



FALLSTUDIE: FÖREKOMST OCH TILLFÖRSEL AV NÄRINGSÄMNER (P)

FÖR SAMHÄLLSANALYS I INLEDANDE BEDÖMNINGEN I HAVSMILJÖFÖRORDNINGEN

HAVSMILJÖINSTITUTETS RAPPORT NR 2012:2

LENA GIPPERTH
ANDERS GRIMVALL
ANDREA MORF
EVA-LOTTA SUNDBLAD

HAVSMILJÖINSTITUTET

2012-06-15

Havsmiljöinstitutets rapport nr 2012:2

ISBN: 978-91-637-1165-7

Titel:

Social analys – en havsrelaterad samhällsanalys.
Underlagsrapport för Sveriges inledande
bedömning i havsmiljöförordningen.

Foto omslag: Marie Svärd

Författare:

Lena Gipperth

Anders Grimvall

Andrea Morf

Eva-Lotta Sundblad

Kontaktuppgifter:

Havsmiljöinstitutet

Box 260, 405 30 Göteborg

Telefon: 031-786 65 61

fornamn.efternamn@havsmiljoinstitutet.se

www.havsmiljoinstitutet.se

FÖRORD

Denna fallstudie har gjorts på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten. Den ingår i en havsrelaterad samhällsanalys som består av en huvudrapport och tre fallstudier. Havsmiljöinstitutets publicerar dessa som separata rapporter: Social analys – en havsrelaterad samhällsanalys. Underlagsrapport för Sveriges inledande bedömning i havsmiljöförordningen, Havsmiljöinstitutets rapport nr 2012:1

Fallstudie: Förekomst och tillförsel av näringsämnen (P), Havsmiljöinstitutets rapport nr 2012:2

Fallstudie: Selektivt uttag av torsk, Havsmiljöinstitutets rapport nr 2012:3

Fallstudie: Kvicksilver, Havsmiljöinstitutets rapport nr 2012:4

Havs- och vattenmyndigheten publicerar samma studie i sin rapportserie: ”Social analys – en havsrelaterad samhällsanalys. Underlagsrapport för Sveriges inledande bedömning i havsmiljöförordningen.” Havs- och vattenmyndighetens rapport 2012:5.

Fallstudierna utgör underlag till en syntes över olika gruppers behov och nyttjande av de marina resurserna, gruppers påverkan av miljöproblem i havet och åtgärdandet av dessa.

Underlag i fallstudien har främst hämtats från officiell statistik, forskningsrapporter och sammanställningar över forskning. Uppgifter har även samlats in genom kontakter med ansvariga och experter på myndigheter.

Vi vill uttrycka ett stort tack till alla de som bidragit genom råd, granskning och experthjälp.

15 juni 2012,

Eva-Lotta Sundblad, Lena Gipperth, Anders Grimvall, Andrea Morf

INNEHÅLL

1. Påverkan av fosfor på marina ekosystemtjänster	5
1.1 Ämnet fosfor	5
1.2 Utvinning och användning av fosfor i världen	5
1.3 Övergödningen av Östersjön är direkt kopplad till tillgången av fosfor	6
1.4 Fosfor förs till havet genom avrinning och floder	9
2. Aktiviteter som bidrar till havens fosforpåverkan	12
2.1 Källfördelning av den svenska tillförseln av fosfor till havet	12
2.3 Fosforgödsling	14
2.4 Slamspridning	16
2.5 Utsläpp av avloppsvatten	16
3. Direkta aktörer som bidrar till fosforbelastningen	18
3.1 Jordbruket	18
3.2 Reningsverken	19
3.3 Hushåll med enskilt avlopp	20
4. Indirekta aktörer som bidrar till fosforbelastningen	21
5. Grupper som påverkas av hög belastning av fosfor i svenska havsområden	23
6. Typ av påverkan på grupper som påverkas av hög fosforbelastning	24
7. Faktorer som driver den höga fosforbelastningen av haven	26
7.1 Direkta drivkrafter	26
7.2 Indirekta drivkrafter	27
8. Faktorer som nu hindrar hög fosforbelastning av haven	28
8.1 Reglering på internationell och EU nivå	28
8.2 Reglering nationellt	29
8.3 Bidrag och subventioner	34
8.4 Rådgivning och andra aktiviteter	34
9. Vad är de viktigaste osäkerheterna som hindrar beslutsfattandet angående marina ekosystem?	35
Referenser	37

1. PÅVERKAN AV FOSFOR PÅ MARINA EKOSYSTEMTJÄNSTER

1.1 ÄMNET FOSFOR

Fosfor är ett grundämne som ingår i varje levande cell och inte kan ersättas med något annat ämne. Det är också ett nyckelämne i växternas fotosyntes¹ och är således nödvändigt för allt biologiskt liv på jorden. Fosfor är också ett viktigt ämne för människor och behövs för bildning av ben och tänder, för syrabalansen och energiproduktion. Brist på fosfor kan leda till urkalkning av skelettet och till kalciumförluster.²

I havet förekommer fosfor löst (i jonform) och bundet till olika former av partiklar (oorganiskt och organiskt material inkl. organismer). Det finns också inlagrat i bottensediment. Vid nedbrytning av organiskt material, t.ex. på havsbotten, frisätts bundet fosfor och blir lätt tillgängligt för växter och djur, en process som är särskilt omfattande när syrebrist råder. Olika biologiska och kemiska processer återför löst fosfor till bunden/partikulär form³

1.2 UTVINNING OCH ANVÄNDNING AV FOSFOR I VÄRLDEN

Brytning av fosfor sker till 90 % för att tillgodose jordbrukets behov av gödselmedel. Resterande 10 % används framförallt inom industrin till bl.a. tvättmedel.⁴ Fosfor i gödselmedel kan urlakas till vattendrag och föras vidare till havet men en betydande del av fosfor i gödselmedel förs vidare till livsmedel och når så småningom reningsverken eller andra avloppsanläggningar. Den totala mängd fosfor som konsumeras av jordens människor genom livsmedel uppgår till ca 3 miljoner ton årligen.⁵

De mest brytvärda förekomsterna av fosfor finns i sedimentära bergarter, framförallt i Marocko, Kina och i USA. Magmatisk apatit är ett annat brytvärd material som innehåller fosfor och förekommer i Ryssland, Finland, Sydafrika, Zimbabwe och Brasilien⁶. Hur stora brytvärda fosforfyndigheter som finns kvar är forskarna oeniga om och det är idag omöjligt att avgöra hur långt fosfortillgångarna kommer att räcka. Det finns uppgifter om att den årliga brytningen av fosforhaltiga bergarter framöver kan beräknas till som mest 28 miljoner ton fosforpentoxid (P₂O₅), vilket enligt nuvarande beräkningar leder

¹ Söderhäll, 2011.

² Livsmedelsverket, www.slv.se.

³ Blomqvist och Gunnars, 2006.

⁴ Jasinski, 2006.

⁵ Cordell m.fl., 2009.

⁶ Cordell & Rosemarin, 2011.

till en toppproduktion (peak-phosphorus) år 2034 varefter produktionen skulle minska för att kanske helt ta helt slut inom 100 år.⁷

Samtidigt är fosfor det elfte vanligaste grundämnet i jordskorpan och det finns uppgifter i litteraturen om ca 1600 inventerade avlagringar av råfosfat där det idag inte sker någon utvinning av fosfor alls.⁸ En del fosforhaltiga mineraler bryts för andra ändamål än utvinning av fosfor, t.ex. utvinning av järnmalm i norra Sverige då fosfor betraktas som en förorening.⁹ Det finns därför signifikanta volymer av fosfor i Sverige som ännu inte används för något ändamål utan ligger i slagghögar.

1.3 ÖVERGÖDNINGEN AV ÖSTERSJÖN ÄR DIREKT KOPPLAD TILL TILLGÅNGEN AV FOSFOR

Tillförsel av näringsämnen fosfor och kväve till vattenområden kan medföra övergödning och syrefria bottenar vilket i sin tur hotar ekosystemtjänsterna livsmiljö, livsmedel och turism. I Östersjön anses en alltför rik tillgång på fosfor vara huvudorsaken till övergödningproblemen, men även tillgången på kväve är viktig. I Västerhavet anses fosfor inte spela samma roll eftersom övergödningen där främst orsakas av en hög tillförsel av biologiskt tillgängligt kväve via avrinning från land och nedfall från atmosfären.

Enligt HELCOM var alla bassänger i Östersjön påverkade av övergödning förutom Bottenviken, öppet vatten i Bottenhavet och nordöstra delarna av Kattegatt. Det finns inte något kustområde, förutom i Bottenviken som inte klassificerats som påverkat av övergödning.¹⁰

Om Östersjön ska nå god miljöstatus får tillförseln av fosfor till Östersjön enligt HELCOM inte vara högre än 21 000 ton/år. Enligt den plan som parterna till Östersjökonventionen kom överens om 2007 betyder denna målsättning att belastningen måste minska med drygt 15 000 ton fosfor/år. Sverige ålades att minska sin årliga tillförsel med 290 ton.¹¹

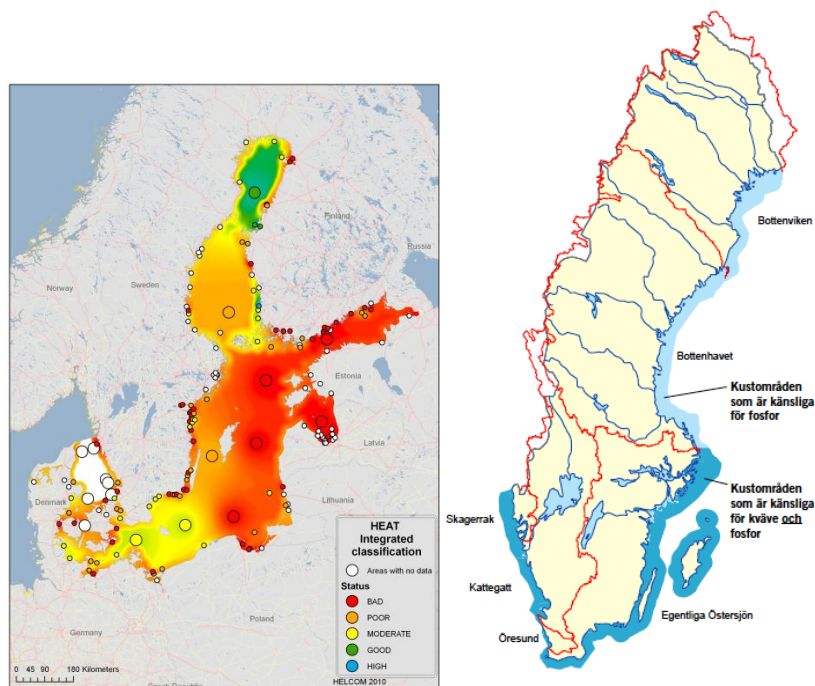
⁷ Cordell m.fl., 2009.

⁸ Steen, 2000. Fosfater är salter och estrar av fosforsyra där fosfor ingår som komponent.

⁹ Steen, 2009.

¹⁰ HELCOM, 2010.

¹¹ HELCOM 2007. Baltic Sea Action Plan. Ett delmålet till det svenska miljö kvalitetsmålet "Ingen övergödning" är att de svenska vattenburna utsläppen av fosforföreningar från mänsklig verksamhet till sjöar, vattendrag och kustvatten skulle ha minskat med 20 % från 1995 års nivå till 2010. Hittills har en minskning med 13 % uppnåtts men minskningstakten har på senare år stannat av. Delmålet för fosforutsläppen kommer troligtvis inte att uppnås förrän mellan år 2030 – 2040. (www.miljomal.nu).



Figur 1. Utbredningen av övergödning i Östersjön. Källa: HELCOM, 2010. Till höger visas de kustområden i Sverige som utpekats som känsliga för utsläpp av fosfor. Källa: Naturvårdsverket, 2008

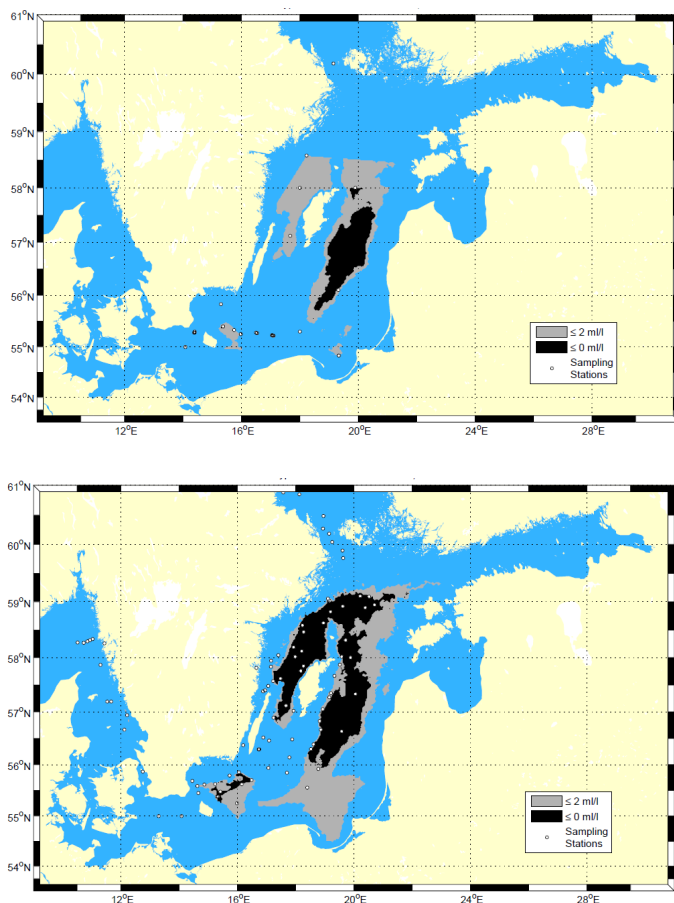
Figur 1 visar en sammanställning av Östersjöns status vad gäller övergödning baserad på en sammanställning av data från 110 utvärderingsenheter (assessment units) som bedömts mellan 2003 och 2007.¹² Hur snabbt förändringar av fosfortillförseln till Östersjön kan få genomslag i havsmiljön beror i hög grad på fosfordepåerna och flödena av fosfor.

I Egentliga Östersjön, Finska viken och Rigabukten kan det finnas mellan 300 000 och 500 000 ton fosfor löst i vattenmassan.¹³ Vidare kan stora mängder fosfor frigöras från sedimenten i Östersjön under perioder med låga syrgashalter. Denna fosfor kan sedan föras upp från bottenarna med uppvällande ytvatten och nyttjas av cyanobakterier. Sommartid kan cyanobakterier numera täcka mer än halva vattenytan i Egentliga Östersjön.

Låg syrehalt i bottenområdena uppträder naturligt i Östersjön eftersom inflödena av syrerikt vatten inte alltid räcker för att ersätta den syrekonsumention som sker i djupvattnet. Under de senaste 50 åren anses dock utbredningen av syrefattiga bottenar ha ökat (se figur 2).

¹² Beskrivningen har gjorts genom användning av HELCOM Eutrophication Assessment Tool (HEAT) och är baserad på en integrering av ett antal indikatorer avseende koncentrationen av växtnärsämnen (kväve och fosfor), klorofyllhalt, siktdjup och mjukbottensamhällen.

¹³ Conley m.fl. 2002.



Figur 2. Utbredning av syrefria (svart färg) och syrefattiga (grå färg) bottnar i Egentliga Östersjön hösten 1960 (överst) och hösten 2009 (underst). Källa: SMHI.

Fosfor kan försvinna från vatten genom utfällning och genom långsiktig fastläggning i bottarna. Under syresatta förhållanden kan fosfor bindas upp och fällas ut som järnkomplex eller som apatitmineral. Östersjön har dock visat sig ogynnsam för både dessa fällningsmekanismer – det finns inte tillräckligt med järn eller apatit för att binda upp den lösta fosfor som finns i vattenmassorna. Vad gäller bildning av apatit, som ofta anges som den process som långsiktigt skulle kunna begrava fosfor, finns det t.o.m. skäl att ifrågasätta om utfällningen över huvud taget förekommer i Egentliga Östersjön.¹⁴

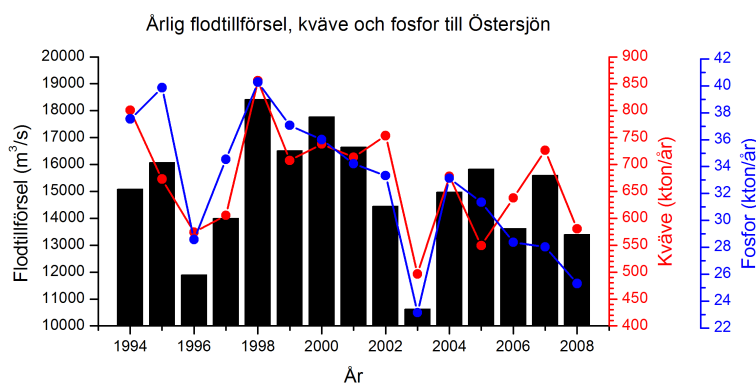
¹⁴ Blomqvist och Gunnars, 2006.

1.4 FOSFOR FÖRS TILL HAVET GENOM AVRINNING OCH FLODER

1.4.1 Östersjön

De vattendrag som dränerar Östersjöns avrinningsområde transporterar ut stora mängder vatten direkt till Östersjön. Med detta vatten följer också växtnäringsämnen i form av kväve och fosfor. Enligt HELCOM härstammar ungefär 95 procent av fosfor i Östersjön från floderna. Tillförseln av fosfor till hela Östersjön beräknades till ca 34 500 ton från land år 2000 och av det kom 50 % från jord- och skogsbruket medan 25 % kom från punktkällor och 25 % från naturliga bakgrundskällor.¹⁵

Mängden fosfor som kommer till Östersjön varierar kraftigt från år till år, främst beroende på skiftande vattenföring i floderna. Vid höga flöden lakas mer näringsämnen ut från angränsande jordar, vilket höjer fosforhalterna i Östersjön.



Figur 3. Årlig medelavrinning och mängd kväve och fosfor som tillförs Östersjön direkt eller vattenburet. Samvariationen mellan avrinning och fosfortillförsel är stor. Källa: Havsmiljöinstitutet.

Det mesta av alla näringsämnen som släpps ut i Östersjön stannar kvar innanför de danska sunden då utbytet av vatten mellan Nordsjön och Östersjön är dåligt. Detta innebär att koncentrationerna av kväve och fosfor kan byggas upp över tid och påverka hela ekosystemet.

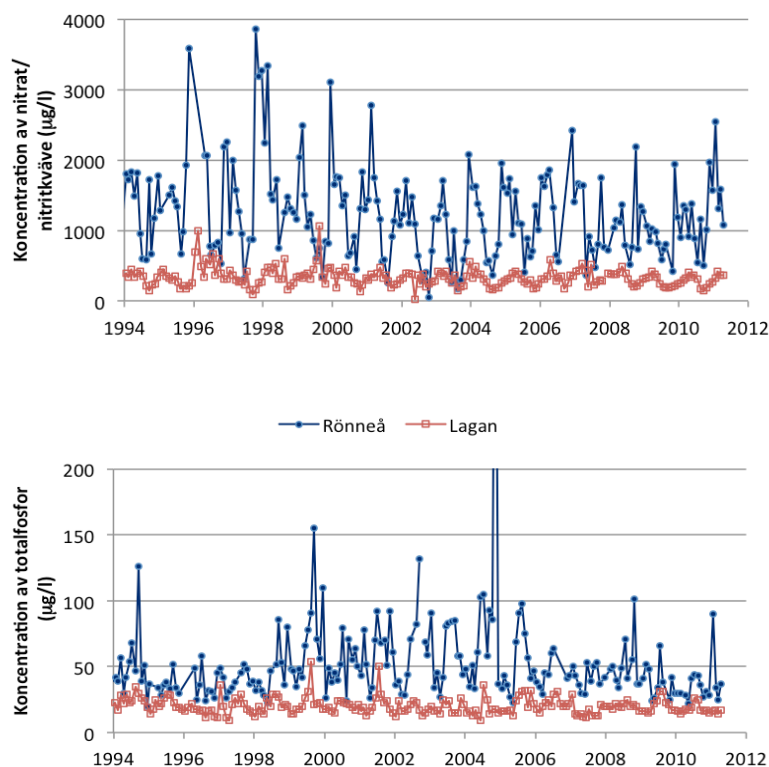
1.4.2 Sverige

Den totala belastningen av fosfor från Sverige till omgivande hav uppgick 2009 till 3 370 ton. Precis som för Östersjöregionen som helhet transporteras näringsämnen från Sverige till haven främst via vattendrag. Jämfört med andra länder i regionen är dock den svenska bakgrundsbelastningen av fosfor förhållandevis stor, nästan 60 % av den totala belastningen. Detta beror på att

¹⁵ HELCOM, 2005.

Sverige har stora arealer som är glesbefolkade och bara i mindre utsträckning är påverkade av jordbruk eller tätorter.

Koncentrationerna av näringsämnen i åar och floder kan variera mycket med säsong och väderlek, vilket illustreras i figur 4. Samma figur illustrerar också att det är stora skillnader mellan olika åar. Rönneå ligger i ett avrinningsområde med hög andel jordbruksmark, medan Lagan representerar ett avrinningsområde som till stor del täcks av skog.



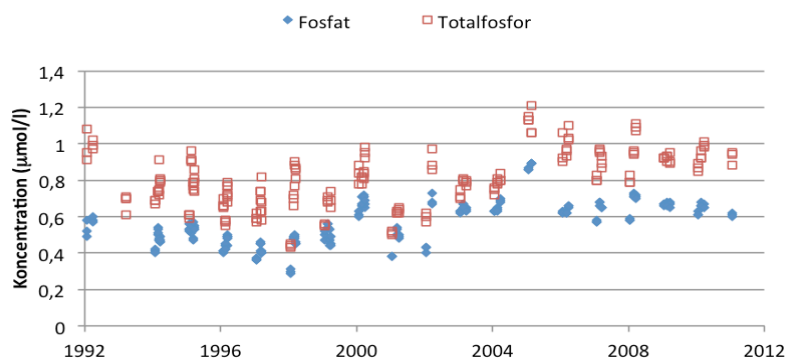
Figur 4. Koncentrationer av nitrat/nitritkväve och totalfosfor i Rönneå vid Klippan och Lagan vid Laholm. Källa: SLU.

Under senare år har både jordbrukets fosforgödning och industriernas och avloppsreningsverkens fosforutsläpp minskat, men vid flodmynningarna är förändringarna små.¹⁶ Detta beror sannolikt på att mark, vatten och sediment under lång tid laddats med näringsämnen som med åtskilliga års fördröjning kan frigöras och bidra till belastningen av havet.

Ute i havet är det ännu svårare att se några samband mellan uppmätta fosforkoncentrationer och åtgärder som vidtagits på land. Exempelvis har

¹⁶ Naturvårdsverket anger att det nu är samma mängd fosfor som når haven genom floderna som för 30 år sedan (Naturvårdsverket. Utsläpp av fosfor till havet).

vinterkoncentrationerna av fosfor i Östra Gotlandsdjupet ökat trots att de totala utsläppen av fosfor till Östersjön har minskat (figur 5). Det oregelbundna inflödet av saltvatten från Västerhavet till Östersjön och utbytet mellan bottensediment och vatten kan på kort och medellång sikt helt överskugga effekterna av åtgärder. Dessutom visar pågående dataanalyser vid Havsmiljöinstitutet att systematiska mätfel kan ha förstärkt intrycket av att fosforhalten ökat under senare år.



Figur 5. Vinterkoncentrationer av fosfat- och totalfosfor i ytligt havsvatten från Östra Gotlandsdjupet (provtagningsplats BY15). Källa: SMHI.

2. AKTIVITETER SOM BIDRAR TILL HAVENS FOSFORPÅVERKAN

De nuvarande metoderna för att klarlägga hur fosfor når havet bygger på ett hydrologiskt synsätt. Fosfor når sjöar och vattendrag via olika källor (punktutsläpp och diffusa utsläpp) och transporteras sedan med vattnet ut till havet. I viss utsträckning kan källor knytas till aktiviteter och såväl direkta som indirekta aktörer i samhället, men detta kräver ytterligare datainsamling och analys. I det följande redovisas först en konventionell hydrologisk källfördelning av den svenska fosforbelastningen av havsmiljön. Därefter diskuteras aktiviteter och aktörer.

2.1 KÄLLFÖRDELNING AV DEN SVENSKA TILLFÖRSELN AV FOSFOR TILL HAVET

Påverkan på havet av fosfor från svenska källor (diffusa och punktkällor) kan redovisas som bruttobelastning eller nettobelastning. Bruttobelastningen avser den totala mängd fosfor som släpps ut till vatten eller frigörs från mark till vatten och tar inte hänsyn till den fastläggning eller frigörelse som kan ske innan fosfor når havet. Nettobelastningen beskriver däremot det tillskott av fosfor som verkligen når svenska kusten. Hur stor nettobelastningen blir i förhållande till bruttobelastningen beror på många olika faktorer såsom klimat, hydrologiska förhållanden m.m. Dessa faktorer liksom frigörelse av fosfor från sedimenten vid syrebrist på Östersjöns botten gör att minskningen av fosforbelastningen från svenska källor inte direkt medverkar till minskade fosforhalter i havet. Nedan kommer i huvudsak nettobelastningen att redovisas och inriktas på att beskriva den antropogena påverkan.

Den totala nettobelastningen av fosfor för hela Sverige uppgick år 2009 till 3360 ton.¹⁷ Av denna belastning hade 1390 ton en direkt koppling till antropogena källor (inklusive bidrag från hyggen). (Tabell 1).

¹⁷ Ejhed, 2011.

Tabell 1. Antropogen nettobelastning av fosfor från diffusa källor och punktkällor år 2009 (ton/år). Källa: Ejhed, H. 2011.

Havsbassäng	Jordbruk	Hygge	Dagvatten	Karv, Renings- verk, Enskilda avlopp	Totalt	Totalt utan hygge
Bottenviken	30	0	0	60	90	90
Bottenhavet	90	10	10	220	330	320
Egentliga Östersjön	210	0	30	190	430	430
Öresund	30	0	10	30	70	70
Kattegatt	180	0	20	160	360	360
Skagerrak	60	0	0	20	80	80
Totalt	610	10	70	700	1390	1380

Tabell 2 visar tillsammans med tabell 1 hur nettobelastningen utvecklats över tid. Mellan 1995 och 2009 har enligt dessa tabeller den totala nettobelastningen minskat med ca 20 % (350 ton). Nettobelastning av fosfor från punktkällor uppgick år 2009 till 700 ton vilket innebär att denna påverkan minskat med ca 31 % från år 1995. Däremot var nettobelastningen från diffusa källor nästan lika stor 2009 som 1995, och sedan år 2000 har minskningen av dessa källor varit marginell. Från 2006 till 2009 har bruttotillförseln av fosfor från diffusa källor minskat med 30 ton, vilket tros bero på minskad total areal jordbruksmark. Däremot har åtgärder för lägre växtnäringsförluster från jordbruksmark, t.ex. areal skyddszoner minskat under perioden och bidrar inte till den lägre tillförseln från jordbruksmark.¹⁸

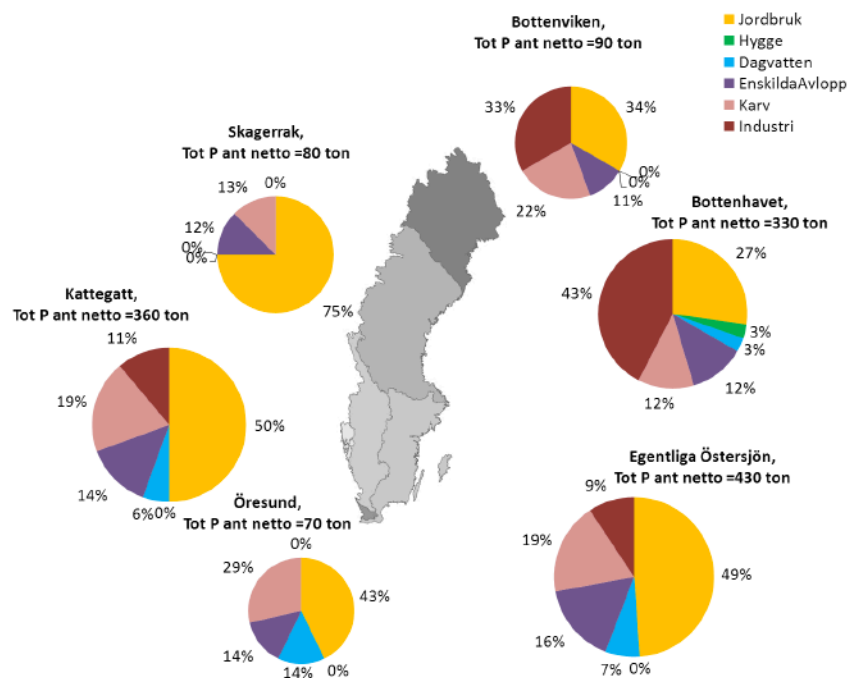
Tabell 2. Den antropogena nettobelastningen av fosfor från hela Sverige till Östersjön och Västerhavet för åren 1995, 2000 och 2006 (Naturvårdsverket, 2009a). Siffrorna är avrundade till närmaste 10-tals ton.

KÄLLA	FOSFORBELASTNING, TON		
	1995	2000	2006
Jordbruksläckage	670	610	620
Reningsverk	440	380	350
Industri	390	330	310
Enskilda avlopp	160	150	170
Dagvatten	80	80	70
SUMMA	1740	1550	1520

Figur 6 visar hur fosforbelastningen fördelar sig mellan olika källor och havsområden. Eftersom industrins utsläpp till ca 95 % kommer från pappers- och massaindustri beror den geografiska fördelningen av dessa utsläpp i stor

¹⁸ Ejhed, 2011.

utsträckning på pappers- och massaindustrins lokalisering.¹⁹ Vidare är det värt att notera att såväl de diffusa utsläppen som punktutsläppen från kommunala avloppsreningsverk (KARV) och enskilda avlopp är direkt kopplade till produktion och konsumtion av livsmedel.



Figur 6. Källfördelning av antropogen nettobelastning av fosfor år 2009.
Källa: Ejhed, H. 2011.

2.3 FOSFORGÖDSLING

Globalt: Den årliga globala konsumtionen av fosforgödselmedel i jordbruket ökade starkt från 1950 till 1988 men har sedan dess minskat.²⁰ Idag används 17 miljoner ton fosfor i handlingsgödsel årligen i världens jordbruk. Endast en femtedel av denna fosfor kan återfinnas i maten vi äter. Globalt sett sker alltså antingen betydande förluster av fosfor från mark till vatten eller en kraftig ackumulation av fosfor i åkermark. De regionala skillnaderna är dock mycket stora. I Belgien är skillnaden mellan tillförd mängd fosfor och den mängd som ingår i de skördade produkterna över 20 kg per hektar. I Sverige är denna

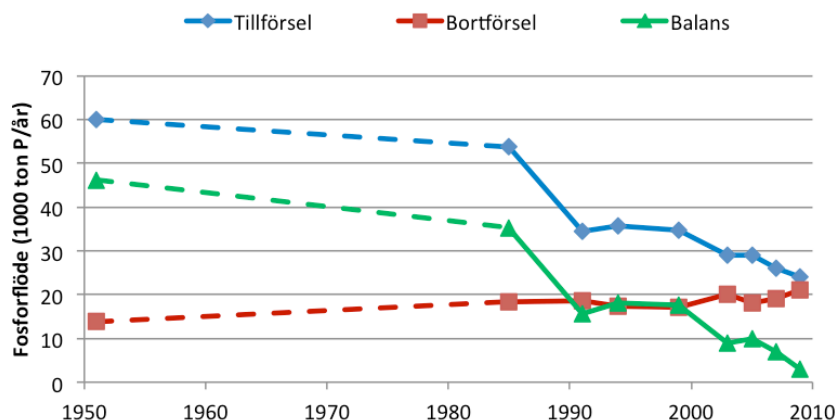
¹⁹ Naturvårdsverket & SCB, 2008, tabell 3a och b.

²⁰ Steen, 2000. 1950 användes ca 5 miljoner ton P₂O₅. Konsumtionen ökade till år 1988 då den var som högst 37,7 miljoner ton P₂O₅ år.

skillnad i genomsnitt ca 1 kg fosfor per hektar, och i stora delar av Afrika töms jordbruksmarkens förråd på grund av att bortförseln överskrider tillförseln.²¹

Nationellt: Handelsgödsel har använts i Sverige under lång tid och redan 1950 fanns ett högt eller till och med mycket högt fosforöverskott i det svenska jordbruket. Sedan dess har överskottet sjunkit så mycket att det inte är långt kvar till balans.²² År 2009 uppgick fosforinnehållet i jordbrukets försålda slutprodukter till nästan 90 procent av tillförseln. Denna balans har uppnåtts genom att användningen av handelsgödsel har minskat samtidigt som skördarna gått upp. Försäljningen av handelsgödsel till jord- och trädgårdsbruk har minskat successivt sedan slutet av 1980-talet. Jämfört med 2009 ökade fosforförsäljningen 2010 med 22 %.²³

Att det nu i stort sett råder balans mellan den totala tillförseln och bortförseln med skörd i Sverige betyder inte att jordbruksmarken saknar betydelse för tillförseln av fosfor till havet. Jordbruket svarar faktiskt för nästan hälften (610 ton eller 43 %) av den antropogena tillförseln av fosfor till havet (figur 7).²⁴ Detta beror bl.a. på att det i de övre markskikten och längs vattnets väg till havet finns stora mängder fosfor från tidigare års växtodling som kan frigöras och transporteras till havet. Dessutom föreligger stora regionala och lokala skillnader i markbalansen.²⁵ Fosforläckagets storlek kan variera kraftigt med jordart, markens lutning och vilka växter som odlas.²⁶



Figur 7. Förändringar av fosforbalansen för hela jordbrukssektorn. Källa: SCB: 2009 Kväve- och fosforbalanser för jordbruksmark och jordbrukssektor, MI 40 SM

²¹ Tidåker, 2011.

²² Havsmiljöinstitutet. Minskar övergödningen?

²³ Tabell 12B i SCB, 2011. Se dock även tabell 8.6 av vilken det framgår att förbrukningen av fosforgödsel inte ökat.

²⁴ I genomsnitt läcker de svenska åkerjordarna årligen ut 0,4 kg P/ha (Jordbruksverket, 2010a).

²⁵ Havsmiljöinstitutet. Hantering av växtnärsämnen.

²⁶ Hoffman och Langaas, 2011

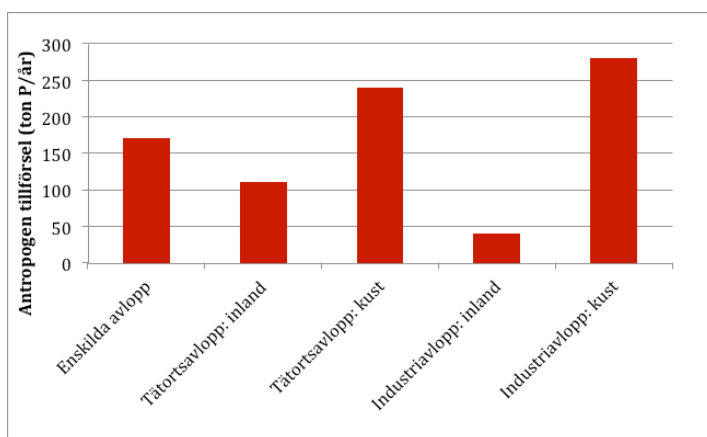
1102. 2003 års statistiska meddelanden, MI 40 SM 0501. 1999 års statistiska meddelanden, MI 40 SM 0101. 1995 Statistiska meddelanden, Na 40 SM 9501. 1995 Statistiska meddelanden, Na 40 SM 9701.

2.4 SLAMSPRIDNING

Det beräknas att det 2008 produceras ca 214 000 ton slam (torrsubstans) från 411 större reningsverk.²⁷ Information om hur detta slam används finns för ca. 187 000 ton och denna information visar att det är stor skillnad mellan olika län. År 2008 användes genomsnitt ca 55 000 ton på åkermark och det är en kraftig ökning från 2006 då det spreds ca 31 500 ton till ca 55 500 ton. Denna ökning beror till en del på en ökad rapporteringsfrekvens men i övrigt på en reell ökning av slamanvändningen. Mellan 2008 och 2009 minskade användningen med 11 % till 50 000 ton. Det är framförallt i jordbrukslänerna som slam används i jordbruket, mest 61 % används i Skåne. Ett annat stort användningsområde för slammet är deponitäckning för att hindra infiltration av vatten (42 500 ton år 2008). Lagstiftningen ställer upp gräns- och riktvärden för olika tungmetaller och organiska miljögifter som inte får överskridas om slammet ska kunna spridas på åkermark. Halterna för dessa ämnen varierar kraftigt mellan olika reningsverk. 2008 rapporterades godkända halter för ca 72 % av slammet.

2.5 UTSLÄPP AV AVLOPPSVATTEN

Under de senaste decennierna har punktkällornas (kommunala avloppsreningsverk, reningsverk, industrier och enskilda avlopp) utsläpp av fosfor minskat och de står idag för sammanlagt ca 700 ton av utsläppen.



Figur 8. Tillförsel av fosfor (ton/år) till havet från olika typer av avloppsutsläpp i Sverige år 2006. Källa: Naturvårdsverket, 2009, tabell 20.

²⁷ Naturvårdsverket & SCB, 2008.

Av figur 8 framgår de olika punktkällorna som släpper ut fosfor. Många kommunala reningsverk tar emot avloppsvatten från industrier och dessa utsläpp är då i figuren angivna inom gruppen tätortsavlopp. För några reningsverk står industriavloppet till och med för merparten av tillførseln.²⁸

Utsläpp från kommunala avloppsreningsverk

Genom kemisk fällning tas omkring 95 % av fosfor i inkommande avloppsvatten bort i de kommunala avloppsreningsverken. Kvarvarande 5 % släpps ut i vattendrag och bidrar således till övergödning.²⁹ De sammanlagda utsläppen av fosfor från tillståndspliktig kommunala reningsverk uppgick 2008 till 313 ton, vilket är 49 ton mindre än 2006.³⁰ Den viktigaste orsaken är att stora reningsverken, t.ex. Himmerfjärdsverket och Ryaverket har infört ny reningsteknik under perioden 2006 till 2009. Ytterligare orsaker kan vara dels förbud mot fosfat i tvättmedel som infördes i Sverige år 2008, vilket ger lägre utsläpp år 2009, och dels att år 2006 var ett mycket mer nederbördsrikt år än 2009. Stor nederbörd kan ge större volymer av breddningar och sämre reningseffektivitet i verken, vilket därmed kan ha bidragit till de högre utsläppen år 2006 än 2009.³¹

Riktvärdena för tillståndspliktiga reningsverk ligger vanligen i intervallet 0,3-0,5 mg/l för fosfor³² och samtliga reningsverk i Sverige uppfyller de krav på fosforrening som ställs i avloppsdirektivet.

Utsläpp från enskilda avlopp

Det är relativt dåligt känt hur reningen fungerar i de avlopp som inte är anslutna till kommunala reningsverk. De enkäter som gjorts tyder på att endast cirka 60 % av avloppen har acceptabel standard enligt miljöbalkens krav. De vanligaste reningsteknikerna är infiltration eller markbädd. I vissa områden ställer kommunen krav på sluten tank. Genom att belastningsberäkningarna förbättrats har det framkommit att den totala belastningen av fosfor från enskilda avlopp är 287 ton år 2009. Det betyder att fosforutsläppen jämfört med tidigare beräkningsmetod ökat med 21 %. Beräkningar visar att bl.a. förbättrad reningsteknik och förbudet mot fosfater i tvättmedel medfört att belastningen av fosfor minskat något men denna förbättring "försvinner" genom användning av de nya beräkningsmetoderna.³³

²⁸ Naturvårdsverket & SCB, 2008.

²⁹ Naturvårdsverket & SCB, 2008, tabell 4b. Av denna tabell framgår att reningsgraden skiljer sig geografiskt. Kommunala reningsverk med Bottenviken som recipient renar 91 % av inkommande fosfor medan de verk som har Östersjön som recipient renar 97 %.

³⁰ Naturvårdsverket & SCB, 2008, tabell 2.

³¹ Ejhed, H. 2011.

³² Naturvårdsverket & SCB, 2008.

³³ Ek, 2011.

Utsläpp från industrier

Som angavs ovan står massa- och pappersindustrin för 95% av industriutsläppen av fosfor. Mindre utsläpp sker från kemisk industri, livsmedelsindustri samt oljeraffinerier. De totala utsläppen av fosfor från industrin har minskat med ca 20 % från 2004 då det släpptes ut 384 ton till 2008 då utsläppen var totalt 305 ton.

3. DIREKTA AKTÖRER SOM BIDRAR TILL FOSFORBELASTNINGEN

De aktörer som medverkar till den aktivitet som beskrivits i avsnitt 2 är framförallt lantbrukare som sprider gödsel (handelsgödsel eller stallgödsel) eller slag. Vidare är det olika aktörer som släpper ut avloppsvatten; kommunala reningsverk, industrier och fastighetsägare med enskilda avlopp. I detta avsnitt beskrivs övergripande de viktigaste aktörerna som medverkar till utsläpp eller läckage. I avsnitt 4 beskrivs indirekta aktörer som påverkar de direkta aktörerna, t.ex. som konsument. I stor utsträckning är gruppen av indirekta aktörer kopplade till konsumtion av livsmedel.

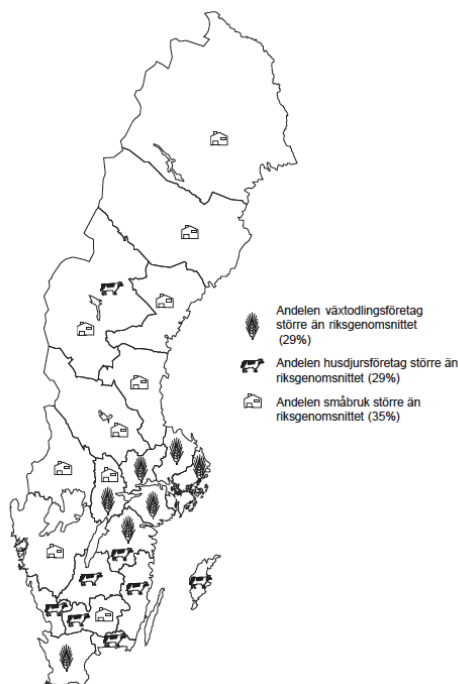
3.1 JORDBRUKET

År 2010 fanns det totalt 3,1 miljoner ha jordbruksmark, varav 2,6 miljoner ha åkermark och 0,5 miljoner ha betesmark. År 2009 var ca 76 200 personer i Sverige sysselsatta inom jordbruk med binärningar, varav 47 500 inom jordbruk. Detta motsvarar 1,8 respektive 1,1 % av samtliga förvärvsarbetande personer i Sverige. Sysselsättningsgraden inom jordbruk skiljer sig mycket åt mellan olika län; i Stockholms län var det 0,3 % medan det på Gotland var 5,9 %. Det totala antalet företag år 2010 var knappt 71 100, vilket motsvarar en minskning med 26 % under de senaste 20 åren.³⁴

I genomsnitt brukar varje jordbruksföretag 37 hektar men skillnaderna mellan olika län är stora. De största genomsnittliga arealerna per företag finns i Västmanlands län (59,1 ha), Södermanlands län (56,8 ha) och Östergötlands län (56,1 ha) medan de minsta finns i Kronoberg (19,2 ha) och Blekinge (21,3 ha) och Västernorrlands län (22 ha). Likaså skiljer sig inriktningen på driften av jordbruksföretag mellan olika län (figur 9). Fosforläckaget från jordbruket beror av en rad olika faktorer, bl.a. hur mycket fosfor som tillförs, markförhållanden och gröda. Vid odling av majs tillförs genom mineral- och

³⁴ SCB, 2011.

stallgödsel i genomsnitt 51 kg fosfor/ha och potatis 45 kg fosfor/ha medan det vid odling av råg tillförs i genomsnitt 21 kg fosfor/ha.



Figur 9: Karaktäristisk driftsinriktning i jordbruket länsvis 2010. Källa: Jordbruksverket och SCN, Lantbruksregistret. I SCB 2011.

År 2009 gödslades 41 % av åkerarealen med enbart handelsgödsel, 13 % med enbart stallgödsel och 22 % med både handelsgödsel och stallgödsel. Återstående 24 % gödslades inte alls.³⁵ Tillförseln av fosfor är högst i de sydligaste länen och beror av vilka grödor som odlas och intensiteten i produktionen.

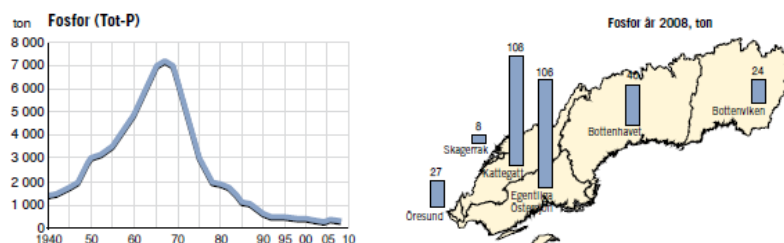
3.2 RENINGSVERKEN

Antalet personer som ansluts till kommunala reningsverk har ökat kontinuerligt och idag är omkring 85 procent av befolkningen i Sverige anslutna till kommunal avloppsrening. Exempelvis har antalet anslutna personer till Ryaverket i Göteborg ökat med i medeltal 5 900 personer per år mellan år 2000-2010, motsvarande en ökning på ca 1 % per år.³⁶ Det finns omkring 500 kommunala reningsverk som är dimensionerade för mer än 2 000

³⁵ SCB 2011, sid. 198.

³⁶ Thumlin, 2012.

personer samt drygt 800 mindre reningsverk byggda för att betjäna mer än 200 personer.³⁷



Figur 10. Utsläppen av fosfor från reningsverk sedan 1940 och utsläppen av fosfor från reningsverk 2008 i förhållande till de olika havsbassängerna. Källa: Naturvårdsverket, 2008.³⁸

Utsläppen av fosfor från kommunala avloppsreningsverk har minskat kraftigt sedan toppen på slutet av 1970-talet. Utsläppen är störst till Egentliga Östersjön och till Kattegatt medan tillförseln till Skagerrak är mycket liten.

3.3 HUSHÅLL MED ENSKILT AVLOPP

Det finns idag knappt 700 000 fastigheter med enskilda avlopp i landet, d.v.s. som inte är anslutna till kommunalt avloppsreningsnät. Ca 200 000 av dessa utgör fritidsfastigheter och övriga utgör fastigheter för permanentboende, i vilka det bor ca 1,2 miljoner människor.³⁹

Trots att de enskilda avloppen hanterar avlopp från endast 15 % av befolkningen är utsläppen 50 % av utsläppen från kommunala reningsverk, vilka hanterar avlopp från ca 85 % av befolkningen (se tabell 2 ovan). Till skillnad från de kommunala reningsverken är standarden hos enskilda avloppsanläggningar varierande.

Utsläppen av fosfor från enskilda avlopp kan därför medföra betydande lokala effekter på närliggande, kust och vattendrag.⁴⁰ Det uppskattas att ca 40 % av samtliga enskilda avlopp, d.v.s. 300 000 inte klarar lagens krav på rening.⁴¹ Att installera enskilt avlopp kan medföra en stor kostnad för en enskild

³⁷ Naturvårdsverket, Siffror om avloppsvattenrening.

³⁸ Figuren bygger på material från Naturvårdsverket och SCB, 2010.

³⁹ Kemikalieinspektionen, 2010 och Naturvårdsverket, Siffror i avloppsvattenrening.

⁴⁰ Kemikalieinspektionen 2010.

⁴¹ Naturvårdsverket, Siffror om avloppsvattenrening.

fastighetsägare. I allmänhet ligger kostnaden mellan 70 000-100 000 kr men därtill kommer driftskostnader.⁴²

Uppgifterna hur utsläppen fördelar sig på olika geografiska områden samt skillnaden i utsläpp mellan enskilda avlopp i permanentbostäder och fritidshus är osäker. Det pågår inventeringar i kommunerna och det finns förslag till en gemensam databas för att bättre kunna klargöra utsläppen av bl.a. näringsämnen från enskilda avlopp.⁴³

4. INDIREKTA AKTÖRER SOM BIDRAR TILL FOSFORBELASTNINGEN

Den allra största delen (ca 90 %) av den fosfor som tillförs svensk åkermark återfinns i de slutprodukterna (livsmedel m.m.) som säljs och konsumeras i Sverige eller exporteras. Genom konsumtionen av framförallt svenska och utländska livsmedel förs fosfor genom avlopp till kommunala reningsverk som i reningen fångar upp en övervägande del (95 %) av införd fosfor eller till enskilda avloppsanläggningar med betydligt sämre reningsgrad. En stor del av den fosfor som når havet kan således kopplas till produktion eller konsumtion av livsmedel. Vad är det då som styr denna konsumtion och i vilken mån medverkar olika livsmedel till mer eller mindre utsläpp av fosfor?

Som beskrevs ovan (avsnitt 3.1) behöver olika grödor tillföras olika mängd fosfor och fosforinnehållet i livsmedel varierar stort. Förutom att mängden tillförd fosfor varierar i förhållande till gröda avgörs storleken på åkermarkens läckage även av jordmån, intensitet i odlingen, nederbörd m.m. Det hade varit relevant att veta hur stort "fosforavtryck" olika livsmedel gör eller hur olika trender i matvanor påverkar tillförseln av fosfor till åkrar och reningsverk.

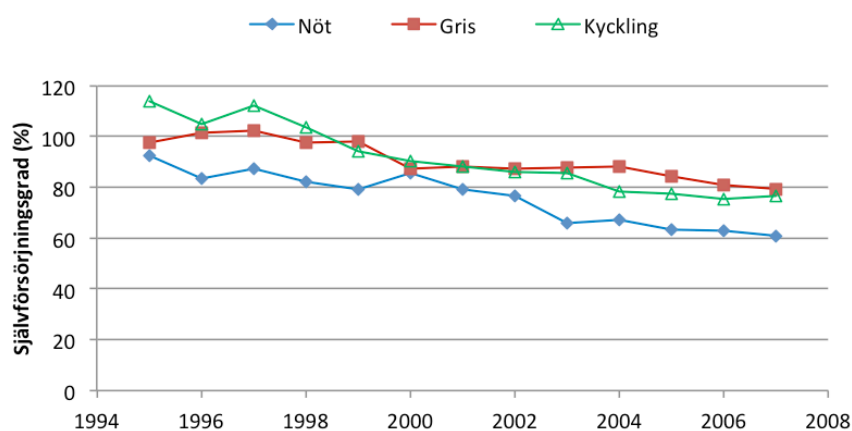
Någon sådan övergripande information har vi dock inte funnit. Inte heller har det gått att få fram tillförlitlig information om hur mycket fosfor som importeras genom livsmedel eller hur stor exporten av fosfor som ingår i livsmedel är, från vilka geografiska områden i Sverige denna fosfor härrör samt till vilka områden den exporteras.⁴⁴

⁴² Avloppsguiden, 2011.

⁴³ Ek, 2011.

⁴⁴ Det finns underlag i exempelvis Jordbruksstatistisk årsbok (SCB, 2011) som skulle kunna användas för beräkningar men det har inte hunnit göras under arbetet med denna studie.

Det är dock klart att konsumtionsmönster har ändrats och fortsätter att förändras genom olika trender i våra matvanor och en ökad global handel med livsmedel. Sedan 1980 och fram t.o.m. 2009 har energitillförseln per person och dag i stort sett varit oförändrad. Däremot har tillförseln av protein ökat med 26 %.⁴⁵ I Sverige kan denna ökning kopplas till en ökad import av kött, såväl kyckling- som gris- och nötkött (figur 11). Ur miljösynpunkt innebär detta att den svenska konsumtionen får återverkningar i andra länder. Handelsstatistik från Statistiska centralbyrån belyser vilka länder som står för den största nettoimporten av olika sorters kött till Sverige.

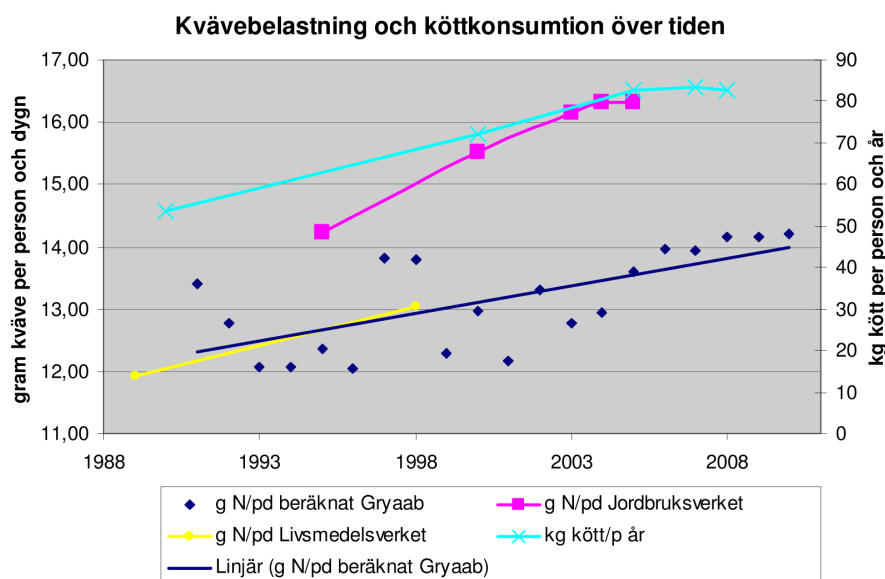


Figur 11. Sveriges självförsörjningsgrad för nötkött, gris- och kycklingkött beräknad ur uppgifter om utbud och nettoimport. Källa: Havsmiljöinstitutet.

Vid Ryaverket i Göteborg, har det påvisats ett sannolikt samband mellan den ökade tillförseln av kväve till reningsverket och hushållens ökade konsumtion av proteiner, framförallt genom kött (figur 12).⁴⁶ Oavsett om ett sådant samband kan påvisas under en längre period så visar det på behovet av att följa trender i samhället som indirekt kan komma att påverka utsläppen av ämnen som påverkar havet.

⁴⁵ SCB, 2011, sid 286.

⁴⁶ Tumlin, 2012.



Figur 12. Livsmedelsverkets och Jordbruksverkets uppskattningar av mängden tillförd kväve per person och dygn till avlopp samt köttkonsumtionen i Sverige visar på en uppåtgående trend. Detsamma gäller mätningarna för kväve i inkommande avloppsvatten till Ryaverken.

En annan produktgrupp som påverkar tillförseln av fosfor till reningsverken är olika former av tvättmedel och andra rengöringsmedel som innehåller fosfater. Både antalet och kvantiteten rengöringsprodukter har ökat stadigt. Cirka 30 % av antalet av alla rengöringsmedel på marknaden är avsedda för konsumenter. Inom många branscher används tusentals ton rengöringsmedel årligen. 2008 användes ca 50 000 ton tvättmedel varav 84 % importerades. Totalt registrerades 613 tvättmedelsprodukter varav 270 var avsedda för konsumenter. Endast 3 % av de konsumenttillgängliga maskindiskmedlen 2009 tillverkades i Sverige, något som kan vara en viktig faktor vid reglering av dessa varor. Andelen fosfatfria maskindiskmedel på den svenska marknaden har ökat från ca 10 procent till 69 procent mellan 2005 och 2009.⁴⁷

5. GRUPPER SOM PÅVERKAS AV HÖG BELASTNING AV FOSFOR I SVENSKA HAVSOMRÅDEN

Övergödning påverkar och kan komma att påverka många grupper av människor både direkt i form av dålig lukt från alger i kustzonen och indirekt

⁴⁷ Kemikalieinspektionen, 2010.

genom att vattnet blir grumligt. Det kan påverka förutsättningarna för många arter och således förändra ekosystemens sammansättning och funktioner.

Yrkes- och fritidsfiskare kan påverkas genom att det blir mindre fisk men också genom att de måste byta fiskeområden. Denna typ av effekter beskrivs närmare i fallstudien om selektivt uttag av torsk. Andra yrkesgrupper som kan påverkas är de som arbetar inom *besöksnäringen* exempelvis på campingplatser, hotell, restauranger, båtuthyrning, dykfirmor etc. *Besökande* (badande, sportfiskare, dykare, båt-turister och andra som utövar rekreation vid kusten) kan påverkas genom att kustområden blir igenväxta, att alger ger dålig lukt, att de upplever obehag vid bad eller att den miljö de vill besöka har förändrats. På liknande sätt kan *boende i kustzonen* påverkas. Är effekten av övergödningen stark i ett område kan det även påverka fastighetspriserna. Även *allmänheten* kan komma att påverkas genom att de uppfattar att havet är nedsmutsat och förstört.

Fosfor är en ändlig resurs och en allt mer ökad användning av fosfor kan medföra ökade kostnader för bl.a. *jordbruket* och därigenom även för *konsumenter och framtida generationer* generellt.

Även om det inte finns grupper som välkomnar övergödningen av haven så kan det finnas sådana som kan komma att gynnas av den. Det kan röra sig om myndigheter, konsulter och forskare som arbetar med att övervaka och åtgärda problemen samt de som kan kommersialisera olika former av lösningar, t.ex. fosforrening för enskilda avlopp.

6. TYP AV PÅVERKAN PÅ GRUPPER SOM PÅVERKAS AV HÖG FOSFORBELASTNING

För hög tillförsel av fosfor och övergödningen ger en lång rad effekter i samhället, varav en del är direkt synliga och andra är osynliga eller indirekta. I huvudrapporten hänvisas till den uppdelning av påverkanstyper som görs i Millenium Ekosystem Assessment. I denna fallstudie har den uppdelningen inte varit ändamålsenlig utan istället görs en indelning i förhållande till de viktigaste typerna av påverkan som de grupperna som nämnts ovan i avsnitt 5 utsätts för.

Förändrade ekosystem

En förändring i ekosystemen kan på längre sikt komma att påverka många mänskliga behov. I viss utsträckning kan en ökad mängd näring medverka till

ökad tillväxt av vissa arter som exempelvis fisk. Ökar mängden växtplankton utan att mängden djurplankton ökar i motsvarande omfattning, kommer växtplankton att sjunka till botten och det krävs då syre för att bryta ner dessa organismer. Finns det inte tillräckligt med syre uppstår syrebrist, vilket påverkar bottenorganismer och så småningom även andra organismer längre upp i näringskedjan, t.ex. fisk. Såsom beskrivits i avsnitt 1 kan detta medföra att hela ekosystem förändras.

Resurstillgången

Utlakningen av stora mängder fosfor till havet och fastläggningen av ämnet i sedimenten får till följd att människans tillgång dessa näringsämnen försvåras och att det därför finns behov av att bryta ny fosfor, till en allt högre kostnad. Det är som nämnts ovan (avsnitt 1) idag omöjligt att ange hur mycket fosfor som finns kvar att bryta eller på andra sätt tillgodogöra samhället men det kan förutses att priserna generellt kommer att öka. Detta kan drabba en rad grupper, t.ex. *jordbruket* särskilt de i utvecklingsländer. Därigenom påverkas även kostnaderna för produkter, vilket i sin tur kan medverka till sämre tillgång till fosfor för särskilt utsatta grupper. Fortsätter fosfor att föras från jordbruksmark till havens botten påverkas framtida generationers möjligheter att få tillgång till fosfor.

Behovet av att bryta ny fosfor kan i viss mån minskas med hjälp av teknik för fosforrening och återföring av fosforhaltigt slam till jordbruket. Återföringen av fosfor genom slam medför dock risk för att även oönskade ämnen såsom tungmetaller och organiska miljögifter förs med till åkermarken.

Hälsa

Påverkan på människors hälsa kan både vara direkt och indirekt. Vissa algblomningar (t.ex. av cyanobakterier) är giftiga och kan komma att påverka känsliga personer t.ex. barn, vid bad (utslag, kräkningar, ledvärk m.m.) eller via dricksvatten (feber, kräkningar, magsmärtor m.m.). Detta kan även gälla husdjur som hundar.⁴⁸ Genom att cyanobakterierna bildar toxiner kan de potentiellt utgöra ett problem vid beredning av dricksvatten från Östersjön och därigenom ge ökade kostnader för dricksvattenhantering.

Ökad algutväxt och algblomningar kan även ge upphov till dålig lukt och förändra landskapsbilden, något som påverkar de grupper som utnyttjar havet och kustzonen för rekreation (småbåtsägare, badande, fritidsfiskare, fågelskådare etc.) samt grupper av näringsidkare inom besöksnäringen samt boende.

⁴⁸ Livsmedelsverket, Cyanobakterier – fördjupning.

Såsom beskrivits i avsnitt 4 i huvudrapporten påverkas svenskar generellt av situationen i havet och då inte minst övergödningen i Östersjön. Fosforrelaterade fenomen som algblooming anser många vara ett stort problem. Andra fenomen som kan kopplas till näringsöverskott av fosfor, såsom *syrebrist på bottenarna*, anses också vara ett stort problem, medan *dåligt siktdjup* bedöms som något mindre allvarligt (se tabell 4.2). Att övergödningen omtalas som ett allvarligt problem kan skapa oro hos allmänheten, berörda verksamhetsutövare (jordbrukare, producenter av livsmedel och rengöringsmedel) samt beslutsfattare. Det kan leda till skuldbeläggning av aktörer, framförallt de som i stor utsträckning medverkar till tillförsel av fosfor till Östersjön. Detta kan också leda till konflikter mellan olika aktörer då resursen (t.ex. badbara vikar) minskar. På samma sätt kan övergödningen medverka till skuldbeläggning och konflikter mellan stater, då övergödningen i Östersjön är ett internationellt problem.

7. FAKTORER SOM DRIVER DEN HÖGA FOSFORBELASTNINGEN AV HAVEN

Denna fallstudie har pekat på en rad direkta och indirekta faktorer som driver den höga fosforbelastningen av haven.

7.1 DIREKTA DRIVKRAFTER

Den totala svenska tillförseln (nettobelastningen) av fosfor till havet var år 2009, 3360 ton. Av denna mängd kan 1390 ton hänföras till antropogena källor, varav jordbruket står för 610 ton och punktkällor (industrier, kommunala reningsverk och enskilda avlopp) en något större del, 700 ton. Drivkrafterna bakom denna typ av aktiviteter är divers. Industrier syftar till att i första hand generera vinst på kortare eller längre sikt men medverkar därigenom också till att tillhandahålla olika varor (i relation till fosfor är det framförallt papper och massa som är relevant att nämna). Vidare skapar industrierna arbetstillfällen. Reningsverken syftar i första hand till att hantera ett samhällsproblem – avlopp. Restprodukten från reningsverken – slam – kan nyttiggöras på olika sätt om halten av hälso- och miljöfarliga ämnen inte överskrider vissa gränser. Även reningsverken medför arbetstillfällen, dels för de som arbetar i verksamheten, dels för konsulter, tjänstemän och forskare som ska hantera teknikutveckling, kontroll m.m. Jordbruken framställer i första hand livsmedel och andra produkter (t.ex. salix som kan användas vid energiframställning) som är viktiga för samhället. De ger arbetstillfällen men också naturvärden i form av öppna landskap.

Det finns idag 700 000 fastigheter med enskilda avlopp i landet, varav drygt 300 000 inte klarar lagens krav på rening. Att installera enskilt avlopp kan medföra en stor kostnad för en enskild fastighetsägare. I allmänhet ligger kostnaden mellan 70 000-100 000 kr men därtill kommer driftskostnader.⁴⁹

7.2 INDIREKTA DRIVKRAFTER

Demografisk och ekonomisk utveckling: Befolkningsökningen, en ökad ekonomisk utveckling och handel driver på rationaliseringen inom jordbruket inte minst inom utvecklingsländerna. Detta gör att efterfrågan på fosfor ökar men det är omöjligt att idag ange hur länge fosforreserverna räcker. Urbaniseringen i Sverige gör att mer avlopp når reningsverken. Möjligheten för kommunala reningsverk att ytterligare sänka utsläppen från sina avlopp är beroende av många indirekta faktorer, t.ex. kommunernas budget och långsiktiga planering och konsumenternas (kommuninvånarnas) incitament att betala för ytterligare rening.

Det svenska jordbruket har genomgått en omfattande rationalisering men också anpassning till olika typer av miljökrav. Många jordbruk är idag enbart inriktade på växtodling och har inga djur. Jordbruk med djurhållning kan då avtala med växtodlingsgårdarna om att stallgödsel ska spridas på dessa marker. I Sverige har efterfrågan på livsmedel förändrats, bland annat importeras mer mat och vi äter mer kött än tidigare. Här kan livsmedelskedjorna och större livsmedelsdistributörer, både i Sverige och utomlands spela en väsentlig roll för att fånga upp konsumenters behov och önskemål men även genom att påverka konsumenterna.

Kulturellt

Förändring av tvättmedel, system för enskilt avlopp, sätt och tid att sprida gödsel kan påverka människors uppfattning och vad som är tryggt och normalt. Byte av produkter och tekniker kan vara tröga. Det kan även finnas ett motstånd att byta eftersom den enskilde konsumenten eller fastighetsägaren uppfattar att deras förändring är en droppe i havet och inte kommer att påverka övergödningen.

Hos vissa grupper av svenska konsumenter tycks det finnas en norm att man ska köpa svenska livsmedel. Likaså att varorna ska vara miljömärkta (t.ex. KRAV-märkta) och lokalt odlade. Denna trend kan medverka till en motvilja mot att äta livsmedel som producerats av grödor som odlats på åkermark där man spritt slam. Exempelvis får kommunalt avloppsslam inte spridas på KRAV-ansluten mark, eftersom man inte kan garantera att halterna av oönskade ämnen inte är för höga.

⁴⁹ Avloppsguiden, 2011.

Vetenskap och teknik

Ny teknik driver fram nya system för avloppslösningar där målsättningen är att öka fosfors möjlighet att återgå i ett kretslopp. Teknikutvecklingen medverkar även till nya rengöringsmedel och att det finns krav på fosfatfria medel i andra länder kan underlätta möjligheten att distribuera dessa produkter även i Sverige.

En indirekt men avgörande faktor är det historiska utsläppet av fosfor som idag är fastlagt i sediment och såsom beskrivits i avsnitt 1 medverkar till att gynna cyanobakteriernas kvävefixeringen och därigenom förvärra risken för syrefria bottenar och ytterligare övergödning.

8. FAKTORER SOM NU HINDRAR HÖG FOSFORBELASTNING AV HAVEN

8.1 REGLERING PÅ INTERNATIONELL OCH EU NIVÅ

Övergödningen och för hög mänsklig tillförsel av fosfor hanteras inom EU och olika internationella konventioner, bland annat Östersjökonventionen (även kallad Helsingforskonventionen) och Oslo-Pariskonventionen (OSPAR) som omfattar nordöstra Atlanten och Nordsjön. Målet med Östersjökonventionen är att återställa Östersjöns ekologiska balans och många beslut har tagits av de anslutna staterna och den för konventionen gemensamma Helsingforskommissionen (HELCOM), i syfte att minska utsläppen av fosfor och hejda övergödningen. År 2007 beslutade parterna om en åtgärdsplan (Baltic Sea Action Plan) i vilken staterna åtar sig att vidta åtgärder så att en god ekologisk status uppnås i Östersjön, senast år 2021. Av denna plan framgår att den årliga fosfortillförseln till Östersjön måste minska med 15 000 ton.

EU har agerat genom flera lagstiftningsinitiativ och strategier som berör övergödningsfrågan och flera rättsakter syftar direkt till att minska fosfortillförseln, t.ex. avloppsvattendirektivet (91/271/EEG), vattendirektivet (60/2000/EG), havsmiljödirektivet (2008/56/EG), detergentförordningen (648/2004) och slamdirektivet (86/278/EEG). Både vattendirektivet och havsmiljödirektivet ställer krav på att medlemsstaterna ska vidta sådana åtgärder att vatten och haven inom unionen uppnår en god status. I detta krav ingår att minska tillförseln av fosfor i sådan utsträckning att övergödning hindras. Enligt avloppsdirektivet ska områden som är känsliga för utsläpp från

tätbebyggelse utpekats i syfte att fastställa särskilda krav på rening. Sverige har bedömt att samtliga tätorter behöver rena sitt avloppsvatten från fosfor.

Tvätt- och rengöringsmedel omfattas sedan 2005 av EU:s detergentförordningen vars syfte är att minska miljöriskerna med tvätt- och rengöringsmedel och förbättra informationen om medlens innehåll till konsumenter. Detergentförordningen ställer bland annat krav på information av olika slag (innehåll, dosering etc.).

Just nu (våren 2012) pågår diskussioner inom EU hur jordbrukspolitiken bör utformas för perioden 2014-2020. EU:s jordbrukspolitik har stor inverkan på staternas agerande inom området, bl.a. genom olika former av stödssystem. Det kan förväntas att gårdsstöden kommer att förändras och att tydligare krav ställs på åtgärder för att hantera olika miljöproblem, inte minst sådana som relaterar till den marina miljön. Även EU:s fiskeripolitik är under reformering och på samma sätt där är intentionen att sätta miljöintressena högre upp och att regleringen av fisket ska ses utifrån ett generellt ekosystemperspektiv.

8.2 REGLERING NATIONELLT

Miljölagstiftningen generellt syftar till att minimera verksameters och ämnens negativa påverkan på människors hälsa och miljön. Miljöbalkens allmänna hänsynsregler utgör grunden för att ställa krav på försiktighetsmått eller att förbjuda verksamhet som exempelvis medverkar till utsläpp eller markläckage av fosfor. Dessa krav genomdrivs genom tillståndsprövningar och tillsynsåtgärder. Därigenom kan specifika krav ställas på individuella verksamheter. Det finns också grund i miljöbalken och annan lagstiftning för att meddela generella föreskrifter för verksamheter som medverkar till utsläpp av fosfor. Dessutom finns det specifik reglering som ligger utanför miljöbalken som syftar till att minska fosforutsläppen. Alla som bedriver verksamhet som påverkar miljön ansvarar för att bekosta nödvändiga försiktighetsmått. Detta gäller även jordbruk så länge det inte är fråga om att hindra verksamheten i syfte att direkt skydda naturmiljön, t.ex. som ett naturreservat.

Verksamhetsutövare är skyldiga att själva kontrollera att verksamheten uppfyller gällande bestämmelser. För detta behövs kunskap om verksamhetens effekter men också om omgivningen och sambanden mellan en verksamhet och effekter i miljön. För jordbrukare är det t.ex. viktigt att ha kunskap om jordartsförhållanden och tidigare gödsling för att kunna nå balans i gödslingen.

Det har visat sig att vissa åtgärder som har vidtagits för att minska läckaget av fosfor inte har fått avsett resultat. Anläggande av dammar för fosforavskiljning

har exempelvis visat sig vara en åtgärd med låg effekt och dyr i förhållande till hur mycket fosfor som avskiljs och inte når Östersjön.⁵⁰

Nedan ges en överblick över några av de åtgärder som framförallt lagstiftare och myndigheter vidtagit för att hindra läckage och utsläpp av fosfor.

⁵⁰ Karltorp, 2011.

8.2.1. Krav på åtgärder inom jordbruket

Växtodling är generellt sett inte tillståndspliktig verksamhet enligt miljöbalken. Djurhållning över en viss nivå är dock antingen tillstånds- eller anmälningspliktig. Även i de fall verksamheten inte kräver tillstånd gäller miljöbalkens allmänna hänsynskrav, t.ex. att vidta försiktighetsmått, använda bästa möjliga teknik samt lokalisera verksamheten på ett sådant sätt att påverkan på miljön minimeras. Det gäller exempelvis att förbättra precisionen för gödslingen alltefter de variationer som åkermarken uppvisar och att reducerad jordbearbetning med bättre teknikutvecklade redskap. Ska dessa krav genomdrivas krävs att en tillsynsmyndighet (vanligen den kommunala miljöförvaltningen) aktivt går in och ställer krav. Tillsyn över jordbruk sker dock ofta genom rådgivning, eftersom en minskad påverkan på miljön vanligen är direkt kopplad till minskade kostnader, t.ex. för spridning av handelsgödsel. Åtgärderna behöver vanligen också anpassas till specifika omständigheter som lantbrukaren själv har bäst kunskap om.

Krav på lagring och spridning av gödsel och höst- och vinterbevuxen mark

Det finns en rad regler som syftar till att minska förlusterna av bl.a. fosfor från jordbruket.⁵¹ Det finns bl.a. krav på behållare för lagring av stallgödsel som är relaterade till hur många djur som finns samt hur stora spridningsarealer lantbrukaren har tillgång till antingen på den egna marken eller genom avtal med andra lantbrukare i omgivningen. Likaså finns det regler för när och hur gödsel får spridas samt att mark ska vara bevuxen under höst- och vinter så att grödan tar upp växtnäringen och hindrar den från att läcka ut i vattendragen. Reglerna är generella men gäller olika för olika delar av landet och uppfyllandet av dessa är ett krav för att få olika former av stöd.

Ersättning

Det finns en rad finansiella stöd som jordbrukare kan söka och som syftar till att främja åtgärder som medverkar till mindre läckage av näringsämnen. Bland annat är det möjligt att få miljöersättning om du odlar fånggrödor eller om lantbrukaren plöjer en åker på våren i stället för på hösten. Jorden ligger därmed inte bar under vintern och erosionen dämpas av växtligheten. För att minska vattenföringen på ytan och motverkar växtnäringsförluster till vattendragen finns det också ett stöd för skyddszoner som anläggs längs vattendrag.

Från och med 2012 går det inte längre att söka nytt åtagande för skyddszoner men däremot att förlänga tidigare åtaganden. Det finns även möjlighet att få

⁵¹ Förutom i miljöbalken återfinns dessa regler i förordningen (1998:815) om miljöhänsyn i jordbruket, i Jordbruksverkets föreskrifter (2004:62) om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring samt i Jordbruksverkets föreskrifter (1999:119) om natur- och kulturvården i jordbruket.

ersättning för anläggande och restaurering av våtmarker då dessa kan bromsa upp vattenflödena från åkermarken till vattendrag och sjöar och därmed reducera tillförseln av både kväve och fosfor. Konstruerade våtmarker, obearbetade zoner vid vattendrag och minskad jordbearbetning av åkermarken beräknas ha minskat kväveläckaget med ca 490 ton och fosforläckaget med ca 9 ton per år mellan åren 1995-2006.⁵²

Avgift på gödselmedel

1984 infördes en avgift på gödselmedel men avseende på fosforinnehåll men denna avskaffades 1994. Istället infördes då en kadmiumavgift på fosforgödselmedel. Det har sedan dess förekommit diskussioner att återinföra någon form av sådan avgift.⁵³

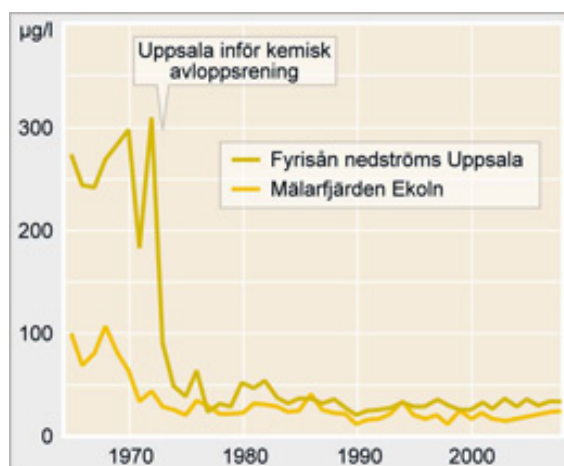
8.2.2 Minskade utsläpp från reningsverk

Utsläppen från de kommunala reningsverken har under de senaste 40 åren minskat drastiskt (figur 13 visar ett exempel). Redan på 1940-talet infördes regler i vattenlagen om utsläpp av avloppsvatten och vissa industrier belades med tillståndsplikt. Miljöskyddslagens (1969) krav på användning av bästa tillgängliga teknik medförde att myndigheter framförallt genom tillståndsprövning kunde ställa direkta krav på olika former av försiktighetsmått, vilket i sig ledde till en teknikutveckling. Reningsverken måste vanligen ha tillstånd för sin verksamhet och genom dessa ställs allt högre krav på fosforrening.⁵⁴ Ökade krav driver på teknikutvecklingen samtidigt som ytterligare krav inte kan ställas utan att det finns tillgänglig teknik. Nyligen har doseringen av fällningskemikalier i vissa reningsverk som belastar egentliga Östersjön ökat och därigenom beräknas fosforbelastningen minskas med ca 15 ton.

⁵² Naturvårdsverket, 2009.

⁵³ SOU 2003:9.

⁵⁴ Enligt förordningen (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd måste avloppsanläggningar med anslutning av fler än 2000 personer och som tar emot avlopp med en föroreningsmängd motsvarande 2000 personekvivalenter ha tillstånd. Anläggningar som är dimensionerade för mer än 200 personekvivalenter måste anmälas före verksamheten startas.



Figur 13. Fosfathalten i Fyrisån minskade märkbart när Uppsala införde kemisk rening av avloppsvattnet 1973. Reningen påverkade även Ekoln, där Fyrisån mynnar ut. Källa: Bernes & Lundgren, 2009.

8.2.3 Enskilda avlopp

Fastighetsägare med enskilda avlopp kan också behöva söka tillstånd (alternativt anmäla) innan en avloppsanläggning byggs och ansvarar också för att anläggningen sköts och underhålls. Tillsynsmyndigheterna övervakar att dessa krav uppfylls.

Men som framkommit ovan uppfyller en stor andel av de enskilda avloppen inte miljöbalkens krav och det finns en stor potential att nå stora minskningar av fosforbelastningen genom att åtgärda dessa brister. Möjligheten till skattereduktion, s.k. ROT-avdrag för privata hushålls reparations- och ombyggnadsarbeten ska inkludera även enskilda avlopp, något som kan komma att snabba på utbyggnaden av enskilda avloppsanläggningar.

8.2.4 Förbud mot fosfater i tvätt- och rengöringsmedel

Användningen av fosfater i olika former av tvätt- och rengöringsmedel har kontinuerligt begränsats. I Sverige är det sedan 2008 förbjudet att sälja och överlåta *textiltvättmedel* som innehåller fosfater till konsumenterna för enskilt bruk. Den totala fosforhalten i textiltvättmedel som innehåller fosfater får inte överstiga 0,2 procent.

Från och med den 1 juli 2011 begränsas innehållet av fosfater i *maskindiskmedel*, vilket beräknas medföra att utsläppen av fosfor minskar med 20 ton/år. Det kommer inte att vara tillåtet att sälja eller överlåta fosfatinnehållande maskindiskmedel till konsumenterna om den totala fosforhalten överstiger 0,5 procent. Detta beslutades av regeringen i mars 2010. Maskindiskmedel som har tillverkats före den 1 juli 2011 får trots

förbudet saluhållas och överlåtas till och med den 31 december 2011.⁵⁵ Att bryta mot dessa förbud är straffbart enligt 29 kap. 3 § p 2 miljöbalken.

Sverige har också åtagit sig att agera inom EU och HELCOM för att samtliga EU-länder och Ryssland inför restriktioner för fosfatinnehåll i tvätt- och rengöringsmedel. Under 2011 pågår förhandlingar om nya regler i detergentförordningen. Det som framför allt diskuteras är att införa begränsningar för fosforföreningar i textiltvättmedel och maskindiskmedel för konsumentbruk, i syfte att minska övergödningen bland annat av Östersjön. Med sådana förändringar skulle EU följa efter Sveriges regler om fosfater i tvätt- och diskmedel.⁵⁶

8.3 BIDRAG OCH SUBVENTIONER

Förutom stöden till jordbruket har regeringen avsatt 120 miljoner kronor per år för bidrag till lokala vattenvårdssatsningar, "LOVA". Stödet ska användas till åtgärder som bidrar till minskade mängder av fosfor och kväve, och syftar till att stimulera kreativa och kostnadseffektiva initiativ på lokal nivå. Bidraget får ges till kommuner och ideella organisationer och omfatta högst 50 procent av kostnaden. Under 2009-2010 getts för ett 280 konkreta insatser som åtgärdande av enskilda avlopp, anläggning av våtmarker och dammar, tömningsstationer för båttoaletter, åtgärder för minskat läckage från jordbruksmark och musselodlingar.

8.4 RÅDGIVNING OCH ANDRA AKTIVITETER

I samtliga branscher med utsläpp av fosfor har det skett en teknikutveckling där forskare, branschföreträdare, representanter för enskilda verksamhetsutövare och myndigheter har medverkat. För industri och reningsverk har det handlat om teknik för fosforrening, för producenter av enskilda avloppsanläggningar om förbättrad reningsteknik och för producenter av rengöringsmedel om utveckling av fosfatfria alternativ.

I Sverige har Lantbrukarnas Riksförbund (LRF) och hushållningssällskapen på olika sätt agerat för att framförallt genom rådgivning få tillstånd förändrad hantering av gödsel på gårdarna. Informationsprojektet "Greppa näringen" startades av LRF våren 2001 som ett stöd för lantbrukare att uppfylla statens miljökvalitetsmål om övergödning. samarbete mellan Jordbruksverket, Lantbrukarnas riksförbund, länsstyrelserna och ett stort antal företag i lantbruksbranschen. Projektet startade i Skåne, Halland och Blekinge, men finns nu i hela södra och mellersta Sverige. Det innebär kostnadsfri rådgivning

⁵⁵ Förordning (1998:944) om förbud m.m. i vissa fall i samband med hantering, införsel och utförsel av kemiska produkter.

⁵⁶ Kemikalieinspektionen, Tvätt och rengöringsmedel.

på gårdsnivå med råd om hur jordbrukaren ska utnyttja gårdens resurser. Hittills har ca 30 000 gårdsbesök genomförts. Åtgärderna och råden följs upp under flera år och jordbrukaren får miljönyckeltal för sina gårdar som används till att förbättra verksamheten. Växtnäringsläckaget beräknas årligen ha minskat med 12 % för kvävet del och 7 % för fosfor del sedan 1995.⁵⁷

Sedan 2006 finns även ett projekt "Greppa Fosfor" som syftar till att utveckla arbetssätt för att minska fosforförlusterna från jordbruket, t.ex. genom ändrade fosforgivor, rekommenderade tider för spridning av gödsel, samt anläggandet av skyddszoner och våtmarker. Projektet Greppa fosfor, redovisar i sin delrapport från 2006 – 2009 att jordbrukarnas åtgärder hittills för att minska fosforläckaget består i att minska sina handelsgödselinköp, men att man avvaktat med större insatser t.ex. täckdikning.⁵⁸ Många av åtgärderna t.ex. anläggning av våtmarker, släntning av dikeskanter eller anläggning av dammar som samlar fosfor väcker många juridiska, ekonomiska och hydrotekniska frågor som måste utredas. Man pekar i delrapporten på att fosforförlusterna från åkermarken till stor del sker vid enstaka tillfällen, t.ex. vid kraftig vattenföring i samband med slagregn.

Inom ramen för EU:s Östersjöregionstrategi pågår nu två stora projekt med bondeorganisationerna som initiativtagare. Det ena – Baltic Deal – är en satsning på att höja kompetensen inom lantbruksrådgivning runt Östersjön särskilt avseende nyttjandet av handelsgödsel och stallgödsel på gårdar, men även andra åtgärder som syftar till minskat läckage av växtnäring. Det andra projektet – Baltic Manure – syftar till omvandla stallgödselproblem till möjligheter för gården, exempelvis genom produktion av biogas.⁵⁹

9. VAD ÄR DE VIKTIGASTE OSÄKERHETERNA SOM HINDRAR BESLUTFATTANDET ANGÅENDE MARINA EKOSYSTEM?

För att fatta ändamålsenliga beslut om åtgärder för att hantera den alltför höga tillförseln av fosfor till havet och övergödningsproblematiken generellt finns det naturligtvis behov av ett fullständigt och korrekt beslutsunderlag. Att satsa på "fel" eller otillräckliga åtgärder kan både vara oerhört kostsamt samt skjuta upp åtgärdandet av problemen. Samtidigt är det inte möjligt att ha all

⁵⁷ Miljödepartementet, 2010.

⁵⁸ Jordbruksverket, 2010b.

⁵⁹ Hoffman och Langaas, 2011.

kunskap innan beslut tas – dels för att den inte går att få fram, dels för att det inte alltid är nödvändig kunskap.

Osäkerheter som under arbetet med den här studien framkommit som särskilt problematiska rör:

1. vad som påverkar fosfor från utsläppet eller läckaget till det når havet,
2. sambanden mellan åtgärder och effekter i miljön, t.ex. och
3. de indirekta drivkrafterna som påverkar aktiviteter som medför tillförsel av fosfor.

Det saknas inför många beslut underlag för att kunna konstatera föreslagna åtgärders tillförlitlighet eller strategier för att testa detta.⁶⁰ Väsentligt för att förstå de indirekta drivkrafternas påverkan skulle vara kunskap om olika livsmedels fosforpåverkan utifrån ett livscykelperspektiv. Vad är den totala påverkan avseende fosfor vid konsumtion av en köttbit, en bit bröd, potatis etc.? Överhuvudtaget finns det mycket stora brister vad gäller underlag om indirekta drivkrafter och hur dessa påverkar aktiviteter. Såsom påpekas i huvudrapporten finns det behov att välja ett antal indikatorer för människors handlande för att därigenom kunna följa samhällsutvecklingen och dess förhållande till havsmiljöproblem.

Åtgärder inom jordbruket som medfört stora minskningar av kväveläckaget har inte alls haft samma effekt på läckaget av fosfor. Likaså har de relativt stora minskningar av fosforutsläppen som skett i avloppsreningsverk, industrier och inom jordbruket inte medfört motsvarande minskningar vid flodmynningarna. Det finns därför behov av att veta mer om fosfors väg från åkermarken till havet.⁶¹

⁶⁰ Ulén m.fl., 2008.

⁶¹ Langaas och Hoffman 2011.

REFERENSER

Avloppsguiden och Kunskapscentrum Små Avlopp. 2011. Marknadsöversikt - Produkter för enskilt avlopp. Broschyr.

Bernes, C. Och Lundgren, L. J. 2009. Bruk och missbruk av naturens resurser, Monitor 21. En svensk miljöhistoria. Naturvårdsverket.

Blomqvist, S och Gunnars, A (2006). Fosforproblemet – en kvävefråga. Havsutskikt nr 1/2006.
<http://www.havet.nu/dokument/HU20061fosforkvave.pdf>

Conley D.J., Humborg C., Rahm L., Savchuk O.P. & Wulff F. 2002. Hypoxia in the Baltic Sea and basin-scale changes in phosphorus biogeochemistry. *Env. Sci Technol.* 36, pp5315-5320.

Cordell, D. & Rosemarin, A. 2011. Det behövs en global fosforkonvention. I Återvinna fosfor – hur bråttom är det? Formas Fokuserar.

Cordell D., Drangert JO. & White S. 2009. The story of phosphorus: Global food security and food for thought. *Global Environmental Change*. 19 (2009) 292-305.

Ejhed, H. m.fl. 2011. Beräkning av kväve- och fosforbelastning på vatten och hav för uppföljning av miljökvalitetsmålet "Ingen övergödning". SMED Rapport Nr 56. 2011.

Ek, M. n.fl. 2011. Teknikenkät – enskilda avlopp 2009. SMED Rapport Nr 44, 2011.

Havsmiljöinstitutet. Hantering av växtnäringsämnen.
www.havsmiljoinstitutet.se (Hämtad 2012-02-27)

Havsmiljöinstitutet. Minskar övergödningen? www.havsmiljoinstitutet.se (Hämtad 2012-02-27)

HELCOM. 2005. Nutrient Pollution to the Baltic Sea in 2000. *Baltic Sea Environment Proceedings* No. 100.

HELCOM. 2007. Baltic Sea Action Plan. HELCOM Ministerial Meeting, Krakow, Poland, 15 November 2007.

HELCOM. 2010. Ecosystem Health of the Baltic Sea, HELCOM Initial Holistic Assessment. Baltic Sea Environment Proceedings No. 122.

Hoffman, M och Langaas, S. 2011. Vår föda – havets börda?
<http://www.havet.nu/dokument/HU20111matproduktion.pdf>

Jasinski S.M. 2006. Phosphate rock, Statistics and information. US Geological Survey

Jordbruksverket 2010a. Minskade växtnäringsförluster och växthusgasutsläpp till 2016 – förslag till handlingsprogram för jordbruket. Rapport 2010:10

Jordbruksverket, 2010b. Åtgärder mot fosforförluster från jordbruksmark – möjligheter och hinder i praktiken. Delrapport 1 från projektet Greppa Fosfor, 2006 – 2009. Rapport 2010:35.

Karltorp, G. 2011. Åtgärder inom jordbruket för att minska fosforläckaget till Östersjön. Havsmiljöinstitutet. PM.

Kemikalieinspektionen. 2010. Nationell reglering av fosfor i tvättmedel och maskindiskmedel för enskilt bruk. Förutsättningar och konsekvenser. KEMI Rapport Nr 4/10, sid. 20.

Kemikalieinspektionen, Tvätt och rengöringsmedel.
<http://www.kemi.se/sv/Innehall/Fragor-i-fokus/Tvatt--och-rengoringsmedel/> (Hämtad 2012-02-27)

Livsmedelsverket. Fosfor. <http://www.slv.se/sv/grupp1/Mat-och-naring/Vad-innehaller-maten/Salt--mineraler/Fosfor-/> (Hämtad 2012-02-27)

Livsmedelsverket. Cyanobakterier – fördjupning.
<http://www.slv.se/sv/grupp1/Risker-med-mat/Cyanobakterier-bla-grona-alger-och-deras-gifter/Cyanobakterier-bla-grona-alger-/>. (Hämtad 2012-02-27)

Miljödepartementet, 2010. Förslag till åtgärdsplan för genomförandet av Helcoms aktionsplan för Östersjön.

Naturvårdsverket & SCB. 2008. Sveriges officiella statistik, Statistiska meddelanden. Utsläpp till vatten och slamproduktion. Kommunala reningsverk, skogsindustri och viss övrig industri. MI 22 SM 1001.
<http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Verksamheter-med-miljopaverkan/Avlopp/Siffror-om-avloppsvattenrening/> (Hämtad 2012-02-27).

Naturvårdsverket. Siffror om avloppsvattenrening.
<http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Verksamheter-med-miljopaverkan/Avlopp/Siffror-om-avloppsvattenrening/> (Hämtad 2012-02-27).

Naturvårdsverket. 2008. Rening av avloppsvatten i Sverige 2008. Broshyr.
www.naturvardsverket.se/bokhandeln. (Hämtad 2012-02-27)

Naturvårdsverket. 2009. Näringsbelastning på Östersjön och Västerhavet. En sammanställning av beräkningar mellan åren 1985 – 2006. Rapport 5965.

Naturvårdsverket. Utsläpp av fosfor till havet.
<http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Statistik/Officiell-statistik/Statistik-efter-amne/Utslapp-till-vatten/Utslapp-av-fosfor-till-havet/> (Hämtad 2012-02-27)

SCB. 2011. Jordbruksstatistisk årsbok 2011 med data om livsmedel.

Steen I. 2000. Phosphorus availability in the 21st century. Management of a non-renewable resource. Phosphorus & Potassium No 217.

Steen I. 2009. Fosfor – resurser, tillgång, kvalitet. PM.

Söderhäll, I. 2011. Livsviktigt ämne med risk för brist. I Återvinna fosfor – hur bråttom är det? Formas fokuserar.

Ulén B., Aronsson H. & Bergström L., 2008. Åtgärds katalog för minskade fosfor- och kväveförluster från jordbruk till vatten. SLU, Institutionen för mark och miljö, Uppsala.

SOU – Statens offentliga utredningar (2003). Skatt på handelsgödsel och bekämpningsmedel? Betänkande av HOBS-utredningen. SOU 2003:9. Endast en förhandsvisning finns på nätet.

Tidåker, P. 2011. Kretsloppet i jordbruket kan förbättras. I Återvinna fosfor – hur bråttom är det. Formas Fokuserar.

Thumlin, S. 2012. Belastning historiskt på Ryaverket och prognos för framtiden. Gryaabrapport 2012:1.



Havsmiljöinstitutet

Umeå universitet · Stockholms universitet
Göteborgs universitet · Linnéuniversitetet