lantbruksenhet), 220 (Småhusenhet, helårsbostad för 1-2 familjer) samt 320 (Hyreshusenhet, huvudsakligen bostäder).

Genom att dividera den totala befolkningen per delavrinningsområde med antalet fastigheter inom respektive område på vilka det antogs finnas människor folkbokförda beräknades en genomsnittlig befolkningsuppgift per fastighet för varje delavrinningsområde. Nyttjandegraden av fastigheter med permanentbostäder antogs vara 100%.

För fritidshus finns inga befolkningsuppgifter att tillgå. Fritidshuset antogs nyttjas av två personer under en månad per år (dvs två manmånader per år). Månaden som

fritidshuset nyttjas fördelas huvudsakligen på de tre sommarmånaderna juni-augusti då nyttjandegraden antogs vara 30 %, dvs 9 dagar per månad. Under resterande del av året antogs fritidshuset enbart nyttjas under 1 % per månad (0,3 dagar). Inga utsläpp läggs på de fastigheter som antogs vara arbetsplatser. Antagandet är baserat på att majoriteten av de som arbetar inom EDB-vatten området troligtvis även är bosatta inom området. Hela utsläppen från dessa personer läggs på deras bostad i stället för att lägga delar av utsläppen på arbetsplatsen.



Figur 3. Schematisk beskrivning av hur belastningen från enskilda avlopp på vattendrag har beräknats.

Enskilda avlopps kväve- och fosforreduktion

Statusen på enskilda avlopp efterfrågades i en enkät som skickades ut av Länsstyrelsen till samtliga kommuner i området. I enkäten efterfrågades statusen på enskilda avlopp i områden som skiljer sig från kommunen generellt. Den generella statusen för enskilda avlopp för de olika kommunerna hämtades från en enkätstudie som IVL tidigare genomfört inom SMED (Svenska MiljöEmissionsData), på uppdrag av Naturvårdsverket. Denna enkätstudie gjordes för Sveriges samtliga kommuner och innehöll bland annat frågor om antalet avlopp med olika reningstyper (markbäddar, infiltrationsanläggningar etc) fördelat på permanentbostäder och fritidshus.

Det är en stor variation i kvalitén på svaren i den enkätstudie som gjordes över kommunerna i EDB-vatten området. För de kommuner med bra resultat i enkätstudien beräknades ett kommunmedel för respektive kommun över det genomsnittliga avloppets kväve- och fosforreduktion (% reduktion). Medelreduktionen beräknades genom att vikta reduktionsgrader mot fördelningen av avloppstyper inom respektive kommun. Enligt samma förfarande beräknades länsmedel för EDB-områdets samtliga län, samt delavrinningsområdesspecifika kväve- och fosforreduktioner för de områden som kommunerna angivit skilja sig från kommunen generellt. Varje enskilt avlopp inom EDB-området tilldelades därefter kväve- och fosforreduktion baserat i första hand på

delavrinningsområdesmedlet, i andra hand på kommunmedlet och i tredje hand på länsmedlet.

Tabell 2. Kväve- och fosforreduktion hos olika typer av reningssystem kopplade till enskilda avlopp. Reduktionerna är baserade på sammanställning av resultat från källor i litteraturen..

Reningstyp	Reduktion kväve (%)	Reduktion fosfor (%)	Källa
Infiltrationsanläggning	76	88	Ekstrand mfl., 2003
Markbädd	44	65	Ekstrand mfl., 2003
Minireningsverk	50	80	IVL, beräknat från NV-rapport 5224
Rensbrunn	0	0	Johansson & Kvarnäs, 1998
Slamavskiljare	15	15	Johansson & Kvarnäs, 1998
Sluten tank	100	100	Johansson & Kvarnäs, 1998
Stenkista	7	7	Johansson & Kvarnäs, 1998
Torrtoalett	100	100	IVL, antagande

Retention av kväve och fosfor

Utsläpp av näringsämnen från enskilda avlopp varierar mycket beroende på vilken typ av reningssystem som används (Tab. 2). Efter att avloppsvattnet lämnat reningssystemet transporteras det till recipienten genom marken, diken eller rör. Den avskiljning som sker mellan avloppet och närmaste vattendrag beror på vilka biologiska och fysikalisk-kemiska processer som avloppsvattnet utsätts för på vägen ut till vattendraget, vilka i sin tur styrs av faktorer som transportväg, avståndet till recipienten, jordens genomsläpplighet samt lutningen mellan avloppet och recipienten. Johansson & Kvarnäs (1998) har förenklat retentionen ut till närmaste vattendrag till att enbart bero av avståndet (Tab. 3). Olika typer av samband mellan retention och avstånd har testats och jämförts med uppmätta data. Ett linjärt förhållande där 20 % av fosfor och kvävet återstår vid avstånd större än 1 km, har visat sig uppvisa bäst överensstämmelse. Detta samband har använts i EDB-vatten.

Tabell 3. Reduktionsgrad som funktion av avstånd mellan avlopp och vattendrag.

Avstånd till vattendrag	Reduktion kväve (%)	Reduktion fosfor (%)
0-200 m	0	0
200-400m	20	20
400-600m	30	30
600-800m	50	50
800-1000m	60	60
>1000m	80	80

Markläckage

Beräkning av fosforläckage från jordbruksmark.

Fosforläckage från jordbruksmark har beräknats utifrån djurtätheten i området, matjordens innehåll av förrådsfosfor samt den specifika ytan i matjordsskiktet (Brandt & Ejhed, 2002), vilket multiplicerat med avrinningen (mm/mån) ger fosforläckaget enligt:

$$L_{P, \text{jordbruk}} = \text{Avrinningen} \times (-0,0803 + 0,1 \times dLD + 0,003 \times \text{SoilsSps} + 0,0025 \times \text{PHCLss})$$

$L_{P, \text{jordbruk}}$ = Fosforläckage från åkermark [kg/ha,mån]

dLD = Djurtätheten, dvs antal djurenheter per ha jordbruksmark [de/ha].

Antalet djur räknades om till djurenheter enligt: 1 djurenhet = 1 fullvuxen nöt eller häst, 0,5 ungnöt, 0,1 slaktsvin, 0,1 pälsdjur och 0,01 fjäderfä. Djurtätheten beräknades utifrån statistik från SCB om antal djur och åkerareal per kommun 1999. Antalet djurenheter per delavrinningsområde beräknades sedan genom att vikta kommunens totala åkerareal (hämtad från SCB) mot den andel av åkerarealen som ligger inom respektive delavrinningsområde (hämtad från databasen om EU-stöd och IAKS, se nedan).

SoilsSps = Den specifika ytan i matjordsskiktet [$\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-3} \cdot 10^{-6}$]

PHCLss = Förrådsfosfor i matjorden [mg /100g torr jord]

Fosforinnehållet i matjorden liksom uppgifter om jordarter (se nedan) har hämtats från resultat från en inventering av miljötillståndet i svensk åkermark (Eriksson mfl. 1999). I undersökningen ingick ca 3100 prov, vilket motsvarar ca 1 prov per 900 ha åkermark. Utifrån provtagningsresultaten har den dominerande jordarten per delavrinningsområde beräknats. Jordens bulkdensitet har ansatts till 1250 kg/m^3 över hela området.

Den specifika ytan i matjordsskiktet (SoilsSps i ekvationen ovan) har beräknats enligt:

$$\text{SoilsSps} = (8 \times X_{\text{ler}} + 2,2 \times X_{\text{silt}} + 0,3 \times X_{\text{sand}}) \times d_{\text{Soil}} \times 0,001$$

SoilsSps = Den specifika ytan i matjordsskiktet [$\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-3} \cdot 10^{-6}$]

X_{ler} = Andelen lera i matjorden (kornstorlek $< 2 \mu\text{m}$)

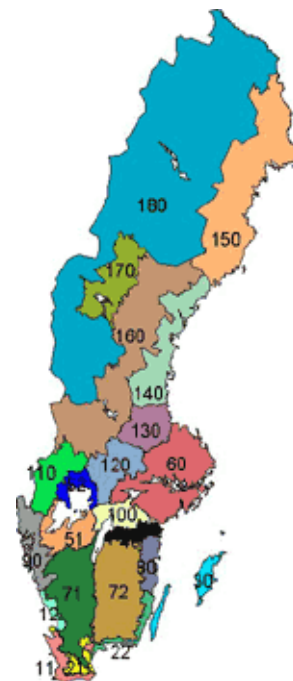
X_{silt} = Andelen silt i matjorden (kornstorlek $2 - 60 \mu\text{m}$, dvs mjåla och finmo enligt det svenska klassificeringssystemet)

X_{sand} = Andelen sand i matjorden (kornstorlek $60 - 200 \mu\text{m}$, dvs sand och grovmo enligt det svenska klassificeringssystemet)

d_{Soil} = bulkdensiteten [kg/m^3]

Beräkning av kväveläckage från jordbruksmark

Med utgångspunkt från typhalter av kväve i rotzonen och avrinning har kväveläckaget från jordbruksmark beräknats för varje delavrinningsområde. Både typhalter och avrinning har hämtats från TRK-projektet där typhalterna för olika kombinationer av grödor och jordarter har beräknats med markmodellen SOIL-NDB och avrinningen med HBV-modellen (Johansson m.fl., 1987; Bergström, 1995; Brandt & Ejhed, 2002; Johnsson mfl. 2002). Inom TRK-projektet har typhalter tagits fram för de 22 utlagningsregioner (Fig. 4) som Sverige delats in. I EDB-vatten har uppgifter från utlagningsregionerna 11, 52, 60, 100, 120 och 160 använts (Fig. 4). För områden kring Hjälmaren har inte typhalter för den aktuella utlagnings-regionen använts utan istället uppgifter från utlagningsregion nr 11 (Fig. 4). Värdena från denna utlagningsregion svarar bättre mot det förhöjda kväveläckaget från de speciella mullrika jordarna kring Hjälmaren (Fig. 5).



Figur 4. TRK-projektets 22 utlagningsregioner.

Beräkning av läckage från övrig mark.

Det diffusa markläckaget har beräknats genom att multiplicera typhalter för fosfor och kväve för de olika markanvändningstyperna i delavrinningsområdena med arean för markanvändningstyp och avrinningen i respektive delavrinningsområde. Typhalter för skogsmark och öppen mark har hämtats från TRK-projektet (Brandt & Ejhed, 2002) och för de urbana markanvändningsklasserna (dagvatten) från Sweco och Miljöförvaltningen i Stockholm.



Figur 5. Mullhaltiga jordar runt Hjälmaren. De mullhaltiga jordarna är gammal sjöbotten. Streckad linje visar utbredningen av Hjälmaren före sjösänkningar av Hjälmaren som gjorts sedan slutet av 1800-talet.

Avrinning

Uppgifter om avrinning har hämtats från TRK-projektet (Brandt & Ejhed, 2002). I TRK-projektet har SMHI m.h.a. HBV-modellen (HBV står för Hydrologiska Byråns Vattenbalansavdelning, vilket är den före detta avdelning på SMHI där modellen togs fram i början av 1970-talet) beräknat daglig avrinning utifrån nederbörd och lufttemperatur uppdelat på 1000 sk. TRK-områden i Sverige (Begström 1995, Lindström m.fl. 1996, Brandt & Ejhed, 2002). Varje delavrinningsområde i EDB-vatten området har tilldelats avrinningen från det TRK-område det befinner sig i.

Vid beräkningar av markläckaget har månadsmedelvärden för åren 1985-1999 använts i EDB-vatten. Långtidsmedelvärden för varje månad har använts för att undvika att vissa torr- eller blötår ska påverka uppskattningen av markläckagets betydelse jämfört med övriga utsläppskällor. Till skillnad från övriga utsläpp styrs markläckaget i stor utsträckning av avrinningen, vilket gör att läckaget varierar kraftigt från år till år, beroende på variationer i nederbörd och avrinning.

Arean av markanvändningstyper

Arean av markanvändningstyper per delavrinningsområde har hämtats från fastighetskartan (gula kartan), översiktskartan (röda kartan), från lantbruksenheten på Länsstyrelsen i Örebro län som gjort uttag ur sin databas för EU-stöd till jordbruket och från Jordbruksverkets databas IAKS (Integrerat Administrations- och KontrollSystem). Generellt har fastighetskartan (gula kartan) använts för all markanvändning förutom jordbruket. För vissa delar av området saknades information i fastighetskartan. I dessa områden har uppgifter om markanvändningen hämtats från översiktskartan.

Jordbruksarealerna är i databasen för EU-stöd till jordbruket och Jordbruksverkets databas IAKS indelade i block motsvarande jordbruksfält som hör samman utan avbrott av naturliga hinder som vägar eller av administrativa gränser som län. Data om jordbruksarealerna brukar därför ofta kallas blockdata. Blockdata från år 2001 har använts vid beräkningar i EDB-vatten. Det innebär att de delar av figurer och tabeller som visar bruttobelastningen av kväveläckaget från jordbruksmark gäller för 2001 års odling.

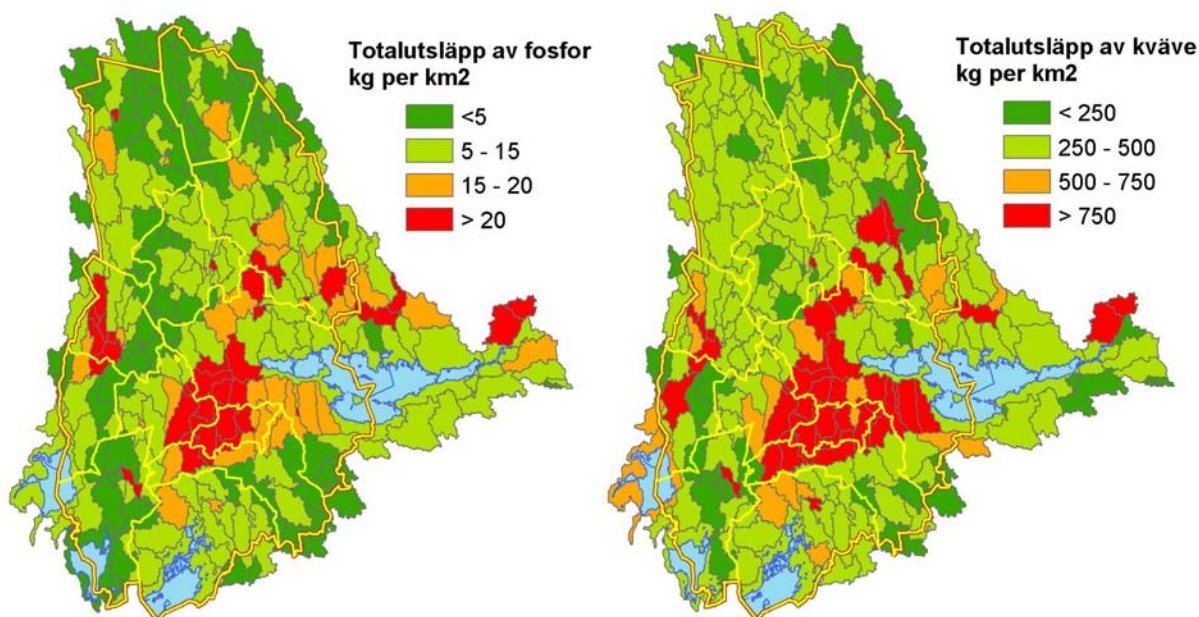
Arealerna av olika typer av grödor är fördelade på grödoklasser (spannmål, oljeväxter etc). Vissa grödor (t ex vallodling, betesmark etc) kan tillhöra flera olika klasser beroende på hur lantbrukaren har valt att söka stöd för odling av grödan. För klasserna spannmål, uttagen areal, oljeväxter och baljväxter uppstod inte dessa problem. Dessa klasser kunde lätt skiljas ut från övriga grödor. Om det var två grödor som odlades på samma block och en av dem tillhörde någon av de nämnda klasserna tilldelades denna gröda arean för klassen, medan den andra grödan tilldelades blockets resterande areal. På liknande sätt delades den totala blockarean upp mellan grödorna. Om det var två eller flera grödor inom samma klass delades arean lika mellan dessa. På samma sätt delades arean lika mellan grödorna i de fall det inte gick att urskilja vilken gröda som hörde till den ena eller andra klassen. Jordbruksblockens delavrinningsområdestillhörighet baseras på blockens geografiska centrumkoordinat. Detta innebär att block som delas mellan flera delavrinningsområden reduceras till att tillhöra endast ett delavrinningsområde, det område där centrumkoordinaten är belägen.

Atmosfärisk deposition på sjötor

Uppgifter om atmosfärisk deposition av kväve per areaenhet i varje delavrinningsområde har hämtats från TRK-projektet som har hämtat uppgifterna från MATCH-Sverigemodellen (Lagner et al., 1996; Brandt & Ejhed, 2002). MATCH är en förkortning av Mesoscale Atmospheric Transport and Chemistry Model. Uppgifter om atmosfärisk deposition är från 1997. Depositionen per areaenhet i delavrinningsområdena har multiplicerats med vattenarealen inom respektive delavrinningsområde. Vi har endast tagit upp atmosfärisk deposition direkt på vattenytor som en särskild post i källfördelningen p.g.a. att det diffusa markläckaget omfattar deposition som sker på mark. Den atmosfäriska depositionen av fosfor är försumbar och har inte tagits hänsyn till i projektet (Brandt & Ejhed, 2002).

Resultat

I EDB-vatten området släpps ut ca. 140 ton fosfor och 7000 ton kväve per år. Det största utsläppet av fosfor och kväve i området sker i de befolkningstäta jordbruksområdena väster och söder om Hjälmaran (Fig. 6). De högsta värdena på utsläpp av fosfor är 426 kg per km² och för kväve 12088 kg per km². De lägsta utsläppsnivåerna är 1,1 kg per km² för fosfor och 84 kg per km² för kväve. Medianvärdet är 7,3 kg per km² för fosfor och 309 kg per km² för kväve.



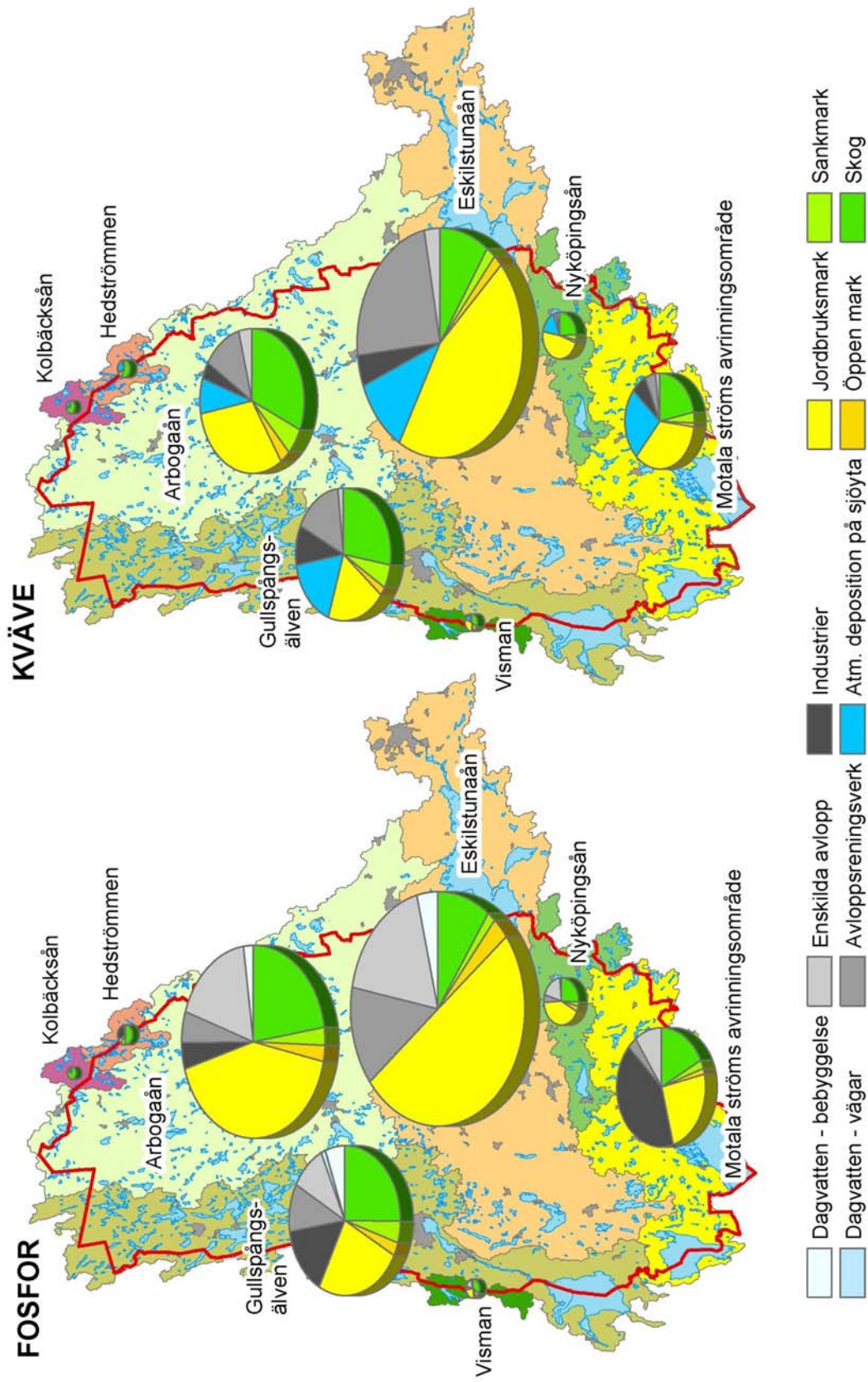
Figur 6. Utsläpp av fosfor och kväve. Utsläpp redovisas per km² för respektive delavrinningsområden som ingår i EDB-vatten. Utsläppsuppgifter för punktkällor som ingår är från år 2001.

Källfördelning

Markläckage är den största utsläppskällan av fosfor och kväve i EDB-vatten området. Av de olika markanvändningstyperna i området står jordbruksmark för det största läckaget (Figur 7, Tab. 4 och 5). I delar av länets västra och norra områden är emellertid läckaget från skogsmark av samma storleksordning som det från jordbruksmark. Avloppsreningsverk står för de största kväveutsläppen efter jordbruksmark. Enskilda avlopp står för en betydande del av fosforutsläppen och en mindre del av kväveutsläppen. Lokalt kan industrier ha en mycket stor betydelse både för fosfor- och kväveutsläppen. Detta är t.ex. fallet i Norra vätterns tillrinningsområde (Motala ströms avrinningsområde; Fig. 7 och Tab. 4). Lokalt i städer och i anslutning till större vägar kan också dagvatten ha stor betydelse framförallt för utsläppen av fosfor.

Tabell 4. Källfördelning av fosfor (ton) för utsläpp år 2001 i de avrinningsområden som ingår i emissionsdatabasen för vatten (EDB-vatten).

FOSFOR	Nyköpin	Motala	Eskilstun	Arbogå	Hedströ	Kolbäcks	Gullspån		Totalt
	gsån	ström	aån	n	mmen	ån	Visman	gsälven	
Dagvatten	0,1	0,2	2,1	1,1	0,0	0,0	0,0	1,5	5
Atm deposition	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Enskilda avlopp	0,6	1,4	9,8	6,5	0,0	0,0	0,1	2,4	20,8
Odlad mark	1,3	4,2	26,7	15,4	0,1	0,0	0,2	5,5	53,4
Öppen mark	0,1	0,3	1,6	1,3	0,0	0,0	0,0	0,8	4,1
ARV	0,2	0,5	8,6	2,4	0,0	0,0	0,1	3,1	14,9
Industri	0,0	6,9	0,1	2,1	0,2	0,0	0,0	3,9	13,2
Sankmark	0,1	0,5	0,8	1,4	0,1	0,0	0,1	1,4	4,4
Skog	0,8	2,6	4,4	8,4	0,4	0,3	0,2	6,3	23,4
Totalt	3	17	54	39	0,8	0,3	0,7	25	139



Figur 7. Källfördelningen av fosfor- och kvävetillsätt till vatten. Utsläppsuppgifter för punktkällor är från 2001.

Tabell 5. Källfördelning av kväve (ton) för utsläpp år 2001 i de avrinningsområden som ingår i emissionsdatabasen för vatten (EDB-vatten).

KVÄVE	Nyköpin		Eskilstu		Arbogaa		Hedstro		Kolback		Gullspa	
	gsan	strom	naan	n	mmen	saa	Visman	ngsälven	Totalt			
Dagvatten	0,4	1,3	14	9	0,1	0,0	0,3	10	35			
Atm deposition	33	191	345	138	9,6	4,3	5,1	213	939			
Enskilda avlopp	4,7	11	79	48	0,2	0,2	0,8	19	163			
Odlad mark	92	227	1451	413	0,7	0,2	11,4	203	2398			
Öppen mark	4,8	11	54	43	0,1	0,2	1,0	28	142			
ARV	5,4	28	789	156	0,3	0,0	0,7	180	1159			
Industri	0,0	46	168	62	1,9	0,0	0,0	143	421			
Sankmark	8,9	31	54	89	3,6	1,0	3,7	83	274			
Skog	49	147	255	468	19,2	14,1	12,8	342	1307			
Totalt	198	692	3208	1426	36	20	36	1222	6838			

Fosfor

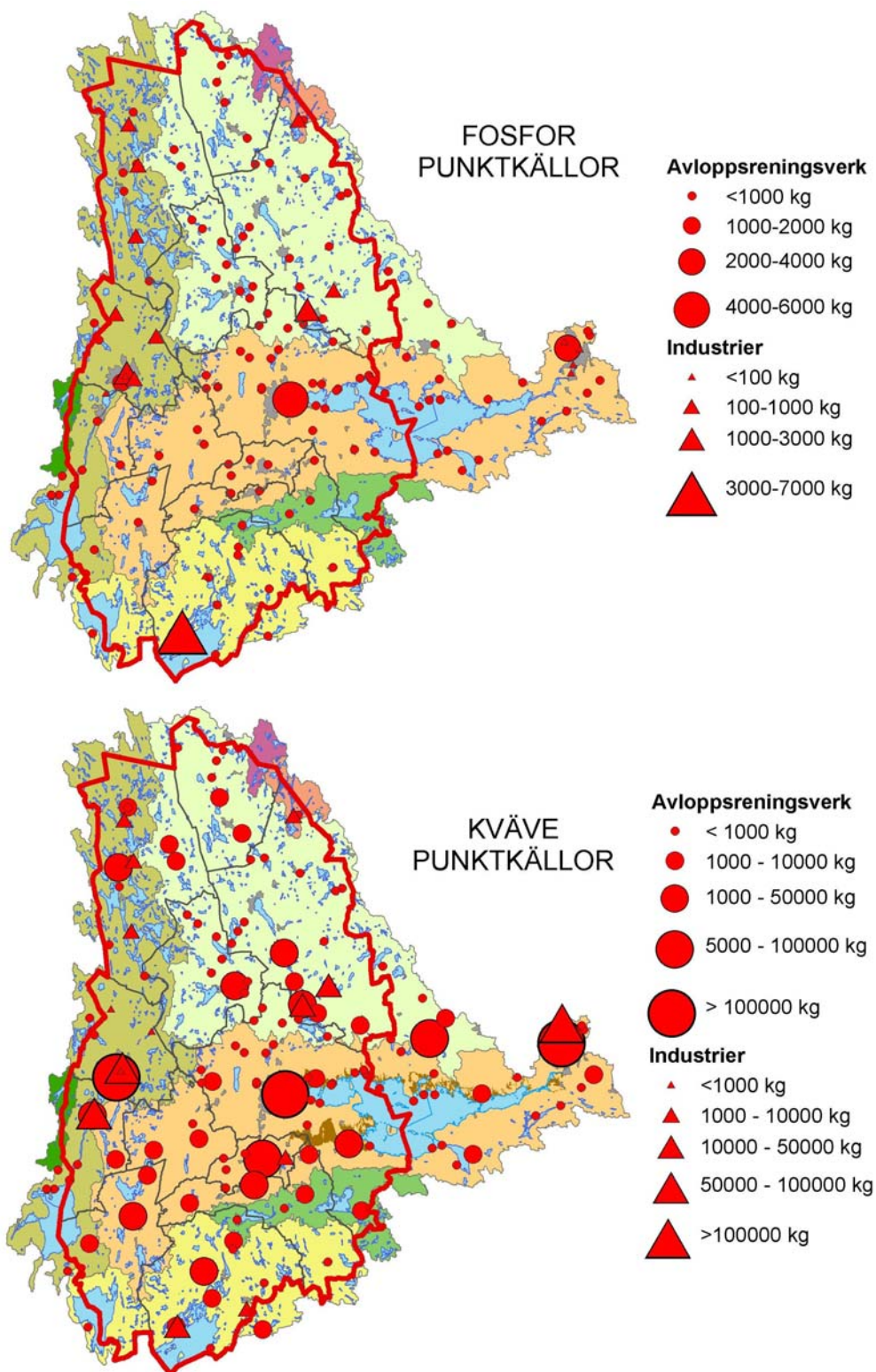
Fosforutsläppet till vattendrag i EDB-vatten området var ca. 141 ton år 1995 och ca. 139 ton år 2001 (Tab. 4). Av det totala fosforutsläppet i EDB-vatten området står kommunala avloppsreningsverk för omkring 11 % och industrierna för ca. 9 %. Enskilda avlopp står för ungefär 15 %. Markläckaget har uppskattats till 65 % av det totala utsläppet av fosfor. Jordbruksmarken står för 38 % och skogsmarken för 17 %. Övriga poster som bidrar till markläckaget är sankmarker (3 %), öppen mark som inte är jordbruksmark (3 %) samt dagvatten (3,5 %).

Kväve

Kväveutsläppet till vattendrag i EDB-vatten området var ca. 7400 ton år 1995 och ca. 6800 ton år 2001 (Tab. 5). Av det totala kväveutsläppet i EDB-vatten området står kommunala avloppsreningsverk för 17 % och industrin för 6 %, vilket år 2001 motsvarade ca. 1160 ton respektive 413 ton. Enskilda avlopp har mindre betydelse för kväveutsläppen än utsläppen av fosfor och står endast för 2,4 % av kväveutsläppen. Markläckage står totalt för 61 % och läckaget från jordbruksmark och skogsmark står för 35 % respektive 19 % av det totala utsläppet av kväve i EDB-vatten området. Sankmark står totalt för 4 % och öppen mark för 2 % av kväveutsläppen. Dagvatten transporterar relativt sett mindre mängder kväve än fosfor och står endast för 0,5 % av det totala kväveutsläppet. Atmosfärisk deposition av kväve står för ca. 14 % av det totala kväveutsläppet.

Punktkällor

Till punktkällor räknas avloppsreningsverk, industrier och fiskodlingar (Tab. 5). Punktkällor står för betydande utsläpp av fosfor och kväve (Fig. 8). Punktkällorna stod år 1995 för 21 % av det totala fosfor- och 29 % av det totala kväveutsläppet. Till år 2001 hade utsläppen minskat med i genomsnitt 7 % för fosfor och 25 % för kväve. Punktkällorna stod år 2001 för 20 % av det totala fosfor- och 23 % av det totala kväveutsläppet. I EDB-vatten området ligger 133 kommunala reningsverk, 13 större industrier samt 6 fiskodlingar med utsläpp till vatten.



Figur 8. Utsläpp av fosfor och kväve från avloppsreningsverk och industrier år 2001.

Avloppsreningsverk (ARV)

Avloppsreningsverken stod sammanlagt för 13 % av det totala fosforutsläppet och 23 % av kväveutsläppet år 1995 (Tab. 6). År 2001 hade andelen från avloppsreningsverken minskat till 11 % för fosfor och 17 % för kväve. De tre avloppsreningsverken Aggeruds ARV (Karlskoga), Skebäcks AVR (Örebro) och Eskilstuna ARV står tillsammans för 58 % av fosfor- och 65 % av kväveutsläppen från avloppssektorn.

Industrier

Industrin står generellt för mindre än 10 % av totalutsläppen av fosfor och kväve (Tab. 6). Förutom i Norra Vätterns tillrinningsområde där industrin står för 42 % av det totala fosforutsläppet. Industrin stod sammanlagt för 7,7 % av det totala fosforutsläppet och 5,5 % av kväveutsläppet år 1995. År 2001 hade andelen från industrin ökat till 8,8 % för fosfor och 6 % för kväve. De två största pappersbruken i området stod tillsammans för 67 % av det fosfor som släpptes ut från industrisektorn år 2001. När det gäller kväveutsläppen är det också en koncentration till några få industrier. Tre större industrier står tillsammans för över 70 % av kväveutsläppen från industrisektorn.

Fiskodlingar

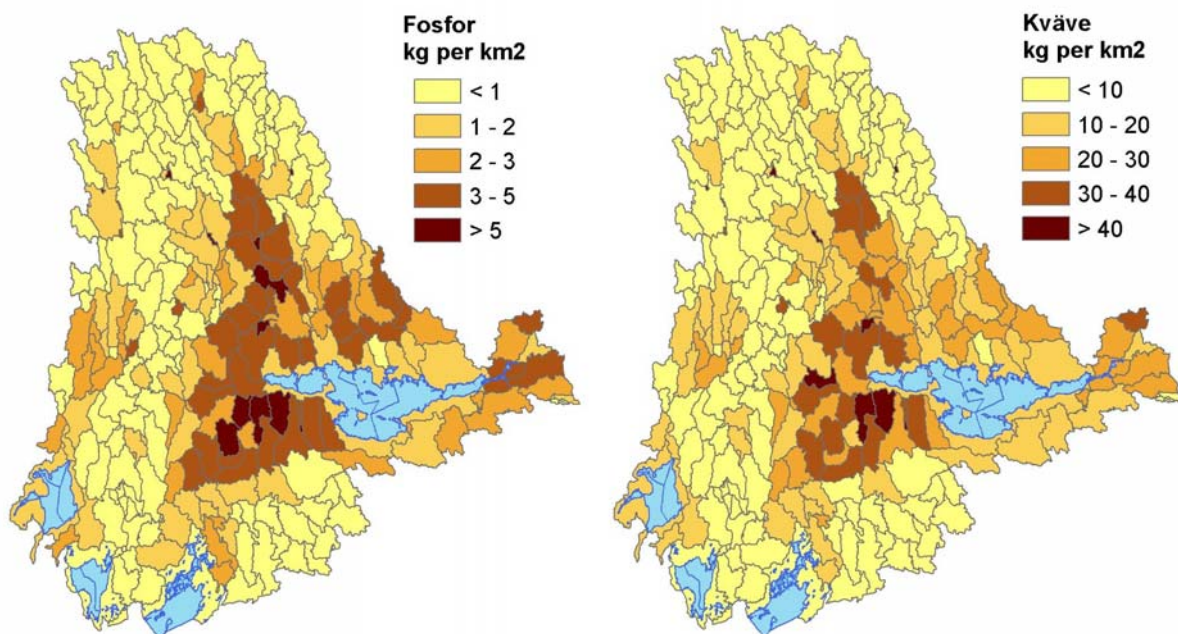
Fiskodlingarna står för mindre än 1 % av det totala utsläppet av fosfor och kväve. Det ligger sex stycken fiskodlingar i området (Tab. 6). Samtliga ligger i Örebro län. Fem stycken ligger i Gullspångsälvens avrinningsområde och en i Hedströmmens avrinningsområde. De släppte sammanlagt ut 0,5 respektive 0,1 % av det totala fosfor- och kväveutsläppet år 1995. Utsläppen år 2001 var av samma storleksordning som 1995.

Tabell 6. Utsläpp av fosfor och kväve från punktkällor (kg per år), dvs. avloppsreningsverk (ARV), fiskodlingar och industri, i Örebro län och i området utanför länet som omfattas av EDB-vatten.

FOSFOR	År	Typ	Antal	Median	Min	Max	Summa	
T-län	1995	ARV	89	15	0,03	4020	13566	
		Fiskodling	5	135	30,00	294	740	
		Industri	10	24	0,03	5000	10881	
		Totalt	104	16	0,03	5000	25187	
	2001	ARV	100	12	0,03	4287	11423	
		Fiskodling	6	133	115,00	224	930	
		Industri	9	160	0,56	6900	12145	
		Totalt	115	14	0,03	6900	24499	
	Totalt	1995	ARV	120	14	0,03	4020	18614
			Fiskodling	5	135	30,00	294	740
			Industri	13	22	0,00	5000	10930
			Totalt	138	15	0,00	5000	30284
2001		ARV	133	12	0,03	4287	14856	
		Fiskodling	6	133	115,00	224	930	
		Industri	13	10	0,02	6900	12198	
		Totalt	152	13	0,02	6900	27984	
KVÄVE	År	Typ	Antal	Median	Min	Max	Summa	
T-län	1995	ARV	89	456	13	462100	1342798	
		Fiskodling	5	1065	237	2320	5839	
		Industri	6	34350	1676	66100	182387	
		Totalt	100	702	13	462100	1531025	
	2001	ARV	100	443	13	357000	808386	
		Fiskodling	6	1049	756	1911	7294	
		Industri	8	31000	59	80000	246449	
		Totalt	114	525	13	357000	1062129	
	Totalt	1995	ARV	120	443	13	462100	1711139
			Fiskodling	5	1065	237	2320	5839
			Industri	7	37000	1676	221000	403387
			Totalt	132	525	13	462100	2120365
2001		ARV	133	410	13	357000	1159936	
		Fiskodling	6	1049	756	1911	7294	
		Industri	9	32100	59	166670	413119	
		Totalt	148	453	13	357000	1580348	

Enskilda avlopp

I EDB-vatten ingår uppgifter om enskilda avlopp för mer än 52 000 fastigheter varav knappt 40 000 finns i Örebro län. De uppskattade utsläppen från enskilda avlopp i EDB-vatten området uppgår till ca. 21 ton fosfor och 163 ton kväve. De högsta värdena på utsläpp av fosfor från enskilda avlopp är 12,5 kg per km² och för kväve 96 kg per km². Medianvärdet är 1,2 kg per km² för fosfor och 9,4 kg per km² för kväve (Fig. 9).



Figur 9. Enskilda avlopp. Utsläpp av fosfor och kväve från enskilda avlopp.

De flesta enskilda hushåll har både eget vatten och eget avlopp (52 %, Tab. 7). En stor andel av de enskilda hushållen (22 %) har angett att de både saknar eget vatten och eget avlopp. Av de enskilda hushållen i EDB-vatten området har 25 % indraget vatten, men har inte angett att de har avloppssystem.

Tabell 7. Enskilda fastigheter med eller utan vatten eller avlopp i kommuner, i Örebro län och i området utanför länet som omfattas av EDB-vatten (VA-kod anges i parentes).

Med eller utan vatten	Kommunalt vatten		Enskilt vatten		Kommunalt eller enskilt vatten		Vatten saknas		Totalt
	Med (12)	Utan (13)	Med (22)	Utan (23)	Med (32)	Utan (33)	Med (42)	Utan (43)	
Enskilt avlopp									
Askersund	148	36	1701	343	232	454	54	910	3878
Degerfors	115	1	735	95	41	170	9	369	1535
Hallsberg	49	7	1655	258	126	211	32	622	2960
Hällefors	24	2	735	182	89	224	5	1006	2267
Karlskoga	36	3	876	148	26	135	10	446	1680
Kumla	76	14	1302	168	13	54	10	264	1901
Laxå	17	1	658	165	45	174	11	351	1422
Lekeberg	38	3	1983	323	102	281	26	632	3388
Lindesberg	376	27	2889	419	189	454	41	1202	5597
Ljusnarsberg	44	5	724	337	49	175	11	629	1974
Nora	111	8	1214	182	153	285	22	530	2505
Örebro	127	13	6224	726	271	986	102	2047	10496
Ej T-län	251	25	6813	924	608	1631	164	2393	12809
Totalt i T-län	1161	120	20696	3346	1336	3603	333	9008	39603
Totalt	1412	145	27509	4270	1944	5234	497	11401	52412

Enskilda fastigheter i Örebro län har grovt uppskattat i genomsnitt 49 % reduktion av utsläppen av kväve och 55 % reduktion av utsläppen av fosfor från det enskilda avloppet till närmaste vattendrag. Den genomsnittliga reduktionen av kväve- och fosforutsläpp från enskilda avlopp varierar mellan kommunerna från 27 % till 68 % för kväve och från 29 till 79 % för fosfor (Tab. 8).

Tabell 8. Den genomsnittliga reningskapacitet hos enskilda avlopp inom kommunerna i Örebro län. Värdena för reningskapaciteten är baserade på enkätsvar från kommunerna i området rörande fördelningen av olika avloppstyper inom kommunen samt i vissa fall specificerat för olika delavrinningsområden.

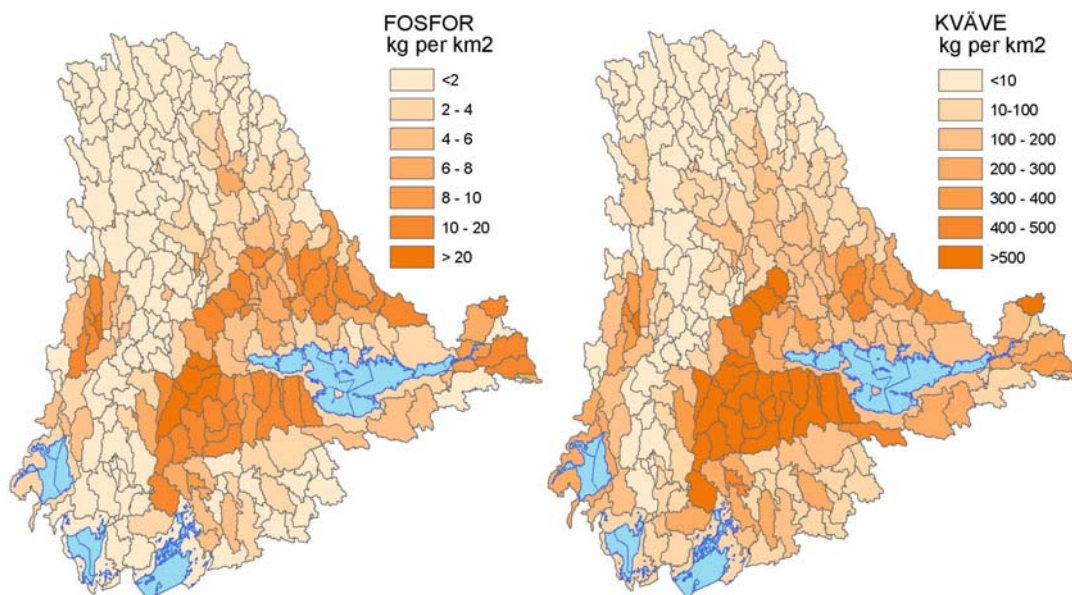
Komun	Reduktion Kväve (%)	Reduktion Fosfor (%)
Askersund	53	59
Degerfors	68	76
Hallsberg	49	57
Hällefors	49	55
Karlskoga	49	55
Kumla	49	55
Laxå	49	55
Lekeberg	66	79
Lindesberg	27	29
Ljusnarsberg	49	55
Nora	57	66
Örebro	48	55

Markläckage och dagvatten

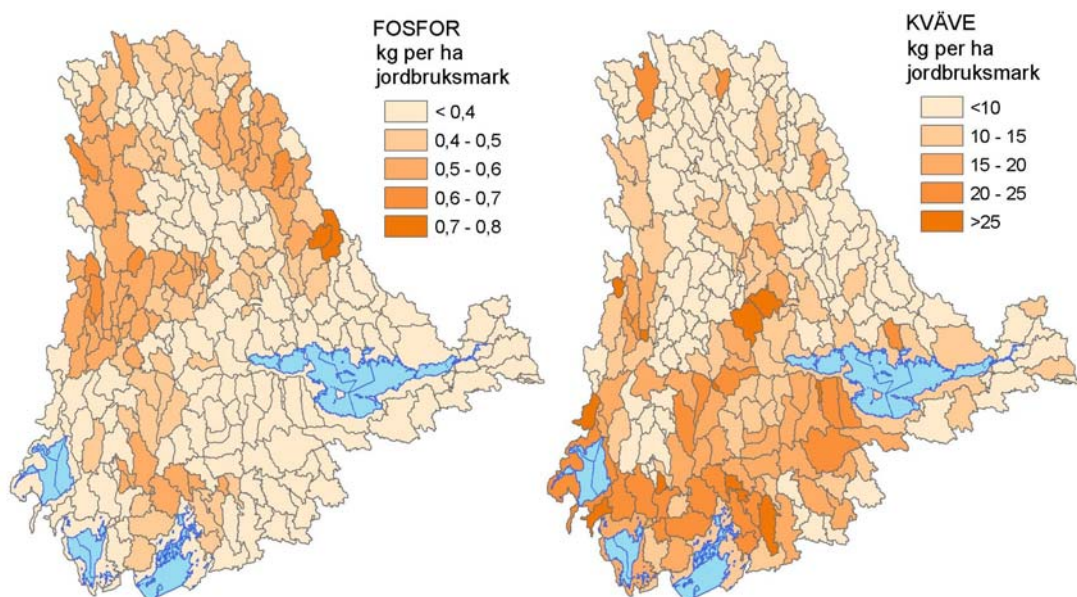
Markläckage dvs. läckage från jordbruksmark, skogsmark, sankmark och hårdgjorda ytor (dagvatten) står för 65 % av det totala utsläppet av fosfor i EDB-vatten området och 61 % av det totala utsläppet av kväve.

Jordbruksmark

Närkeslätten och området runt Hjälmaresjön domineras till stor del av jordbruksmark och här finner man också de största utsläppen av fosfor och kväve (Fig. 10). Figur 10 visar i vilka delavrinningsområden som jordbruksmark har störst betydelse för fosfor- och kväveutsläppen. Betydelsen av jordbruksmark i ett område bestäms huvudsakligen av mängden jordbruksmark i området. Figur 11 visar i vilka delavrinningsområden där det specifika läckaget av fosfor och kväve per hektar jordbruksmark är högst. Den jordbruksmark som har stor benägenhet att läcka näringsämnen behöver således inte vara lokaliserad till de områden som domineras av jordbruksmark (Fig. 10 och 11). Från jordbruksmark uppskattas läckaget av fosfor till mellan 0,17 och 0,8 kg per ha och år och för kväve till mellan 1,3 och 28 kg per ha och år i EDB-vatten området (Fig. 11).



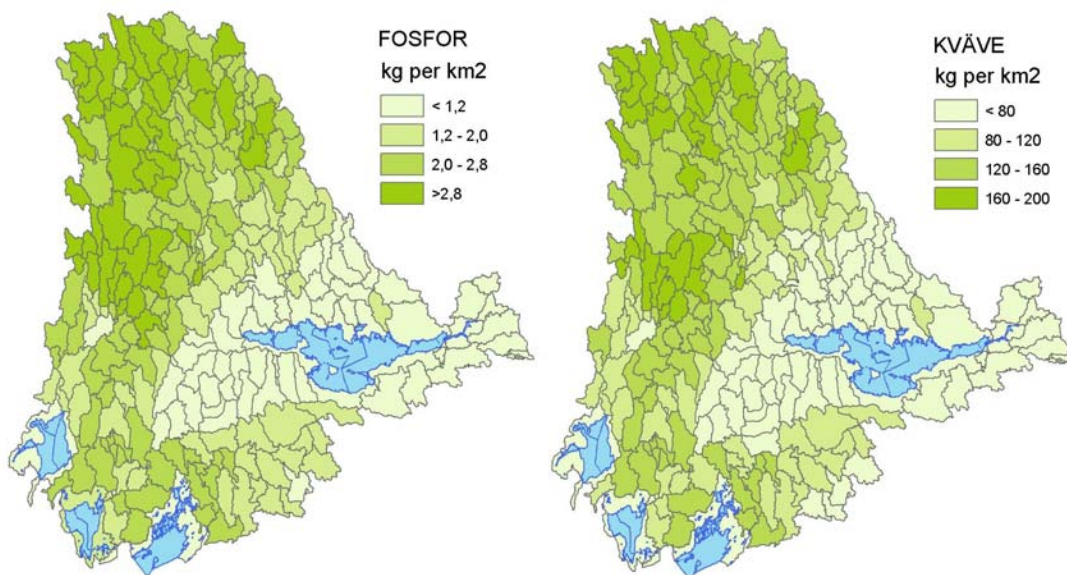
Figur 10. Utsläpp av fosfor och kväve från jordbruksmark utslaget på den totala arean i respektive delavrinningsområde. Figuren visar betydelsen av jordbruksmark i olika delar av EDB-vatten området.



Figur 11. Det genomsnittliga specifika läckaget av fosfor och kväve per hektar jordbruksmark och år i respektive delavrinningsområde.

Skogsmark

I de västra och norra delarna av Örebro län så står skogsmarken för betydande utsläpp av fosfor och kväve (Fig. 12). Av skogsområdena i EDB-vatten området utgörs ca. 94 % av intakt skog och 6 % av kalhyggen. Från mark i intakt skog är markläckaget av kväve 0,7-2,5 och av fosfor 0,01-0,04 kg per ha och år. Läckaget från kalhyggen är 2-3 ggr högre än från intakta skogsområden.



Figur 12. Utsläpp av fosfor och kväve från skogsmark utslaget på den totala arean i respektive delavrinningsområde. Figuren visar betydelsen av skogsmark i olika delar av EDB-vatten området.

Dagvatten

Avrinning från hårdgjorda ytor benämns dagvatten. I EDB-vatten har fosfor och kvävetransporten beräknats från hårdgjorda ytor i bebyggelse, industriområden och från vägar. Fosforutsläppet från bebyggelse varierar mellan 0,17-0,61 kg fosfor per ha bebyggelse och år, och 2,2 och 6,4 kg kväve per ha och år. Läckaget från industriområden varierar mellan 1,2 och 0,42 kg fosfor per ha industriområde och år, och 1,4 till 4,3 kg kväve per ha och år. Transporten av fosfor och kväve från vägar är generellt högre än från övriga hårdgjorda ytor. Läckaget från vägytor uppskattas i EDB-vatten till mellan 0,26 och 0,8 kg fosfor per ha vägyta och år, och mellan 2,5 och 7,3 kg kväve per ha och år.

Atmosfärisk deposition på sjöytor

Den atmosfäriska depositionen av kväve står för ca. 14 % av det totala kväveutsläppet. Den atmosfäriska kvävedepositionen har uppskattats till 4,3-6,5 kg kväve per ha och år i EDB-vatten området. Det högsta nedfallet av kväve per hektar är i områdets sydvästra delar dvs i norra vätterns tillrinningsområde samt i södra delarna av Gullspångsälvens och Eskilstunaåns avrinningsområden. Den största totala tillförseln av kväve från det atmosfäriska nedfallet är emellertid i områden med den största mängden sjöyta. Detta omfattar till stor del områdena med det högsta nedfallet, men även områden i Örebro läns nordvästliga delar i Gullspångsälvens avrinningsområde.

Diskussion

EDB-vatten ger en analys av vilka verksamheter som har betydelse för föroreningsbelastningen på vattendrag och sjöar i regionen. Kunskap som behövs för att kunna bedriva ett effektivt vattenvårdsarbete. Även om mycket har gjorts för att förbättra miljösituationen så är det fortfarande betydande utsläpp av både fosfor och kväve till vattendrag i länet.

EDB-vatten är ett viktigt underlag i miljömålsarbetet. Internationella, nationella och regionala miljömål har satts upp för att minska fosfor- och kvävebelastningen på sjöar och vattendrag liksom kust och hav. Vid den internationella Nordsjökonferensen 1995 i

Esbjerg i Danmark togs beslutet att utsläpp av föroreningar skall minskas så att de är nära bakgrundsnivåer inom en generation (25år) dvs. till år 2020. Det sk. generationsmålet har antagits av riksdagen genom de miljömål som antogs 1999. Riksdagen har som delmål i miljömålet *Ingen Övergödning* att kväveutsläppen från Sverige till havet ska minskas med 30 % till år 2010. När det gäller fosfor har inte en procentuell minskning fastställts. Målet här bör enligt miljömålsrådets senaste utvärdering av de svenska miljömålen vara att *Halten av totalfosfor i sjöar i odlingslandskap inte bör överskrida 25 mikrogram per liter* (Naturvårdsverket, 2003a). Generationsmålet säger att vi ska sträva efter att nå de utsläppsnivåer som var innan tillförseln av näringsämnen började ge allvarliga övergödningssproblem. Detta innebär att nå de utsläppsnivåer som var för ca. 50 år sedan (Naturvårdsverket, 1999). EDB-vatten ger upplysningar beträffande vilka områden i regionen och vilka sektorer som bör prioriteras med avseende på åtgärder för att minska utsläppen av fosfor och kväve till vatten.

Punktkällor

Sedan mitten av 1970-talet är i stort sett alla svenska tätortshushåll och mindre industrier anslutna till kommunal avloppsrening. Ungefär 95 % av avloppsvattenmängden till större (>2000 pe) kommunala reningsverk genomgår idag såväl kemisk som biologisk rening. (Naturvårdsverket, 2003b)

Övergödningssproblemen i syd- och mellansvenska kust- och havsvatten har under senare år föranlett skärpta krav på kväverening vid reningsverk belägna vid kusten mellan norska gränsen och Stockholms skärgård. Nästan tre fjärdedelar av det kommunala avloppsvatten som år 2000 släpptes ut vid Sveriges kuster genomgick särskild kväverening och den genomsnittliga kvävereduktionen överstiger nu 50 %. (Naturvårdsverket, 2003b)

Inom området som omfattas av EDB-vatten är knappast något av reningsverken utbyggda för särskild kväverening. Reningsverkens betydelse när det gäller utsläpp av kväve är därför också förhållandevis stor. EU-kommissionen har nyligen påpekat att Sverige inte uppfyller kraven på reduktion av kväve gällande utsläpp från tätbebyggelse (91/271/EEG). (Naturvårdsverket, 2003b) Det finns därför anledning att tro att några av de större reningsverken i området, som idag inte uppfyller kraven, kommer att behöva byggas ut för kväverening.

Lokalt kan enstaka industrier svara för betydande utsläpp. Bland annat cellulosaindustrin medför utsläpp av närsalterna kväve och fosfor. Närsalterna från dessa härstammar främst från veden och de löses ut under kok- och syrgassteg (Jirvall mfl., 1995). De stora industrierna har dock oftast egna reningsanläggningar och ett mycket stort antal mindre och medelstora industrier är anslutna till kommunala reningsverk. Vissa av utsläppen är dock dåligt kända och kan därför vara underskattade. Exempelvis så kan skyddsbevattning av timmer ge upphov till betydande läckage av fosfor (Naturvårdsverket, 2003c).

Förluster av växtnäringsämnen och organiskt material från fiskodlingar kan ge betydande lokala övergödningseffekter. De faktorer som styr förlusterna till vattenmassan är fodrets sammansättning, graden av överutfodring och graden av bindning i slam. Av dessa kan särskilt de två förstnämnda faktorerna påverkas genom åtgärder. Detta har också skett i Sverige sedan odlingen av fisk för konsumtion tog fart under 1970-talet. De produktionsspecifika förlusterna har för fosfor reducerats med ca

2/3 medan närmare en halvering av förlusterna uppnåts för kväve. (Jonsson & Alanäre, 1998)

Betydelsen av utsläppen från punktkällor, i förhållande till de totala utsläppen, kan variera mellan olika år även om de utsläppta mängderna är desamma. Detta beror på att de diffusa utsläppen från markanvändningen till stor del beror av nederbörden. I EDB-vatten tas emellertid inte hänsyn till den variation som beror av avrinningen (se nedan). Den minskning i andelen av det totala utsläppet som härrör från punktkällor mellan år 1995 och 2001 beror därför enbart på förändringar i storleken på utsläppen från punktkällorna.

Mätresultaten från större industrier och avloppsreningsverk (A och B-anläggningar) håller generellt en god kvalitet. Mätningar från mindre verksamheter (C-anläggningar) har dock generellt brister (med utgångspunkt från behovet i EDB-vatten) bl.a. vad gäller vilka parametrar som mäts samt det antal prover som tas. Detta gör att vissa resultat från dessa anläggningar har fått tas fram genom antaganden och beräkningar. Bättre uppgifter från denna typ av anläggningar vore därför önskvärd.

Enskilda avlopp

De enskilda avloppen bidrar med stora näringsutsläpp, framförallt av fosfor. Det finns många äldre avloppslösningar och avloppsstandarden i glesbygden varierar mycket. Många äldre hus och mindre samhällen har bristfälliga reningsanläggningar. Ofta består reningen endast av någon enkel form av slamavskiljning. Det pågår på många håll en omvandling av fritidshus till permanentboende som på sikt kan leda till ett kraftigt förhöjt läckage om inte acceptabla reningsmetoder används.

Många kommuner arbetar idag med att inventera och åtgärda enskilda avlopp. Detta arbete är dock ofta väldigt resurskrävande och går därför förhållandevis långsamt. Vid uppbyggnaden av EDB-vatten bedömdes det som viktigt att kunna visa på de positiva effekter som uppnåts i områden där de enskilda avloppen åtgärdats. Det är dock endast ett fåtal områden som är inventerade, stora delar av fritidshusområdena är inte inventerade överhuvudtaget. De områden som är inventerade omfattar oftast heller inte hela delavrinningsområden, utan mindre s.k. problemområden eller bebyggelse närmast större vattendrag. En uppskattning har därför fått göras av hur standarden ser ut inom hela delavrinningsområden och någon tydlig effekt av det arbete som lagts ner är därför svår att urskilja.

De enkätsvar som kommunerna lämnat angående statusen på enskilda avlopp har varit mycket generella uppskattningar. Ofta angav kommunerna endast i procent hur många avlopp inom kommunen som var godkända eller måste åtgärdas. Varje avlopp är dock unikt, generella reduktionsfaktorer är inte alltid representativa och retentionsberäkningarna för enskilda avlopp i EDB-vatten ger bara en förenklad bild av den verkliga situationen.

Förhoppningsvis kan EDB-vatten ändå vara till hjälp för kommunerna i det fortsatta arbetet med att prioritera områden för kommande inventeringar samt för att motivera varför det är angeläget att åtgärder vidtas vid de enskilda avloppsanläggningarna.

Markläckage

Näringsämnen tillförs marken naturligt genom vittring av berggrunden och genom inbindning av kvävgas från luften av kvävefixerande bakterier. Det är även en luftdeposition av kväveföreningar från förbränning av fossila bränslen. All mark oberoende av om den odlas eller inte tvättas kontinuerligt ur på näringsämnen av

nederbörden. Bakgrundsläckaget av kväve har beräknats till i genomsnitt mellan 2 och 7 kg kväve per ha och år för ogödslade gräs- och skogsmarker (Naturvårdsverket, 1999). När mark berikas genom gödsling och markbearbetas ökar emellertid näringsläckaget 5-20 gånger (Naturvårdsverket, 1997). Markläckaget från jordbruksmark är således betydligt högre än från övrig mark.

Resultaten från EDB-vatten visar att det är betydande skillnader i markläckage mellan olika delavrinningsområden. Variationen beror huvudsakligen på typen av markanvändning dvs om det är skog, åkermark eller betesmark. Det är emellertid också en betydande variation mellan olika typer av jordbruksmark, även om den är betydligt mindre än mellan skogsmark och jordbruksmark. Variationer i fosforläckaget mellan olika typer av jordbruksmark styrs till stor del av hur mycket fosfor som är bundet till partiklar i marken, vilket bestäms av den specifika ytan i marken. Lera har en betydligt större yta och därmed en betydligt större förmåga att innehålla mycket fosfor än t.ex. sand. Variationer i fosforläckage mellan olika jordbruksmarker har i EDB-vatten beräknats utifrån matjordens innehåll av förrådsfosfor, jordens specifika yta (som bestäms av jordarten) samt djurtätheten i förhållande till åkerarealen (Brandt & Ejhed, 2002). Funktionen som har använts i EDB-vatten för beräkning av fosfor ger en korrelation till uppmätta fosforförluster på 0,74 (Brandt & Ejhed, 2002).

Variationer i kväveläckaget mellan olika jordbruksområden styrs förutom av avrinning huvudsakligen av vilken typ av gröda som odlas och typen av jordart (Naturvårdsverket, 1997). Till skillnad från fosfor binds inte kväve i så hög utsträckning till markpartiklar. Kväve förekommer i huvudsak som av löst nitrat i markvattnet. Detta är fallet även om det tillsätts marken i form av ammonium. Ammonium är positivt laddat och binder väl till jordpartiklar, vilka är negativt laddade. Ammonium omvandlas emellertid i marken till nitrat via en bakteriell process som kallas nitrifikation. Genom att nitrat är negativt laddat binder det inte till jorden och löser sig i markvattnet och kan därmed också lätt utlakas. Typen av gröda har stor betydelse för kväveläckaget. Korn, vete, råg och sockerbetor ger en bruttoutlakning från rotzonen på mellan 25 och 35 kg kväve per hektar och år på en jord med lätt lera (Naturvårdsverket, 1997). Oljeväxter ger en bruttoutlakning på ca. 35-45 kg kväve per hektar och år (Naturvårdsverket, 1997). Vilken jordart som dominerar bestämmer också storleken på kväveläckaget. Utlakningen av kväve ökar med sandhalten i jorden. I mycket sandig jord ligger bruttoutlakningen av näringsämnen 20-30 % högre än i leriga jordar (Naturvårdsverket, 1997). Detta beror på att markvattnet med nitrat lättare urlakas från sandiga jordar, men också av att den bakteriella processen denitrifikation, i vilken nitrat omvandlas till kvävgas, är lägre i sandiga än i leriga jordar. Hög utlakning sker också från mulljordar pga. dess höga kväveinnehåll.

Variationer i nederbörd har även betydelse för variationen i markläckage mellan olika delavrinningsområden. Nederbörden och avrinningen påverkar emellertid i ännu högre grad variationen i markläckage mellan olika år. Det är därför inte möjligt eller missvisande att utifrån bruttoläckaget utläsa trender i förändrade utläppsnivåer mellan olika år t.ex. beroende på ändrade brukningsmetoder. Om man vill utläsa förändringar i det diffusa läckaget måste detta först korrigeras för variationerna i avrinningen/vattenflödet dvs. flödesnormaliseras. Ett alternativ till flödesnormalisering är att använda ett långtidsårsmedelvärde för det genomsnittliga läckaget över en längre tidsperiod där både torr- och blötår ingår. Det senare alternativet har använts i EDB-vatten. I EDB-vatten har den månadsvisa medelavrinningen för perioden 1985-1999 genomgående använts vid beräkningar av markläckage. Medelavrinningen är tyvärr ej optimalt att använda för alla typer av läckageberäkningar. Speciellt påverkas dagvattenberäkningarna genom att dagvattenläckage ofta sker stötvis.

Det ligger en större osäkerhet i beräkningen av läckaget från de mullhaltiga jordar kring Hjälmarens än från övriga marker i EDB-vatten området. En brist i modelleringen av kväveläckage från jordbruksmark i TRK-projektet är att modelleringen inte tar särskild hänsyn till att olika marker kan innehålla olika mängder mull. I SOILNDB-modellen har andelen organiskt material antagits vara 4,3% över hela landet, vilket är medelvärdet för mineraljordar i Sverige. För att ändå kunna göra en bra uppskattning av läckaget från det mullrika området vid Hjälmarens har läckagefaktorer från utlakningsregion 11 i Skåne/Halland använts i modelleringen för detta område. Kväveläckaget från de mullhaltiga markerna motsvarar bättre vad man finner i utlakningsregion 11 än i den region som de verkligen ingår i. Detta visar också mätningar gjorda i typområdet Husön i mulljordsområdet Kvismaren vid Hjälmarens (Mårtensson mfl. 1998; Nätterlund; 2003a, Nätterlund 2003b).

Retention och transport

EDB-vatten omfattar utsläpp till närmaste vattendrag. Detta innebär att hänsyn har tagits till den retention⁴ som sker mellan ett markområde och ett vattendrag. Undantaget är kväveläckaget från jordbruksmark där typhalter i rotzonen har använts i stället för halter i vattendraget. Den retention som sker under transporten av näringsämnen i vattendrag är inte inkluderad för någon källa. Hur mycket näringsämnen som försvinner under transporten i vattendrag beror bl.a. på den fysiska påverkan som har skett på vattendragen genom rensningsarbeten, kanalisering, invallning mm. Tiden för näringsämnen att hinna fångas upp och omvandlas i vattendragen beror på hur snabbt vattnet transporteras genom systemet. Våtmarker, sjöar och naturligt strömmande vattendrag med vattenväxter förlänger vattnets uppehållstid i landskapet och ger naturliga reningsprocesser tid att rena vattnet från näringsämnen (Howard-Williams, 1985; Peterson m.fl., 2001). De utsläppsmängder som redovisas i EDB-vatten kan p.g.a. retentionen i vattendragen skilja sig mycket från de mängder som verkligen når en nedströms belägen recipient.

För att beräkna hur mycket av det fosfor och kväve som släpps ut i ett område som transporteras och når nedströms belägna sjöar och vattensystem krävs en retentionsmodell. Genom retentionsmodelleringen kan retentionen och transporten av näringsämnen i vattendrag och sjöar beräknas. Uppgifter om utsläpp i EDB-vatten kan också via en retentionsmodell kopplas till uppgifter om koncentrationer och transporterade mängder från den samordnade recipientkontrollen. En framtida utbyggnad av EDB-vatten med en retentionsmodell kan bli aktuell när finansiering finns tillgänglig. Modellering av retentionen kommer troligen i första hand omfatta Eskilstunaåns och Arbogaåns avrinningsområden, genom att hela avrinningsområdena ingår i EDB-vatten och genom att det också är stora utsläpp i områdena. Effekter av vattenvårdsåtgärder i t.ex. Eskilstunaåns avrinningsområde på Hjälmarens och Mälaren skulle kunna beräknas med hjälp av scenarier i en retentionsmodell.

Kvalitetssäkring

Varje utsläppskoordinats läge har granskats med avseende på om placering verkar rimlig i geografien, dvs. om den ligger nära sjö, vattendrag eller samhälle. Har koordinaten legat långt ifrån vatten har den kontrollerats närmare. Koordinater som har

⁴ Retention betyder i det här sammanhanget kvarhållande eller bortförsl av näringsämnen i ett vattensystem eller i mark genom sedimentation, upptag från växter, adsorption till ytor eller denitrifikation (omvandling av nitratkväve till kvävgas).

varit gränsfall och svåra att placera till ett visst delavrinningsområde har placerats i det avrinningsområde som ligger i vattnets strömriktning. Vattnets strömriktning har bedömts med hjälp av delavrinningsområdets utloppskoordinater.

Alla utsläppsdata har granskats och jämförts för år 1995 och 2001 om det står i rimlig proportion till varandra och om utsläppet verkar rimligt i förhållande till typ av verksamhet.

Slutsatser

EDB-vatten ger:

- En rationell hantering av utsläpps/belastningsdata för regionen.
- En beskrivning av utsläpp/belastning på avrinningsområdesnivå.
- Information om källfördelningen mellan bruttoutsläpp av fosfor och kväve från punktkällor, enskilda avlopp, markanvändning samt atmosfärisk deposition.
- Ett underlag till den översyn av miljökonsekvenserna av mänsklig verksamhet som ska göras avrinningsområdevis enligt EG:s ramdirektiv för vatten.

EDB-vatten kommer att utvecklas och förbättras allteftersom nya data blir tillgängliga. En framtida utbyggnad av Emissionsdatabasen till en retentionsmodell kan bli aktuell.

Referenser

- Bergström, S. 1995. The HBV model. In: Singh VP (ed). Computer Models of Watershed Hydrology. Water Resources Publications, Highland Ranch, Colorado, pp. 443-476.
- Brandt, M. och Ejhed, H. 2002. TRK Transport-Retention-Källfördelning. Belastning på havet. Naturvårdsverket rapport 5247.
- Carlsson, C., Kyllmar, K. och Johnsson, H. 2000. Typområden på jordbruksmark (JRK). Avrinning och växtnäringsförluster för det agrohydrologiska året 1998/99. Uppsala. SLU, Avdelningen för vattenvårdslära. Ekohydrologi 55.
- Ekstrand, S., Eriksson, M., Olshammar, M., Mahlander, C., Lindgren, C. och Zakrisson, J. 2002. Beräkningsmetodik för mindre punktkällor. SMED&SLU slutrapport.
- Eriksson, J., Andersson, A. och Andersson, R. 1999. Åkermarkens matjordstyper. Naturvårdsverkets rapport 4955.
- Howard-Williams, C. 1985. Cycling and retention of nitrogen and phosphorus in wetlands: a theoretical and applied perspective. *Freshwater Biology* 15:391-431.
- Jirvall, N. mfl. 1995. Miljöinfo från skogsindustrierna.
- Johansson, H., Bergström, L., Jansson, P-E och Paustian, K. 1987. Simulated nitrogen dynamics and losses in a layered agricultural soil. *Agric. Ecosystems Environ.* 18: 333-356.
- Johansson, J-Å. och Kvarnäs, H. Modellering av näringsämnen i Storsjön och dess tillrinningsområde. Länsstyrelsen i Gävleborg. Rapport 1998:13.
- Johnsson, H., Larsson, M., Mårtensson, K. och Hoffmann, M. 2002. SOILNDB: A decision support tool for assessing nitrogen leaching losses from arable land. *Environmental Modelling & Software* 17:505-517.
- Jonsson, B och Alanäre, A. 1998. Svensk fiskodlings närsaltsbelastning – faktiska nivåer och framtida utveckling. Umeå. SLU, Vattenbruksinstitutionen. Rapport 18.

- Lagner, J., Persson, C., Robertsson, L. och Ullerstig, A. 1996. Air pollution assessment study using the MATCH modelling system. Application to sulphur and nitrogen compounds over Sweden 1994. SMHI RMK Report No 69.
- Lindström, G., Gardelin, M., Johansson, B., Persson, M. och Bergström, S. 1996. HBV-96–En areellt fördelad modell för vattenkrafthydrologin. SMHI Hydrologi nr 12.
- Mårtensson, K. och Kyllmar, K. 1998. Växtnäringsförluster till vatten från två jordbruksområden i Örebro län 1994-1997. Länsstyrelsen i Örebro län. Rapport 1998:37.
- Naturvårdsverkets branchfaktablad för Avloppsreningsverk 26-2000 pe.
- Naturvårdsverket. 1994. Kungörelse med föreskrifter om rening av avloppsvatten från tätbebyggelse. SNFS 1994:7.
- Naturvårdsverket. 1997. Kväveläckage från svensk åkermark. Rapport 4741.
- Naturvårdsverket. 1999. Ingen övergödning. Miljökvalitetsmål 6. Rapport 4999.
- Naturvårdsverket. 2002. Robusta, uthålliga små avloppssystem. Rapport 5224.
- Naturvårdsverket. 2003a. Underlagsrapport till fördjupad utvärdering av miljömålsarbetet - Ingen övergödning Rapport 5319.
- Naturvårdsverket. 2003b. Avloppsrening i Sverige. Rapportering enligt direktiv 91/271 EEG, §16. Naturvårdsverket.
- Naturvårdsverket. 2003c. Miljökvalitetsnormer för fosfor i sjöar. Rapport 5288.
- Nätterlund, H. 2003a. Växtnäringsförluster till vatten från två jordbruksområden i Örebro län 1994-2001. Länsstyrelsen i Örebro län.
- Nätterlund, H. 2003b. Resultat från inventering av jordbruksmark i Husöns avrinningsområde 2002. Länsstyrelsen i Örebro län. Rapport 2003:2
- Peterson, B.J. m.fl. 2001. Control of nitrogen export from watersheds by headwater streams. Science 292:86-90.

Bilaga 1. Ämnen som ingår i EDB vatten. Prioriterade ämnen är markerade i fet stil.

Kortnamn	Ämne	A och B	C och U	Enskilda	Mark-
N-tot	Totalkväve	X	X	X	X
P-tot	Totalfosfor	X	X	X	X
BOD7	Biologisk syreförbrukning 7 dygn	X	X		
COD-Cr	Kemisk syreförbrukning - dikromat	X	X		
TOC	Totalt organiskt kol	X			
COD-Mn	Kemisk syreförbrukning- permanganat	X			
NH4-N	Ammoniumkväve	X			
NH3-N	Ammoniak	X			
PO4-P	Fosfatfosfor	X			
Zn	Zink	X			
Cd	Kadmium	X			
Pb	Bly	X			
Ni	Nickel	X			
Cu	Koppar	X			
Fe	Järn	X			
Cr	Krom totalt	X			
Cr6	Krom (sexvärt)	X			
As	Arsenik	X			
Olja-OPALC	Olja-opolära alifatiska kolväten	X			
Olja-OPARC	Olja-opolära aromatiska kolväten	X			
Olja-TEXALC	Olja-totalt extraherbara alifatiska kolväten	X			
Olja-TEXARC	Olja-totalt extraherbara aromatiska	X			
AOX	Adsorberbara organiskt bundna halogener	X			
ClO3	Klortrioxid	X			
Komplexb.	Komplexbildare	X			
Na2SO4	Dinatriumsulfat	X			
Susp-TS	Suspenderad torrs substans	X			
Hg	Kvicksilver	X			
CN-tot	Cyanid totalt	X			
CN-ltg	Cyanid lättillgängligt	X			
Mineralolja		X			
Fenoler		X			
Cl-tot	Klorid	X			
DCE		X			
N-org	Organiskt kväve	X			
SO4	Sulfat	X			
Na	Natrium	X			
K	Kalium	X			
Ca	Kalcium	X			
Mg	Magnesium	X			
Al (ofilt.)	Aluminium ofiltrerat	X			
Al (filt.)	Aluminium filtrerat	X			
Bor		X			
Mo	Molybden	X			
Li	Litium	X			
Strontium		X			
Vanadin		X			
Uran		X			
Co	Kobolt	X			
Sed.mtrl.	Sedimentärt material	X			
Urea		X			
Propylenglykol		X			
Acetat		X			
F	Fluorid	X			
Ag	Silver	X			
Ba	Barium	X			
Mn	Mangan	X			
S-tot	Totalsvavel	X			

Bilaga 2. Beräkning av utsläppsschablon från ett urval av mindre reningsverk inom EDB-området.

Reningsverk	Antal Pe	År	Tot-P (Kg/år)	Tot-P (Kg/Pe år)	Tot-N (Kg/år)	Tot-N (Kg/pe år)	BOD7 (Kg/år)	BOD7 (Kg/pe år)	COD-Cr (Kg/år)	COD-Cr (Kg/pe år)	Typ	Kommun
Alberga	1122	1995	4,6	0,004	1262	1,12	400	0,36	3386	3,02	Biologisk, Kemisk	Eskilstuna
Alberga	1122	2001	37	0,033	1089	0,97	1508	1,34	4747	4,23	Biologisk, Kemisk	Eskilstuna
Bälgviken	120	1995	2	0,017	813	6,78	185	1,54	1936	16,13	Biologisk, Kemisk	Eskilstuna
Bälgviken	120	2001	3	0,025	635	5,29	194	1,62	784	6,53	Biologisk, Kemisk	Eskilstuna
Hällberga	562	1995	24	0,043	1508	2,68	370	0,66	3780	6,73	Biologisk, Kemisk	Eskilstuna
Hällberga	562	2001	15	0,027	1636	2,91	183	0,33	2075	3,69	Biologisk, Kemisk	Eskilstuna
Årla	741	1995	16	0,022	2497	3,37	503	0,68	5027	6,78	Biologisk, Kemisk	Eskilstuna
Årla	741	2001	42	0,057	3109	4,20	1134	1,53	5307	7,16	Biologisk, Kemisk	Eskilstuna
Lunger	125	1995	6	0,048	516	4,13	236	1,89	1654	13,23	Biologisk, Kemisk	Arboga
Lunger	125	2001	2	0,016	450	3,60	220	1,76	730	5,84	Biologisk, Kemisk	Arboga
Lesjöfors	1092	1995	200	0,183	4100	3,75	3700	3,39	19800	18,13	Biologisk, Kemisk	Filipstad
Östra Öskevi	25	1995	2,3	0,092	23,7	0,95	29,7	1,19	109,5	4,38	Kemisk	Lindesberg
Östra Öskevi	25	2001	1,13	0,045	18,1	0,72	13,9	0,56	65,7	2,63	Kemisk	Lindesberg
Allmäningsbo	50	2001	9,8	0,196	56,2	1,12	28,1	0,56	14,1	0,28	Biologisk	Lindesberg
Olshammar	550	1995	73	0,133	2933	5,333	1107	2,013	2013	3,660	Biologisk, Kemisk	Askersund
Olshammar	550	2001	41	0,075	1591	2,893	523	0,951	3637	6,613	Biologisk, Kemisk	Askersund
Lerbäck	135	1995	26	0,193	317	2,348	207	1,533	1058	7,837	Biologisk, Kemisk	Askersund
Röneshytta	260	2001	14	0,054	514	1,977	137	0,527	1028	3,954	Biologisk, Kemisk	Askersund
Mariedamm	190	1995	5,8	0,031	417	2,195	102	0,537	2087	10,984	Biologisk, Kemisk	Askersund
Mariedamm	190	2001	15	0,079	253	1,332	383	2,016	761	4,005	Biologisk, Kemisk	Askersund
Åsbro	1900	1995	36	0,019	4226	2,224	943	0,496	4667	2,456	Biologisk, Kemisk	Askersund
Åsbro	1900	2001	44	0,023	2821	1,485	653	0,344	4900	2,579	Biologisk, Kemisk	Askersund
Nydalen	240	1995	5	0,021	431	1,796	215	0,896	661	2,754	Biologisk, Kemisk	Askersund
Nydalen	240	2001	1,8	0,008	518	2,158	55	0,229	410	1,708	Biologisk, Kemisk	Askersund
Mullhyttan	213	1995	47	0,221	1580	7,42	800	3,76	3940	18,50	Biologisk, Kemisk	Lekeberg
Mullhyttan	255	2001	43	0,169	1130	4,43	738	2,89	4440	17,41	Biologisk, Kemisk	Lekeberg
Brotorp	40	2001	4	0,100	64	1,60	53	1,33	322	8,05	Biologisk, Kemisk	Lekeberg
Garphyttan	1484	2001	142	0,096	5000	3,37	2000	1,35	16169	10,90	Biologisk, Kemisk	Örebro
Klockhammar	300	2001	11,7	0,039	519	1,73	335	1,12	1354	4,51	Biologisk, Kemisk	Örebro
Glanshammar	673	2001	40	0,059	1810	2,69	1160	1,72	4870	7,24	Biologisk, Kemisk	Örebro
Brevensbruk	502	2001	35	0,070	1350	2,69	610	1,22	4015	8,00	Biologisk, Kemisk	Örebro
Ervalla	161	2001	7,3	0,045	376	2,34	263	1,63	1350	8,39	Biologisk, Kemisk	Örebro
Närkes Kil	66	2001	5,8	0,088	170	2,58	175	2,65	876	13,27	Biologisk, Kemisk	Örebro
Götarsvik	45	2001	4,1	0,091	247	5,49	166	3,69	762	16,93	Kemisk	Örebro
Hidingsta	44	2001	6,5	0,148	180	4,09	226	5,14	803	18,25	Kemisk	Örebro
			Medel	0,07	Medel	3,0	Medel	1,5	Medel	7,9		
			Max	0,221	Max	7,418	Max	5,136	Max	18,498		
			Min	0,004	Min	0,724	Min	0,229	Min	0,282		
			Stdav	0,060	Stdav	1,652	Stdav	1,131	Stdav	5,390		
			Max/Min	53,8	Max/Min	10,2	Max/Min	22,4	Max/Min	65,6		
			Median	0,05	Median	2,7	Median	1,3	Median	6,7		



Länsstyrelsen Örebro län