



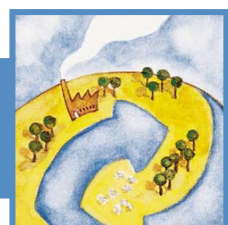
MÄLARENS VATTENVÅRDSFÖRBUND

Uppföljning av miljömålet Ingen övergödning

Fosfor- och kvävemålet för Mälaren



Författare: Carolina Sandberg



Titel: Uppföljning av miljömålet Ingen övergödning –fosfor- och kvävemålet för Mälaren
Författare: Carolina Sandberg,
På uppdrag av Mälarens vattenvårdsförbund
Miljöanalysfunktionen
Miljöenheten
Länsstyrelsen i Västmanlands län
Foto: Anders Geidermark (från rapporten ”Mälaren miljö tillstånd och utveckling 1965-98”)
Rapport 2006:29, ISSN 0284-8813

Förord

Mälarens vattenvårdsförbund har i sitt måldokument från 2004 "Mälaren en sjö för miljoner" satt upp flera miljömål för Mälaren. Målarbetet för Mälaren är en integrerad del i länsstyrelsernas uppdrag att överföra nationella mål till regionala.

För Mälaren och under det nationella måltemat "Ingen övergödning" är målet att år 2010 har fosfor- och kvävetillförseln minskat kontinuerligt jämfört med 1995 års nivå. Ambitionsnivån är en minskning med 10 procent.

Föreliggande rapports syfte är att halvvägs i tiden beskriva huruvida någon måluppfyllnad kan skönjas beträffande närsaltstillförseln till och från Mälaren.

Rapporten syftar också till att belysa komplexiteten av beräkningar av nämnt slag.

Denna rapport har utarbetats av Carolina Sandberg i samarbete med Lars Edenman.

Länsstyrelsen december 2006

Carolina Sandberg

Lars Edenman

Innehåll

Sammanfattning	3
1 Inledning	5
2 Dataunderlag	6
2.1 Metod	7
3 De större tillflödena	7
4 Resultat	11
4.1 Transporter till och från Mälaren.....	11
4.2 Flödet	11
4.3 Fosfor- och kvävetransporterna hos vattendragen	13
4.4 Totalfosfor och totalkväve i vattendragen	17
5 Tillförsel från Mälarens närområde	18
5.1 Fiholms arealförluster	19
5.1.1 Fosfor.....	19
5.1.2 Kväve	20
5.2 Frögärdes arealförluster	20
5.2.1 Fosfor.....	20
5.2.2 Kväve	20
5.3 De större tillflödena.....	20
5.3.1 Fosfor.....	20
5.3.2 Kväve	21
6 Diskussion	22
Bilaga 1. Sammanställning av årsdata för de större tillflödena	24
Bilaga 2. JRK-områdenas arealförluster av närsalter från åkermark ...	29
Bilaga 3. De större tillflödenas och närområdets areafördelning	30
Bilaga 4. Närsaltstransporter	31
Referenser	32

Sammanfattning

Målet för Mälaren är att år 2010 har fosfor- och kvävetillförseln från mänsklig verksamhet minskat till sjön kontinuerligt jämfört med 1995 års nivå.

Ambitionsnivån är en minskning med 10 procent. Nivån 1995 definieras som medelvärdet för perioden 1991-1995 och nivån 2010 på motsvarande sätt som medelvärdet för perioden 2006-2010. Föreliggande rapport är en deluppföljning av detta mål d v s för att få en uppfattning om målet är på väg att uppfyllas.

Närsaltstransporter har beräknats för två 5-årsperioder, 1991-1995 och 2001-2005, dels för de större vattendragen som mynnar i Mälaren, dels för utloppet i Norrström. För att få en uppfattning om den totala närsaltsbelastningen på Mälaren har även tillförseln från sjöns närområde uppskattats.

Sammanlagt för de större tillflödena har fosfor- och kvävetransporterna minskat med 10 % respektive 14 %. För utloppet i Norrström har det skett en ökning av både fosfor- och kvävetransporten med 27 % respektive 15 %.

För de enskilda vattendragen har fosfortransporterna minskat, med undantag för Räckstaån, Sagån och Örsundaån där de har ökat. Detta gäller även för halterna av totalfosfor, som har ökat för de tre nämnda vattendragen, men minskat för de övriga sex. Kvävetransporterna har dock minskat för samtliga, liksom kvävehalterna har gjort – om än marginellt för vissa av vattendragen exempelvis som för Sagån. Medelflödet för perioderna är i stort sett detsamma såväl för de större vattendragen som för Norrström. Det betyder att flödet inte har någon stor inverkan på transportskillnaderna. För Norrström har både halterna av totalfosfor och totalkväve ökat.

För Mälarens närområde, d v s de mindre vattendragen samt de områden som avvattnas direkt till Mälaren, har transportberäkningar genomförts utifrån arealkoefficienter. Eftersom närområdets närsaltstillförsel till Mälaren endast bygger på schablonmässiga beräkningar är det inte möjligt att utifrån mätdata säga ifall närsaltstillförseln ifrån närområdet uppvisar skillnaden mellan perioden. En bedömning som emellertid görs är att tillförseln från närområdet har ökat. Bedömningen görs utifrån att närområdet har i likhet med Sagån och Örsundaån låg sjöprocent och hög procent åker. Det är därför ett rimligt antagande att närområdet uppvisar en likartad arealförlust av närsalter. Vad som också kan konstateras är att bidraget från närområdet är i särklass mycket större än tillförseln från något av de större tillflödena. En slutsats är att intransporten till Mälaren totalt sett ökat vilket också kan förklara att närsaltstransporterna har ökat i Norrström. Med detta i åtanke är det svårt att förutse ifall fosfor- och kvävemålet för Mälaren kommer att uppnås.

1 Inledning

Ingen övergödning är det sjunde av de sexton nationella miljömålen som Riksdagen har antagit. Med övergödning avses ett tillskott på näringsämnen (främst fosfor och kväve) utöver det normala, vilket kan bidra till en överproduktion av snabbväxande alger och makrofyter (högre vattenväxter). När dessa sedan dör, faller de ned på botten där de bryts ned av organismer. Nedbrytningen är en syrekrävande process, vilket innebär att ett stort tillskott på döda alger och makrofyter kan leda till syrefria botten, som i sin tur kan påverka bottenfaunasamhället negativt. En förändring i näringskedjans lägre nivåer påverkar organismer högre upp i näringskedjan, vilket kan resultera i att den biologiska mångfalden minskar och mängdförhållanden förändras.

Ambitionsnivån för fosfor- och kvävemålet för Mälaren är att den antropogena (männsliga påverkan) fosfor- och kvävetillförseln till Mälaren år 2010 har minskat med 10 % från 1995 års nivå. Närsalter transporteras till Mälaren via vattendrag eller direkt via avvattnings från närområden. De närsalter som inte omsätts i Mälaren förs ut till Östersjön via utloppet i Norrström. Närsaltstransporter beror på halten av närsalter samt flödet i vattendragen. Om flödet ökar, ökar närsaltstransporten. Ökade halter innebär givetvis också att transporten ökar. Det är fördelaktigt om perioderna som ska jämföras har ett likartat flöde. En eventuell förändring av kväve- och fosfortransporten kan då direkt relateras till koncentrationsförändringar. Eftersom klimatologiska faktorer kan innebära kraftiga avvikelser från normalflödet kan man kringgå detta genom att flödeskorrigera transporterna.

1995 års nivå har definierats som ett 5-årsmedelvärde för närsaltstransporterna för perioden 1991-1995 för de större tillflödena och för uttransporten via Norrström. 2010 års referensvärden beräknas på samma sätt som 5-årsmedelvärde för perioden 2006-2010.

I den här rapporten redovisas resultaten av transportberäkningar av fosfor och kväve för 5-årsmedelvärden för perioderna 1991-1995 och 2001-2005 för större tillflöden och för Norrström. Jämförelser av dessa perioder har gjorts för att ge en fingervisning ifall miljömålet ”Ingen övergödning” för Mälaren är på väg att uppfyllas.

Mälaren tillförs näringsämnen även från närområdet, d v s från mindre vattendrag och från områden som avvattnas direkt till Mälaren. Närområdet omfattar en stor yta och närsaltstransporter från området kan därmed ha en stor påverkan på sjön. Eftersom det varken finns vattenkemiska mätningar eller flödesmätningar från närområdet har transportberäkningar gjorts utifrån tidigare framtagna arealkoefficienter. Dessa har sedan jämförts med transportberäkningar som skett med hjälp av uppmätta arealförluster från två JRK-

områden (jordbrukets recipientkontroll). Bedömningar har även gjorts genom att beräkna transporter med hjälp av arealkoefficienter och jämföra dessa med senare års uppmätta transporter för de större tillflödena.

2 Dataunderlag

Vattendragen som ska användas i uppföljningen är angivna i rapporten ”Mälaren en sjö för miljoner” som gavs ut av Mälarens vattenvårdsförbund i oktober 2004. Vattendragen är Räckstaån, Eskilstunaån, Arbogaån, Hedströmmen, Kolbäcksån, Svartån, Sagån, Örsundaån och Fyrisån. Haltdata som har använts i transportberäkningarna är uppmätta värden, med i normalfallet en mätning-frekvens på 12 ggr/år. För Räckstaån 1991-1995 och för Svartån 1991-1994 är mätning-frekvensen emellertid endast 6 ggr/år. Vattenföringsdata som har använts är uppmätta dygnsvärden från SMHI: s vattenföringsstationer, med undantag för Räckstaån, Arbogaån samt för Eskilstunaån, vars vattenförings-data är PULS-data. För de två sistnämnda kommer PULS-data från gamla PMK-stationer (programmet för övervakning av miljö kvalitet, Naturvårds-verket). PULS-data för Arbogaån är månadsvärden, förutom för 2004 och 2005 som är veckovärden. För Räckstaån och Eskilstunaån är PULS-data veckovärden.

Haltdata samt vattenföringsdata för Svartån, Hedströmmen, Sagån och Kolbäcksån samt vattenföringsdata för Örsundaån, har tillhandahållits från Länsstyrelsen i Västmanlands län. Data för Arbogaån och Eskilstunaån har Länsstyrelsen i Örebro län levererat. All vattenföringsdata och vattenkemidata för åren 1992-1995 för Räckstaån har Länsstyrelsen i Södermanlands län levererat och för 1991 har vattenkemidata levererats från konsultfirman Elk AB. Övriga haltdata har laddats ned från SLU: s hemsida. SLU är på uppdrag av Naturvårdsverket datavärd för det nationella sötvattenprogrammets miljö-övervakningsresultat. SLU har även levererat färdiga beräkningar av månads-transporter för Fyrisån. För Fyrisån har flödet modellerats enligt Q-modellen med data från två mätstationer. För Norrström har färdiga årstransporter erhållits från Stockholm Vatten AB. Provtagningar för vattenkemi för Norrström har tagits två gånger per månad och vattenföringsdata grundar sig på dagliga registreringar. Alla vattendragens årsdata samt uppgifter om mät-stationer med vattenkemi och vattenföringsstationer är sammanställda i bilaga 1.

2.1 Metod

Närsaltstransporten beräknas genom att närsaltskoncentrationen multipliceras med vattendragets flöde. För att få med hela delavrinningsområdenas transporter, där vattenföringsstationen inte är belägen i vattendragets utlopp i Mälaren, har flödet arealproportionerats till utloppet. Månadsuppmätta haltvärden av totalfosfor och totalkväve har interpolerats linjärt för att få dygnsvärden. Därmed möjliggörs beräkning av dygnstransport. Utifrån dygnstransporten kan sedan årstransporten beräknas. Vid beräkning av dygnstransporten för Räckstaån, Eskilstunaån samt för Arbogaån, har samma vattenföringsdata använts för PULS-modellsberäknade vecko- och månadsvärden. De nio vattendragens transporter av fosfor och kväve har summerats och jämförts med hur mycket som förs ut ur Mälaren i Norrström. Eftersom Mälarens närområde omfattar ett stort område som rimligtvis tillför mycket närsalter till Mälaren har schabloniserade transportberäkningar även genomförts för närområdet.

Uppföljningen innehåller jämförelse av:

- (1) 5-årsperiodernas fosfor- och kvävetransporter för de sammanlagda tillflödena och för Norrström.
- (2) flödet för 5-årsperioderna för de sammanlagda tillflödena och för Norrström.
- (3) halterna av totalfosfor och totalkväve för Norrström för 5-årsperioderna.
- (4) fosfor- och kvävetransporter för 5-årsperioderna för de enskilda vattendragen.
- (5) årstransporter av fosfor och kväve för vattendragen.
- (6) halterna av totalfosfor och totalkväve för 5-årsperioderna för vattendragen.
- (7) transporter för Mälarens närområde framräknade utifrån arealkoefficienter med transporter framräknade utifrån arealförluster från JRK-områden.
- (8) de större tillflödenas transporter med tillflödestransporter beräknade utifrån arealkoefficienter för att avgöra koefficienternas rimlighet.

3 De större tillflödena

De tillflöden till Mälaren som har studerats är Räckstaån, Eskilstunaån, Arbogaån, Hedströmmen, Kolbäcksån, Svartån, Sagån, Örsundaån och Fyrisån. Avrinningsområdena för respektive vattendrag visas i figur 1 och deras mynningspunkter i Mälaren visas i figur 2. Andelen vattenareal, jordbruksmark och skogsmark för respektive avrinningsområde redovisas i bilaga 3. Ett avrinningsområde är det område från vilket allt ytvatten avrinner till ett vattendrag alternativt till en sjö. Området avgränsas av höjdryggar eller vattendelare,

vilka fördelar nederbörden åt olika håll.



Figur 1. De större tillflödenas avrinningsområden, som på bilden är avgränsade med grön linje.

Råckstaån är det minsta av tillflödena som behandlas i denna rapport. Avrinningsområdet är 261 km², varav 5 % är vattenareal, 15 % åkermark och hälften av avrinningsområdet är skogsmark. I de sydöstra delarna av Eskilstuna kommun rinner Råckstaån upp och vidare in i Strängnäs kommun för att sedan mynna ut i Läggesta i Marielundsfjärden och Gripsholmsviken i Mälaren. Den största delen av Råckstaåns avrinningsområde ligger i Strängnäs kommun.

Eskilstunaån är den största av de större tillflöden och dess avrinningsområde omfattar 4 183 km² och är indelat i 74 delavrinningsområden. 15 % av området utgörs av sjöar varav 75 % av sjöytan utgörs av Hjälmaren. Av avrinningsområdet är 25 % jordbruksmark och nästan hälften av området består av skog. Huvuddelen av avrinningsområdet ligger i Örebro län, men en mindre del av området är lokaliserat i Västmanlands län i Arbogas och Kungsörs kommuner. I Södermanlands län ligger den sydöstra delen av ån med Hjälmarens utlopp och berör Eskilstunas, Katrineholms och Vingåkers kommuner. Eskilstunaån mynnar ut i Blacken i Mälaren.

Arbogaåns avrinningsområde omfattar 3 808 km² och är indelat i 105 delavrinningsområden. 8 % av området utgörs av sjöar, 10 % utgörs av jordbruksmark och 64 % av området täcks av skog. Den nedre delen av systemet är till stor del präglad av jordbruksmark. Arbogaån sträcker sig upp i Ludvika kommun i Dalarnas län, men huvuddelen av ån ligger i Örebro län. Åns nedre lopp går igenom Arboga kommun och mynnar slutligen i Mälarkvällen i Galten i Kungsör.

Hedströmmens avrinningsområde omfattar 1 050 km², varav 8 % är vattenareal, 8 % jordbruksmark och 66 % skogsmark. Hedströmmen rinner upp i Dalarnas län, i Smedjebackens kommun och ned i Västmanlands län där den största delen av avrinningsområdet är lokaliserat och innefattar Skinnskattebergs, Köpings och Kungsörs kommuner. I Lindesbergs och Ljusnarbergs kommuner i Örebro län ligger en mindre del av området. Hedströmmen mynnar ut i Galten i Mälaren.

Mellan Hedströmmen och Kolbäcksåån mynnar Köpingsån. Köpingsån ingår inte i de flöden som har valts som målbildindikatorer för närsaltstransporter.

Kolbäcksåns avrinningsområde omfattar 3 118 km². 9 % av området utgörs av sjöar, 4 % av utgörs av jordbruksmark och 70 % utgörs av skog. Kolbäcksåån sträcker sig från sydvästra Dalarna och ner genom Västmanland. Längs huvudfåran ligger flertalet små och stora sjöar. Vattnet är näringsfattigt i de övre delarna av systemet men näringshalten ökar längre ned i systemet. I Strömsholm mynnar ån ut i Galten i Mälaren.

Svartåns avrinningsområde ligger inom Västmanlands län och omfattar 776 km² och sträcker sig genom Norbergs, Sala, Surahammar och Västerås kommuner, där den slutligen mynnar ut i Västeråsfjärden i Mälaren. 4 % av avrinningsområdet utgörs av sjöar, som är belägna uppströms Västerås stad. En femtedel av området är jordbruksmark och drygt 65 % utgörs av skogsmark. Jordbruksmarken finns främst i Sala kommun och i Västerås stad.

Den största delen av Sagåns avrinningsområde ligger i Västmanlands län och täcker in i norr Sala kommun och i söder Västerås stad. I öster sträcker sig avrinningsområdet över Upplands länsgräns och omfattar Enköpings kommun och Heby kommun (som tillhör Upplands län efter årsskiftet 2006/2007). Hela området omfattar en yta på 857 km² vilket är indelat i 28 delavrinningsområden. En väldigt liten del av området (mindre än 1 %) är vattenareal och de enda sjöarna ligger nordväst i området. Detta medför att närsalterna transporteras fort ut i Mälaren från Sagån. 37 % av området är jordbruksmark och nästan hälften av området utgörs av skogsmark. Sagån mynnar i Oxkfjärden i Mälaren.

Örsundaåns avrinningsområde är 736 km² stort och delas in i 21 delavrinningsområden. Ån sträcker sig genom Heby kommun och ned i Enköpings kommun. Liksom för Sagån, utgörs Örsundaåns avrinningsområde av en väldigt liten andel sjöar (lite drygt 1 %) och därmed transporteras närsalterna fort ut i Mälaren från vattendraget. 36 % av området är jordbruksmark och drygt hälften av området är skogsmark. Örsundaån mynnar ut i Ekoln i Mälaren.

Fyrisåns avrinningsområde är 2006 km² stort och ligger i Uppsala län och rinner från Rastsjön i norr, ned genom Uppsala och mynnar ut i Ekoln vid Flottsund. Avrinningsområdet har inslag av näringsrika lerjordar vilket medför snabba avrinningsförlopp. Eftersom området dessutom är sjöfattigt (endast 2 % av ytan utgörs av sjöar) innebär detta att närsalterna ganska obehindrat transporteras via Fyrisån ut i Mälaren. Ungefär 30 % av området består av jordbruksmark och ~65 % utgörs av skogsmark.

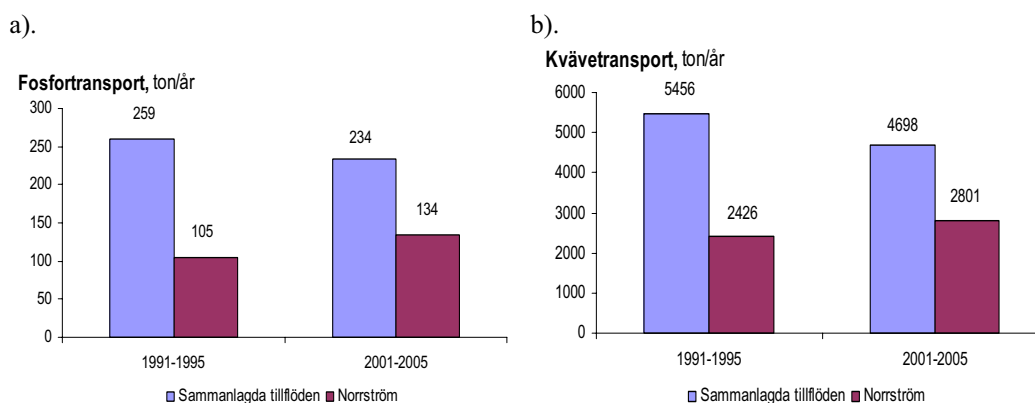


Figur 2. Mälarens olika fjärds och vikar samt var de större vattendragen mynnar i sjön.

4 Resultat

4.1 Transporter till och från Mälaren

För de sammanlagda vattendragen har fosfortillförseln till Mälaren minskat med 25 ton (figur 3 a), vilket motsvarar en 10 % -minskning, vid jämförelse av 5-årsperioderna. Fosfortransportminskningen har dock inte skett i samtliga vattendrag (figur 6). Kvävetillförseln har minskat med 743 ton, vilket motsvarar en minskning på 14 % (figur 3 b). För utflödet i Norrström har både fosfor- och kvävetransporten ökat, med 27 % (29 ton) respektive 15 % (375 ton). Med en teoretisk omsättningstid om 2,1 år behöver på årsbasis inte tillförsel och uttransport korrespondera. I detta fall används 5-årsmedelvärden vilket bedöms eliminera fördröjningseffekter av nämnt slag.

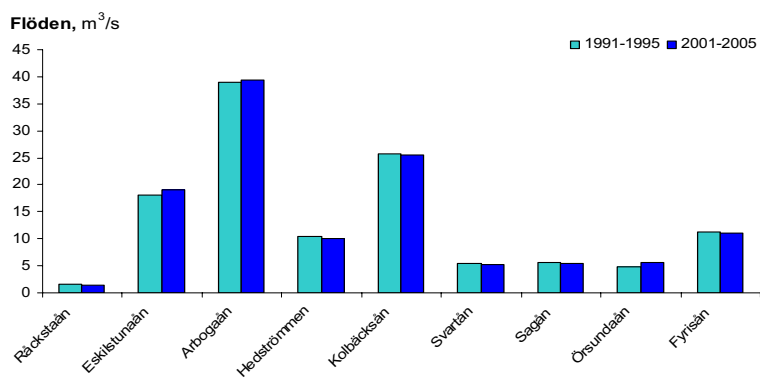


Figur 3. Medelvärden av a) fosfortransporter och b) kvävetransporter för de sammanlagda tillflödena och för Norrström, för 5-årsperioderna 1991-1995 och 2001-2005.

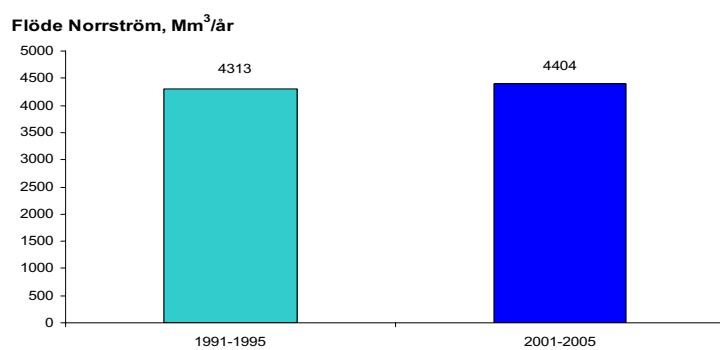
4.2 Flödet

Vid jämförelse mellan 5-årsperioderna skiljer sig flödet inte nämnvärt vare sig för de enskilda vattendragen (figur 4 a) eller för Norrström (figur 4 b). De ökade transporterna i Norrström förklaras således av de ökade halterna (figur 5).

a)

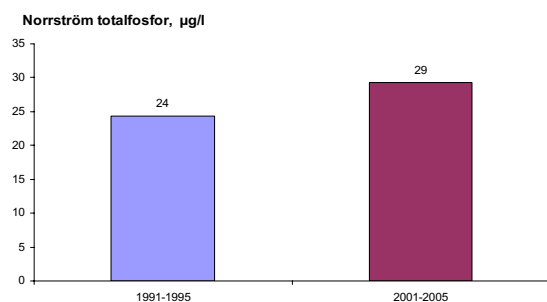


b)

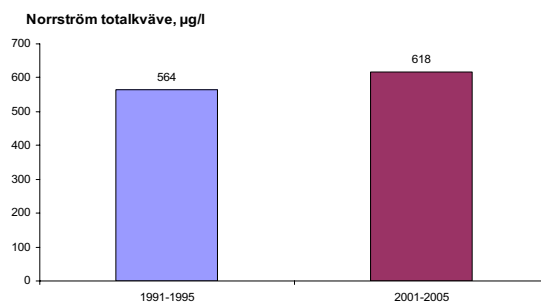


Figur 4. Jämförelse av flöden för 5-årsperioderna 1991-1995 och 2001-2005 för a) de enskilda större vattendragen och för b) Norrström.

a)



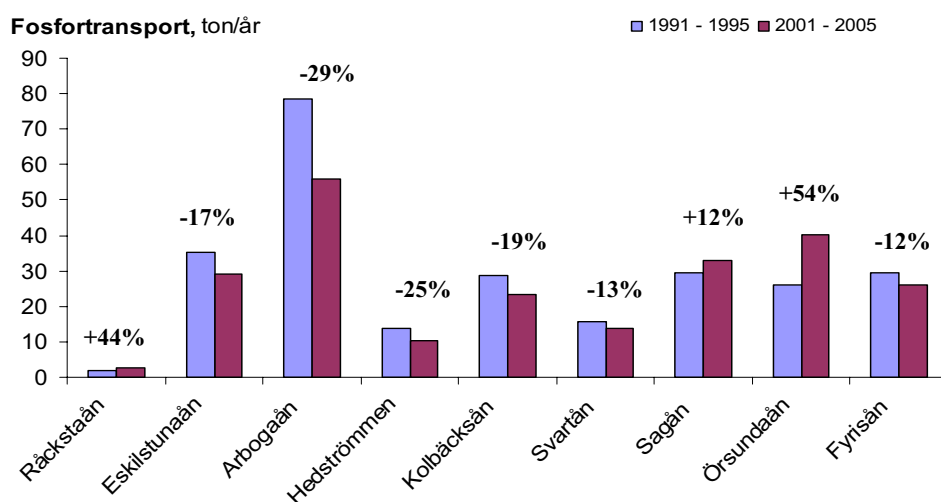
b)



Figur 5. a) Totalfosfor och b) totalkväve i Norrström för de båda 5-årsperioderna 1991-1995 och 2001-2005.

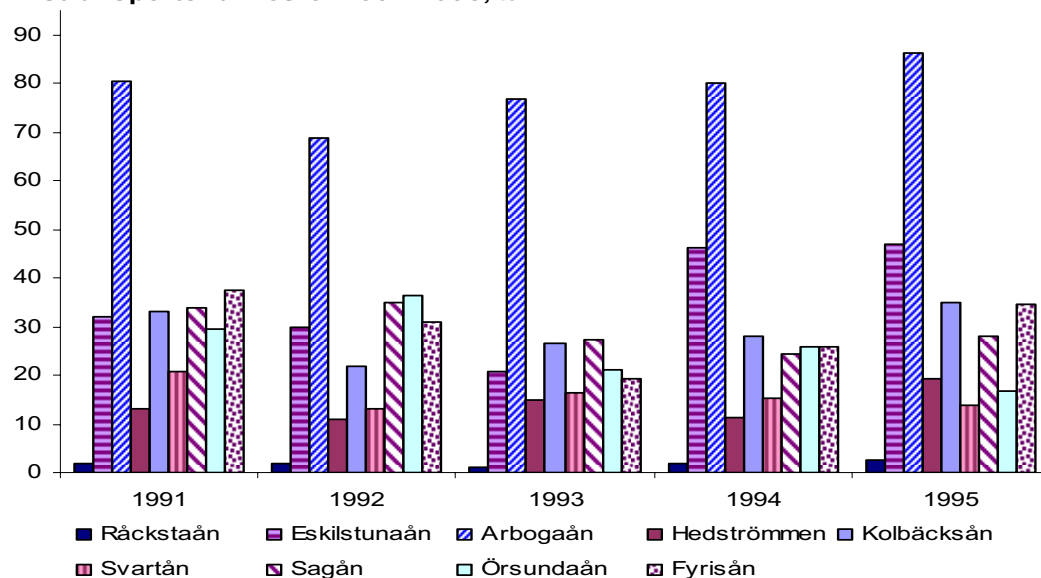
4.3 Fosfor- och kvävetransporterna hos vattendragen

Vid jämförelse mellan de enskilda vattendragens fosfortransporter för de båda 5-årsperioderna (figur 6), har transporterna minskat i samtliga, med undantag för Räckstaån, Sagån och Örsundaån där fosfortransporten har ökat med 44 %, 12 % respektive 54 %. Räckstaån tillför minst fosfor till Mälaren medan Arbogaån p g a det stora flödet står för den största tillförseln. För perioden 1991-1995 transporterade Arbogaån i genomsnitt omkring 80 ton fosfor till Mälaren, vilket minskade för perioden 2001-2005 med 29 %. Detta är den största enskilda fosfortransportminskningen bland de nio vattendragen. Vid jämförelse av årstransporterna, transporterar Arbogaån överlägset mest fosfor av vattendragen åren 1991-1995 samt 2001, 2002 och 2005 (figur 7 och 8). Den första perioden transporterade Eskilstunaån, Kolbäcksån, Sagån, Örsundaån och Fyrisån i snitt mellan 25 och 35 ton fosfor vardera. Under 2001-2005 minskar fosfortransporten för Eskilstunaån, Kolbäcksån och Fyrisån, med respektive 17 %, 19 % och 12 %. Eskilstunaån har högst fosfortransporter 1994, 1995 och 2001. Sagån transporterar mycket fosfor 2001 och 2004. År 2004 är fosfortransporten för Örsundaån extremt hög och bidrar också det året med mest fosfor till Mälaren av de nio vattendragen. Hedströmmen och Svartån transporterar mellan 10-15 ton vardera 1991-1995, vilket minskar ytterligare 2001-2005 för Hedströmmen med 25 % och för Svartån med 13 %.



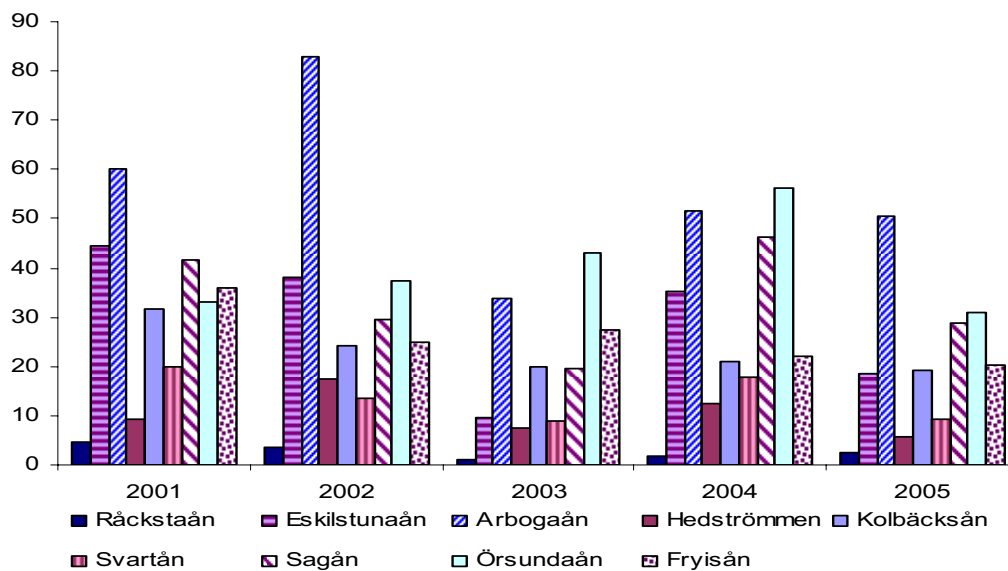
Figur 6. Jämförelse av fosfortransporter hos de enskilda vattendragen för 5-årsperioderna 1991-1995 och 2001-2005. Transportvärdena är medelvärden.

Årstransporter av fosfor 1991-1995, ton



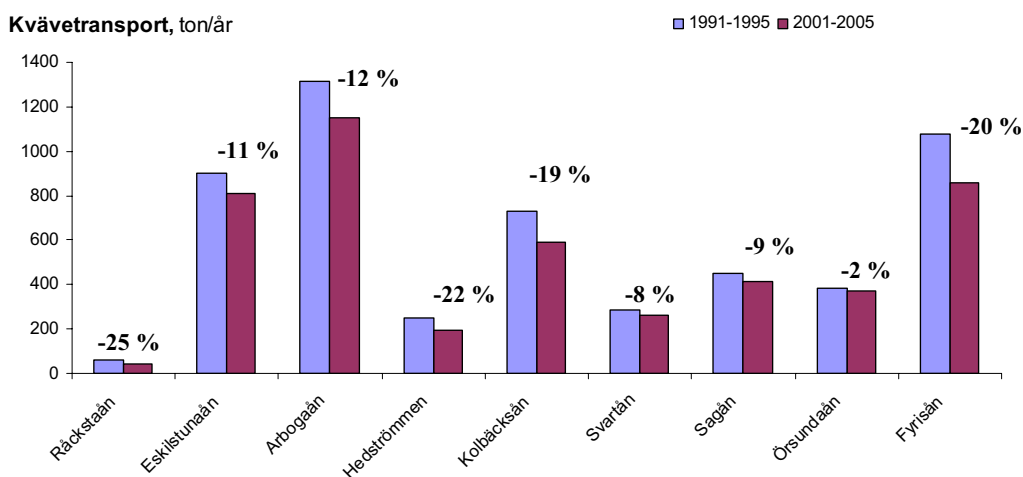
Figur 7. De enskilda vattendragens årstransporter av fosfor för åren 1991-1995.

Årstransporter av fosfor 2001-2005, ton



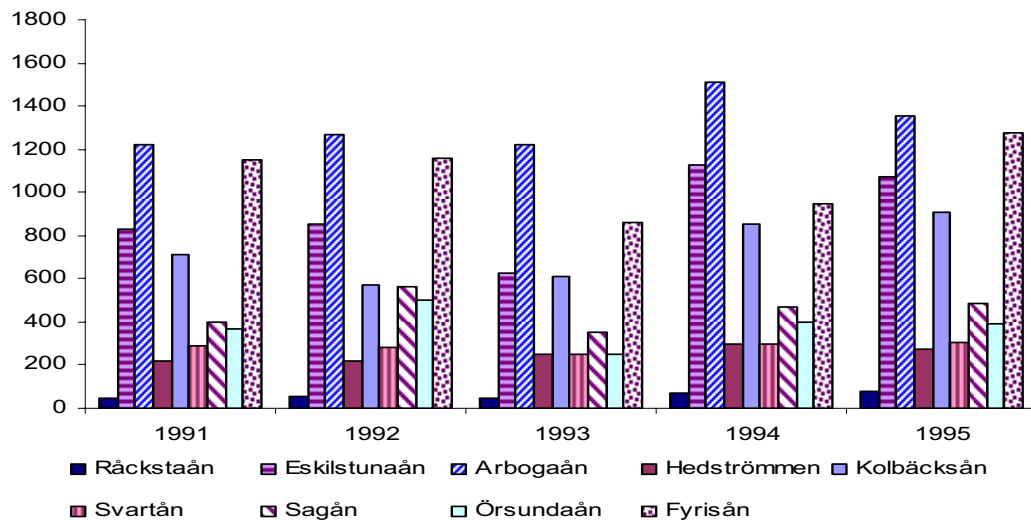
Figur 8. De enskilda vattendragens årstransporter av fosfor för åren 2001-2005.

Kvävetransporterna har minskat i samtliga vattendrag (figur 9) 2001-2005 jämfört med 1991-1995. Räckstaån transporterar minst kväve till Mälaren under de båda 5-årsperioderna medan Eskilstunaån, Arbogaån, Kolbäcksån och Fyrisån transporterar mest kväve till Mälaren. För 1991-1995 svarade Arbogaån för de största transporterna på runt 1300 ton, följt av Fyrisån med nästan 1100 ton, Eskilstunaån med 900 ton och Kolbäcksån med 730 ton kväve. Sagåns och Örsundaåns kvävetransporter ligger något över Hedströmmens och Svartåns transporter. Sagån och Örsundaån transporterar i snitt mellan 450 och 380 ton kväve under den första perioden, vilket minskar med 9 % respektive 2 % för den senare perioden. Hedströmmen och Svartån tillför 250 respektive 280 ton kväve till Mälaren 1991-1995, vilket ytterligare minskar med 22 % för Hedströmmen och med 8 % för Svartån. Räckstaån står för den största kvävetransportminskningen med 25 % av de nio vattendragen, tätt följt av Hedströmmen (22 %), Kolbäcksån (19 %) och Fyrisån (20 %). För Arbogaån och Eskilstunaån minskar kvävetillförseln till Mälaren med drygt 10 %.



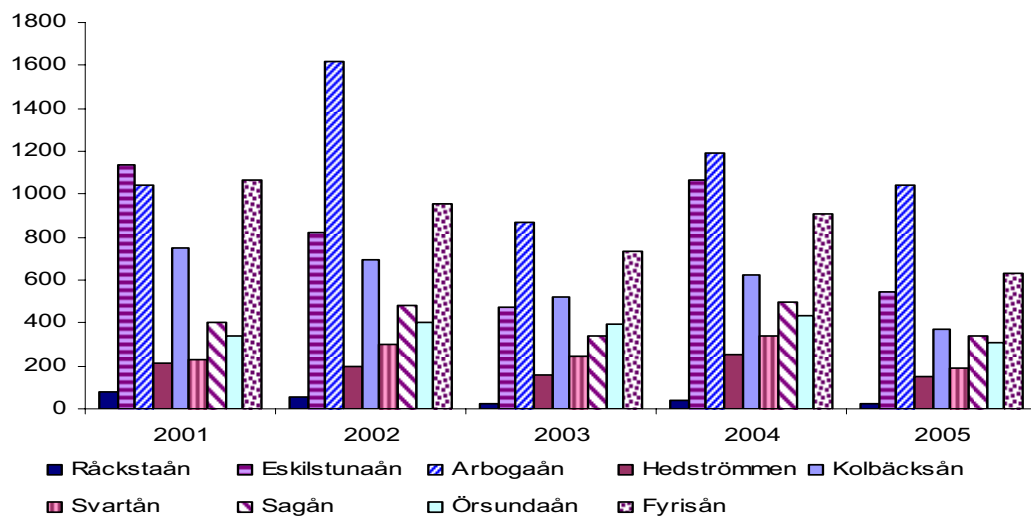
Figur 9. Jämförelse av kvävetransporter hos de enskilda vattendragen för 5-årsperioderna 1991-1995 och 2001-2005. Transportvärdena är medelvärden.

Årstransporter av kväve 1991-1995, ton



Figur 10. De enskilda vattendragens årstransporter av kväve för åren 1991-1995

Årstransporter av kväve 2001-2005, ton

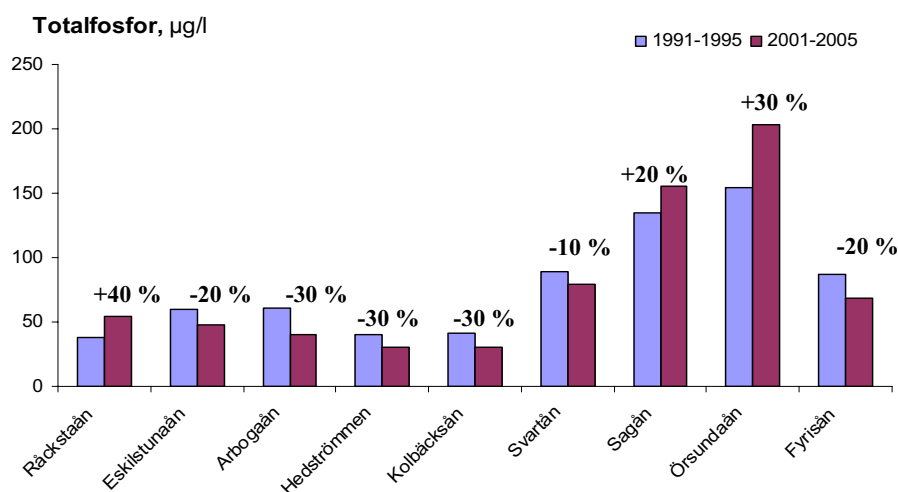


Figur 11. De enskilda vattendragens årstransporter av kväve för åren 2001-2005.

Eftersom flödet är likvärdigt för båda 5-årsperioderna (figur 3 a) borde en transportökning innebära att närsaltskoncentrationerna har ökat respektive har minskat vid en transportminskning.

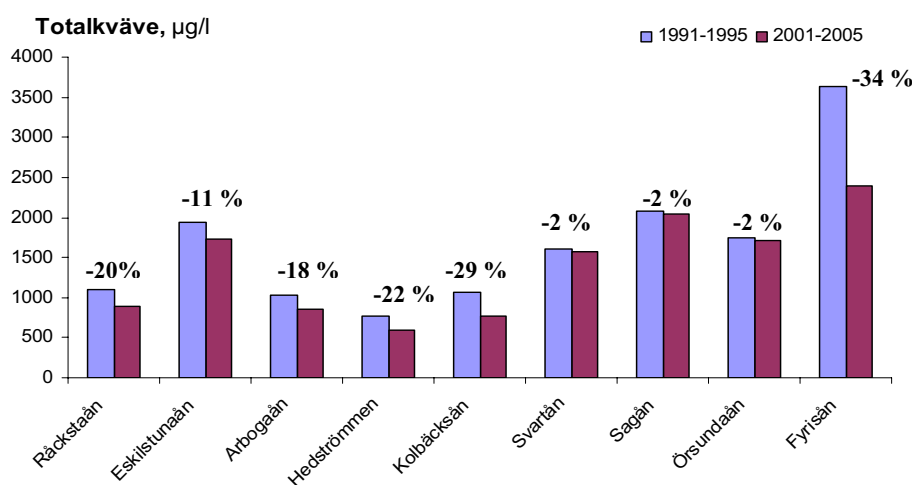
4.4 Totalfosfor och totalkväve i vattendragen

Vid jämförelse mellan 5-årsperioderna följer halterna av totalfosfor hos vattendragen samma trend som för fosfortransporterna (figur 6). Halterna har minskat, med undantag för Räckstaån, Sagån och Örsundaån där halterna har ökat (figur 12). Sagån och Örsundaån har de högsta halterna av totalfosfor under båda perioderna. Både i Sagån och i Örsundaån uppmättes i november 2004 extremvärden av totalfosfor som kan bero på att en stor del av åkermarken ligger obevuxen och jordbearbetad, vilket ökar risken för stora fosforläckage i samband med nederbörd. Ökningen av fosfortransporten kan ske intermittert i samband med hög avrinning. Eftersom provtagningen inte sker kontinuerligt kan toppar missas vilket leder till en underskattning av fosfortransporten. Å andra sidan kan en provtagning som sker mitt i en fosfortopp ge upphov till en motsvarande överskattning av transporten. Sagån har vid samma tidpunkt, som extremvärdet uppmättes, mycket höga slamhalter (321 mg/l), liksom Örsundaån har höga slamhalter vid tidpunkten (54 mg/l). Höga slamhalter visar på en stor partikulär uttransport av fosfor, vilket ofta sker från åkermark med hög lerhalt, vilket är vanligt förekommande i Mälardalen. De lägsta halterna av totalfosfor har Räckstaån, Hedströmmen och Kolbäcksån under den första perioden. För den senare perioden har Hedströmmen, Kolbäcksån och Arbogaån lägst fosforhalter.



Figur 12. Jämförelse av totalfosfor hos de enskilda vattendragen för 5-årsperioderna 1991-1995 och 2001-2005. Koncentrationerna är medelvärden.

Vid jämförelse av totalkvävehalterna i de enskilda vattendragen för 5-årsperioderna har halterna minskat för samtliga (figur 13). Fyrisån har de största uppmätta värdena av totalkväve under perioden 1991-1995 (bilaga 1). Under båda perioderna är halterna av totalkväve lägst i Hedströmmen. Halterna följer ungefär samma trend som kvävetransporterna (figur 9) vid jämförelse mellan 5-årsperioderna.

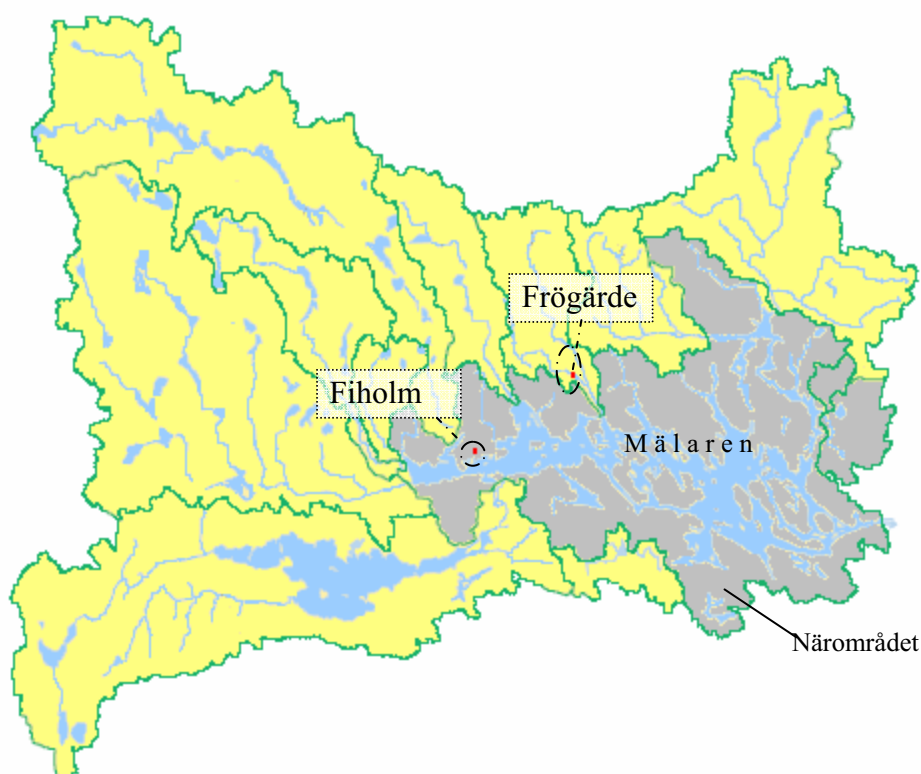


Figur 13. Jämförelse av totalfosfor hos de enskilda vattendragen för 5-årsperioderna 1991-1995 och 2001-2005. Koncentrationerna är medelvärden.

5 Tillförsel från Mälarens närområde

Med Mälarens närområde (figur 14) menas det område som avvattnas direkt till Mälaren eller via mindre vattendrag. Närområdets yta är 4516 km², varav 32 % utgörs av åkermark, det vill säga 1464 km². Arealförlusten för närområdets åkermark av fosfor och kväve har tidigare (Edenman, L. 1989. Mälaren – en översiktlig miljöanalys) beräknats utifrån arealkoefficienterna 60 kg/km² • år respektive 1000 kg/km² • år. Arealoefficienterna som har använts för övrig mark är för fosfor 5 kg/km² • år respektive 170 kg/km² • år för kväve. Koefficienterna avser normala flödesförhållanden. Dessa koefficienter benämns 80-talskoefficienter hädanefter. Utifrån arealkoefficienten och ytan kan transporten av närsalterna beräknas. Transporten av fosfor för närområdets jordbruksmark blir då 87,8 ton/år och för övrig mark 15,3 ton/år, d v s en totaltransport på 103,1 ton/år. Närområdets kvävetransport för åkermark blir således 1464 ton/år och 519 ton/år för övrig mark, d v s en totaltransport på 1983 ton/år (bilaga 4).

80-talskoefficienterna grundar sig på mätdata från första hälften av 80-talet. Frågan huruvida dessa koefficienter fortfarande är rimliga är utgångspunkter i den följande redovisningen. Senare mätdata från JRK-områdena (JRK = jordbrukets recipientkontroll) Fiholm och Frögärde (figur 14 och bilaga 2), samt data från de större tillflödena har använts.



Figur 14. Mälarens närområde, på bilden gråmarkerat samt JRK-områdena Fiholm och Frögärde som är utmarkerade med röda prickar på bilden.

5.1 Fiholms arealförluster

5.1.1 Fosfor

JRK-området Fiholm har en medelförlust av fosfor från åkermark på $137 \text{ kg/km}^2 \cdot \text{år}$ för åren 1995-2004, vilket är mer än dubbelt så stort som 80-talskoefficienten för fosfor. Appliceras denna arealförlust på åkermarken i Mälarens närområde erhålls en årstransport av fosfor på 200,5 ton. Detta innebär alltså en transportskillnad med 112,7 ton/år från åkermark jämfört med beräknad transport utifrån 80-talskoefficienten.

5.1.2 Kväve

Fiholm har en medelförlust av kväve från åkermark på $1550 \text{ kg/km}^2 \cdot \text{år}$ för åren 1995-2004 och överstiger därmed kraftigt 80-talskoefficienten för kväve. Appliceras arealförlusten på åkermarken i Mälarens närområde erhålls en kvävetransport på 2269 ton/år, vilket är 805 ton/år mer än med tidigare beräkning.

5.2 Frögärdes arealförluster

5.2.1 Fosfor

JRK-området Frögärde har en medelförlust av fosfor från åkermark på $96 \text{ kg/km}^2 \cdot \text{år}$ för åren 1995-2001, vilket är högre än 80-talskoefficienten för fosfor. Appliceras detta på närområdets åkerareal erhålls en fosfortransport på 140,5 ton/år, d v s 52,7 ton mer än vad som fås vid transportberäkningar utifrån 80-talskoefficienten. Observera att mätserien är 3 år kortare för Frögärde än för Fiholm.

5.2.2 Kväve

Frögärde har en medelförlust av kväve på $1750 \text{ kg/km}^2 \cdot \text{år}$ för åren 1995-2001 och därmed mycket högre än 80-talskoefficienten för kväve. Appliceras arealförlusten på närområdets åkerareal fås en årlig transport av kväve på 2 562 ton, med andra ord en skillnad på 1098 ton/år jämfört med arealkoefficient-beräknad transport.

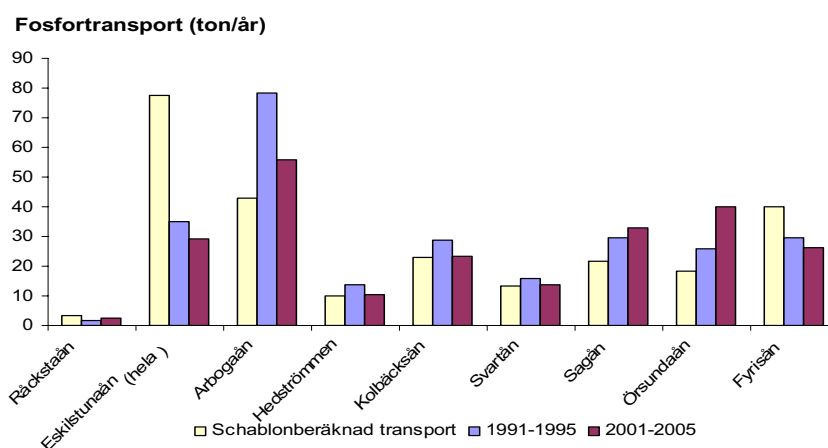
5.3 De större tillflödena

Närsaltstransporterna för de större tillflödena har förutom beräkningar från uppmätta halter och flöden, även beräknats utifrån 80-talskoefficienterna (figur 15 och 16, bilaga 4). För att möjliggöra jämförelse mellan dessa beräkningar och kunna dra slutsatser om arealkoefficienternas rimlighet, summeras den beräknade transporten från åkermark med transporten från övrig mark. På så sätt erhålls den totala transporten för delavrinningsområdet.

5.3.1 Fosfor

Vid jämförelse av fosfortransporter beräknade utifrån 80-talskoefficienterna, med fosfortransporter beräknade utifrån uppmätta halter och flöden (figur 15 och bilaga 4) överensstämmer dessa relativt bra för Räckstaån, Hedströmmen, Kolbäcksaån och Svartån. För Arbogaån, Sagån och Örsundaån är arealkoefficienterna underskattade eftersom transporterna från uppmätta halter och flöden är avsevärt högre än för koefficientberäknad transport. För Fyrisån är arealkoefficienterna överskattade då transportberäkning med dessa ger en högre fosfortransport än från uppmätta halter och flöden. En trolig orsak är grund-

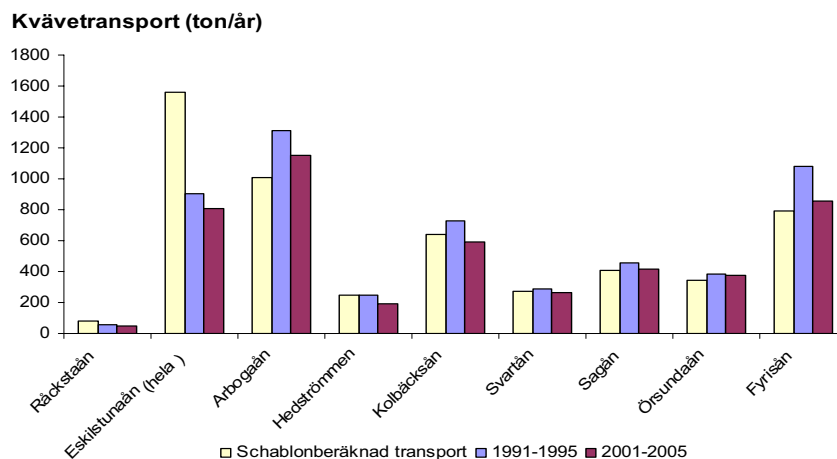
vattenutflödet från grusåsen längs Fyrisån (muntlig uppgift från Edenman, L.). En förutsättning för att arealkoefficienter ska kunna användas till transportberäkning är att avrinningsområdet inte omfattar stora sjöar där de transporterade närsalterna kan sedimentera. Detta är troligen anledningen till att transportberäkning med arealkoefficient för Eskilstunaån blir så mycket högre än för beräknade transporter utifrån uppmätta halter och flöden (figur 14 och 15), eftersom en stor del av Eskilstunaåns avrinningsområde består av sjöar. Dessutom utgörs 75 % av sjöarealen av Hjälmarens, vilket är Sveriges fjärde största sjö, vilket bidrar till att mycket av det transporterade materialet till Hjälmarens kan sedimentera.



Figur 15. Jämförelse av fosfortransporter beräknade utifrån 80-talskoefficienter (ljusgula staplar) med transporter beräknade utifrån uppmätta halter och flöden (blå och röda staplar) i de större vattendragen för perioderna 1991-1995 och 2001-2005.

5.3.2 Kväve

Vid jämförelse mellan kvävetransporter (figur 16 och bilaga 4) beräknade utifrån arealkoefficienterna och uppmätta halter och flöden, överensstämmer dessa ganska bra för samtliga av de större vattendragen, med undantag för Arbogaån och Fyrisån där arealkoefficienten är för låg. För kommentar om Eskilstunaån se avsnittet ovan.



Figur 16. Jämförelse mellan kvävetransporter beräknade utifrån schablonvärde (ljusgula staplar) med transporter beräknade utifrån uppmätta halter och flöden (blå och röda staplar) i de större vattendragen för perioderna 1991-1995 och 2001-2005.

6 Diskussion

Summan av de större vattendragens fosfortransporter liksom kvävetransporter har minskat den sista femårsperioden. För utloppet i Norrström har närsalts-transporterna ökat. Tillförseln av närsalter till Mälaren sker förutom från de större vattendragen även från närområdet. Eftersom data inte finns att tillgå för hela närområdet har transporterna för området beräknats med hjälp av arealkoefficienter.

Flödesmedelvärdet för 5-årsperioderna 1991-1995 och 2001-2005 är likartade. Transportskillnaderna är därför relaterade till skillnader i närsaltshalter. Ökade halter av fosfor kan konstateras i det två sjöfattigaste tillrinningsområdena nämligen Sagån och Örsundaån. Dessa åar är sannolikt de som relativt sett transporterar mest erosionsmaterial. Åarnas tillrinningsområden har jämfört med övriga den högsta procenten åkerareal.

Närområdet har i likhet med nämnda åar (bilaga 3) låg sjöprocent och hög procent åker (ca 30 % - 35 %). Det är därför ett rimligt antagande att närområdet uppvisar en likartad arealförlust av närsalter.

De arealkoefficienter som beräknats på 80-talet och som här används är framoptimerade på Mälarens större tillflöden för perioden 1981-1985. Optimeringen har skett på flödeskorrigerade transporter. De långtidsmedelvärden för flö-

det som då varit utgångspunkt överensstämmer väl med flödet för de här redovisade 5-årsperioderna. Som framgår av figur 15 är koefficientberäknad transport av fosfor för Sagån och Örsundaån grovt räknad ca 50 % lägre än uppmätt transportmedelvärde. Sannolikt är därför också närsaltstransporten från närområdet underskattad. Uppmätta totalförluster av fosfor i medeltal för perioderna och nämnda år uppgår till ca 40 kg /km²•år. Appliceras denna förlust på närområdet innebär det en årlig transport från närområdet med 180 ton fosfor. Det ska jämföras med 103 ton fosfor som anges i avsnitt 5.

Ett annat antagande som här görs är att närsaltstransporten från närområdet och då speciellt fosfor har i likhet med nämnda år ökat. Detta innebär att transporten totalt sett har ökat till Mälaren p g a den stora andel av närsaltstransporten som kommer från närområdet. Den transportökning i Norrström som uppmätts för den senare perioden 2001-2005 kan då förklaras. Orsakerna till att uttransporten via Norrström av både fosfor och kväve har ökat bör utredas. Liksom vilka åtgärder som kan vidtas för att minska dem.

Bilaga 1. Sammanställning av årsdata för de större tillflödena

Räckstaån

Mätstation: Bondkroken, (RAK) X= 657010, Y=157800

PULS-data, Bondkroken utlopp Mälaren

	Ptot (µg/l)	Ntot (µg/l)	Flöde (m³/s)	Ptransport (ton/år)	Ntransport (ton/år)
1991	44	961	1,35	2,00	45,5
1992	42	1175	1,42	1,77	55,3
1993	33	1127	1,18	1,13	45,4
1994	32	1177	1,77	1,75	69,2
1995	38	1071	2,24	2,57	77,7
2001	67	1132	2,08	4,46	78,4
2002	53	913	1,86	3,47	56,4
2003	44	882	0,79	1,12	23,1
2004	46	851	1,18	1,87	37,5
2005	60	653	1,20	2,35	25,7
1991-1995	38	1102	1,6	1,8	58,6
2001-2005	54	886	1,4	2,7	44,2

Eskilstunaån

Mätstation: Torshälla, X=592580, Y=162938

PULS-data, Torshälla utlopp Mälaren

	Ptot (µg/l)	Ntot (µg/l)	Flöde (m³/s)	Ptransport (ton/år)	Ntransport (ton/år)
1991	60	1675	16,91	32,2	832
1992	60	2146	15,21	29,9	854
1993	55	2095	11,60	20,7	628
1994	70	2147	22,31	46,2	1126
1995	53	1591	24,78	47,1	1073
2001	55	1835	30,46	44,3	1134
2002	50	1561	20,64	37,9	818
2003	46	2242	6,91	9,5	477
2004	46	1580	24,25	35,3	1062
2005	44	1388	13,57	18,6	547
1991-1995	60	1931	18,2	35	903
2001-2005	48	1721	19,2	29	808

Arbogaån

Mätstation: Kungsör, X=592568, Y=160605
PULS-data, Kungsör utlopp Mälaren

	Ptot (µg/l)	Ntot (µg/l)	Flöde (m³/s)	Ptransport (ton/år)	Ntransport (ton/år)
1991	70	1062	34,79	80,5	1221
1992	55	1056	35,58	68,9	1267
1993	64	1061	35,21	76,7	1220
1994	64	1148	43,34	80,1	1513
1995	50	862	45,81	86,2	1350
2001	41	734	45,70	60,1	1046
2002	48	954	41,64	82,8	1619
2003	35	898	29,61	33,8	869
2004	32	737	47,93	51,6	1190
2005	46	914	32,32	50,4	1040
1991-1995	61	1038	39	79	1314
2001-2005	41	847	39,4	56	1153

Hedströmmen

Mätstation: Grönö, Stationsläge (RAK): X=659515, Y=151045

Vattenföringsstation: Dömsta, Avrinningsområde: 998,2 km², Total areal: 1050 km²

	Ptot (µg/l)	Ntot (µg/l)	Flöde (m³/s)	Ptransport (ton/år)	Ntransport (ton/år)
1991	49	800	9,10	13,1	219
1992	34	686	9,46	11,0	220
1993	45	779	9,72	14,8	248
1994	36	892	12,15	11,2	295
1995	40	643	12,20	19,1	274
2001	27	603	10,85	9,1	212
2002	35	533	10,51	17,5	201
2003	28	619	8,40	7,3	161
2004	33	621	12,82	12,6	256
2005	28	603	7,50	5,5	146
1991-1995	41	760	10,53	14	251
2001-2005	30	596	10,02	10	195

Kolbäckån

Mätstation: Strömsholm, (RAK) X=660065, Y=152630

Vattenföringsstation: Ramnäs, Avrinningsområde: 2849 km², Total areal: 3118 km²

	Ptot (µg/l)	Ntot (µg/l)	Flöde (m³/s)	Ptransport (ton/år)	Ntransport (ton/år)
1991	45	1083	24,89	33,0	712
1992	39	1065	21,51	22,0	574
1993	45	1103	21,15	26,5	610
1994	44	1069	30,39	27,9	850
1995	33	1028	30,88	34,8	911
2001	33	763	30,10	31,7	747
2002	27	904	29,39	24,2	698
2003	29	752	22,27	20,1	522
2004	26	732	27,24	21,1	624
2005	36	664	18,49	19,4	372
1991-1995	41	1070	25,77	29	731
2001-2005	30	763	25,50	23	593

Svartån

Mätstation: Västerås, Stationsläge (RAK): X=660993, Y=154178

Vattenföringsstation: Åkesta kvarn, Avrinningsområde: 727,2 km², Total areal: 776 km²

	Ptot (µg/l)	Ntot (µg/l)	Flöde (m³/s)	Ptransport (ton/år)	Ntransport (ton/år)
1991	118	1840	4,55	20,7	286
1992	61	1642	5,16	13,1	285
1993	135	1822	3,74	16,3	250
1994	73	1374	6,26	15,4	294
1995	57	1330	7,04	13,9	306
2001	97	1325	5,50	19,9	233
2002	70	1448	6,13	13,4	298
2003	77	1970	4,10	8,9	244
2004	77	1528	6,23	17,8	338
2005	75	1549	4,08	9,3	193
1991-1995	89	1602	5,35	16	284
2001-2005	79	1564	5,21	14	261

Sagån

Mätstation: Målhammar, (RAK) X=660939, Y=156130

Vattenföringsstation: Gränvad^{*)}, Avrinningsområde: 167,5 km², Total areal: 857 km²

	Ptot (µg/l)	Ntot (µg/l)	Flöde (m³/s)	Ptransport (ton/år)	Ntransport (ton/år)
1991	175	2132	4,95	33,7	399
1992	135	2342	6,10	34,8	561
1993	172	2136	4,44	27,2	351
1994	107	1935	5,94	24,5	468
1995	83	1850	6,45	28,0	485
2001	153	1856	5,97	41,8	406
2002	99	1861	6,32	29,4	480
2003	101	2292	4,32	19,6	343
2004	267	2225	5,77	46,1	497
2005	156	1967	4,69	28,7	337
1991-1995	134	2079	5,58	30	453
2001-2005	155	2040	5,41	33	413

*) Vattenföringsstationen Sörsätra, som använts i tidigare rapporter för Sagån, är troligen nedlagd då vattenföringsdata efter 1998 inte går att få tag på från SMHI. I den här rapporten har därför vattenföringsstationen Gränvad använts för transportberäkningarna.

Örsundaån

Mätstation: Örsundsbro (RAK) X =662506, Y= 158465

Vattenföringsstation: Härnevi, Avrinningsområde: 312,4 km², Total areal: 736 km²

	Ptot (µg/l)	Ntot (µg/l)	Flöde (m³/s)	Ptransport (ton/år)	Ntransport (ton/år)
1991	181	1719	4,96	29,4	364
1992	169	2157	5,24	36,4	498
1993	158	1626	3,65	21,2	253
1994	161	1847	4,85	26,0	401
1995	104	1380	5,06	16,8	391
2001	176	1590	5,43	32,9	336
2002	142	1681	6,49	37,3	403
2003	199	1807	5,19	43,1	392
2004	329	1744	5,97	56,2	431
2005	170	1753	4,62	30,8	304
1991-1995	155	1746	4,75	26	382
2001-2005	203	1715	5,54	40	373

Fyrisån

Mätstation: Flottsund, (RAK) X=663116, Y=160415

Modellerat flöde enligt Q-modellen från vattenföringsstationerna Kuggebro och Vattholma

	Ptot (µg/l)	Ntot (µg/l)	Flöde (m³/s)	Ptransport (ton/år)	Ntransport (ton/år)
1991	96	3222	12,28	37,4	1153
1992	104	3861	11,28	30,8	1160
1993	84	4046	7,42	19,4	857
1994	84	3327	10,34	25,9	947
1995	66	3742	14,68	34,4	1277
2001	72	2414	14,33	35,9	1064
2002	56	2626	12,52	24,8	955
2003	79	2317	8,98	27,4	737
2004	62	2433	10,46	21,9	906
2005	74	2194	8,53	20,4	635
1991-1995	87	3640	11,2	30	1079
2001-2005	69	2397	11	26	859

Norrström

Mätstation: Centralbron (RAK) X=658065, Y=162841

Vattenföringsstation: Stockholms hamn, Avrinningsområde: 22 603 km²

	Ptot (µg/l)	Ntot (µg/l)	Flöde (m³/s)	Ptransport (ton/år)	Ntransport (ton/år)
1991	26	653	4020	103	2625
1992	23	599	4346	102	2602
1993	24	531	3111	75	1653
1994	25	501	4672	115	2340
1995	24	537	5416	130	2909
2001	38	725	5875	221	4260
2002	31	793	4978	154	3946
2003	25	569	2598	66	1477
2004	27	502	5014	136	2515
2005	25	500	3555	91	1804
1991-1995	24	564	4313	105	2426
2001-2005	29	618	4404	134	2801

Bilaga 2. JRK-områdenas arealförluster av närsalter från åkermark

Station	År	Totalfosfor (kg/km ² •år)	Totalkväve (kg/km ² •år)
Fiholm	1995	112	1270
	1996	145	1290
	1997	90	1280
	1998	124	1790
	1999	168	1600
	2000	344	2180
	2001	65	630
	2002	103	1740
	2003	127	1980
	2004	93	1760
Medel 95-04		137	1550

Station	År	Totalfosfor (kg/km ² •år)	Totalkväve (kg/km ² •år)
Frögårde	1995	51	950
	1996	81	1400
	1997	50	1600
	1998	135	2360
	1999	109	1480
	2000	179	3020
	2001	67	1420
Medel 95-01		96	1750

Bilaga 3. De större tillflödenas och närområdets arealfördelning

Avrinningsområde	Yta	Vattenareal	Åker	Bete	Åker total		Skog		
	Km ²	Km ²	%	Km ²	Km ²	Km ²	%	Km ²	%
Råckstaån	261	12	5	35	5	40	15	130	50
Eskilstunaån (hela)	4183	623	15	956	70	1026	25	1831	44
Arbogaån	3808	284	7	406	31	437	11	2448	64
Hedströmmen	1050	87	8	79	8	87	8	688	66
Kolbäcksån	3118	273	9	121	15	136	4	2193	70
Svartån	776	28	4	161	8	169	22	456	59
Sagån	857	7	1	303	11	314	37	421	49
Örsundaån	736	10	1	254	14	268	36	376	51
Fyrisån	2006	39	2	489	59	548	27	1144	57
Närområde	4516	77	2	1325	139	1464	32		0

Bilaga 4. Närsaltstransporter

Avrinningsområde	80-talskoefficienter		Uppmätta transporter			
	P (ton/år)	N (ton/år)	P (ton/år) 1991-1995	P (ton/år) 2001-2005	N (ton/år) 1991-1995	N (ton/år) 2001-2005
Räckstaån	3,5	78	1,8	2,7	59	44
Eskilstunaån	77,3	1563	35,2	29,1	903	808
Arbogaån	43,1	1010	78,5	55,7	1314	1153
Hedströmmen	10,0	251	13,9	10,4	251	195
Kolbäcksån	23,1	643	28,8	23,3	731	593
Svartån	13,2	272	15,9	13,9	284	261
Sagån	21,6	406	29,7	33,1	453	413
Örsundaån	18,4	348	26,0	40,1	382	373
Fyrisån	40,2	796	29,6	26,1	1079	859
Närområde	103,1	1983				

Referenser

Edenman, L. (1989) Mälaren – en översiktlig miljöanalys. En delredovisning av AB-, C-, D- och U-läns regionala miljöanalys. Stencilerad rapport Länsstyrelsen i Västmanlands län.

Länsstyrelsen i Västmanlands län (2002) Recipientkontroll av typområden för jordbruksmark samt referenssjöar i Västmanlands län – Årssammanställning 2001

Länsstyrelsen i Västmanlands län (2005) Recipientkontroll av typområden för jordbruksmark samt referenssjöar i Västmanlands län – Årssammanställning 2004

Mälarens vattenvårdsförbund (2004) Mälaren en sjö för miljoner – Miljömål för Mälaren.

Mälarens vattenvårdsförbund (2000) Mälaren miljötilstånd och utveckling 1965-98.

Tirén, T. och Edenman, L. (1993) Mälaren-Hjälmaren – motiv för att minska kvävetillförseln till Mälaren. Kommittén för Mälarens vattenvård. Publikation nr. 36.