Människan, näringen och havet

RAPPORT 1/2017

Östersjöcentrum

Stockholms universitet

Innehåll

3 Sammanfattning

4 Östersjön – det känsliga innanhavet

4 Människan påverkar

5 Näring belastar havet

6 Avlopp – minskande fosforproblem

7 Omfattande jordbruk

7 Fosfor ackumuleras

8 Gödsling på gott och ont

10 Djurhållning kräver helhetssyn

10 Det börjar med foder...

11 ...och slutar med gödsel

11 Transporten ett problem

12 Gårdarna stora och specialiserade

13 Krävande animalieproduktion

13 Åtgärdsarbete kräver tålamod

14 Påskyndande komplement

14 Storskaliga lösningar kräver samarbete

15 Åtgärder lönar sig

15 Ingen återvändo

16 Hundra år som förändrat Östersjön

22 Referenser

Författare: Kristina Viklund

Omslagsfoto: Mikael Axelsson/Azote

Kartor: Erik Smedberg

Figurer: Michelle McCrackin och Kristina Viklund

Faktagranskning: Annika Svanbäck, Lena Viktorsson och Gun Rudqvist

Layout och orginal: Ulrika Brenner

Design: Blomquist & Co

Tryck: AJ E-print AB 2017

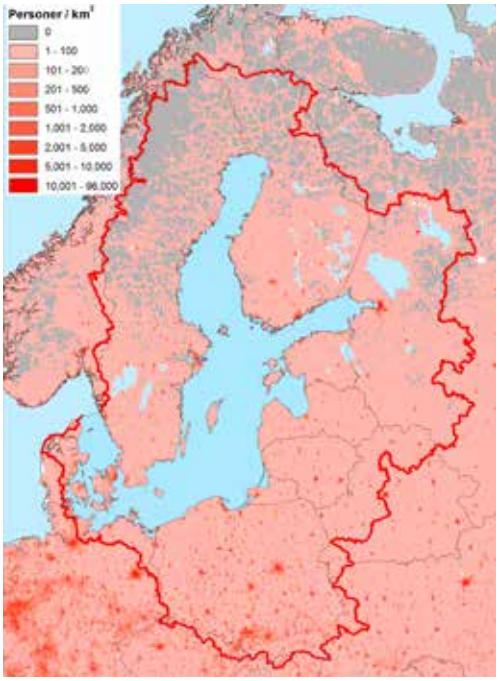
Sammanfattning

Näringstillförseln till Östersjön ökade under 1900-talet, framförallt från 1950-talet och till 1990-talet. Detta ledde till ökande problem med övergödning i havet. Problemet uppmärksammades ordentligt under 1970-talet, och en omfattande och systematisk övervakning av havsmiljöns tillstånd initierades. Åtgärder sattes in, från början främst med fokus på punktutsläpp från avlopp och industrier. Detta minskade belastningen av både fosfor och kväve. Under senare tid har åtgärder även satts in för de mer svårhanterliga diffusa utsläppen, som till övervägande del härrör från jordbruket. Östersjöns speciella förhållanden gör dock att förbättringen tar tid, och det är först de senaste åren som ekosystemet börjat visa tecken på återhämtning.

Kostnader för åtgärder är höga, och frågan är om det ens finns förutsättningar att nå de högt uppsatta målen. Var ska åtgärder sättas in, vad finns att göra, och vem ska göra det? Och samtidigt – vad kostar det att inte förbättra situationen, i termer av minskad fiskproduktion, minskade intäkter av turism i havsbandet och ett förändrat ekosystem? Problemet är komplext, och för att komma till rätta med det krävs samarbete mellan nio vitt skilda länder, som alla är med och påverkar miljötillståndet i det gemensamma havet Östersjön.

Östersjön – det känsliga innanhavet

Östersjön är ett innanhav som omges av nio länder. Avrinningsområdet är tätbefolkat, åtminstone de södra och östra delarna. Det bor totalt cirka 85 miljoner människor i området, varav hälften i Polen. Vattenutbytet mellan Östersjön och Nordsjön är begränsat av grunda trösklar och smala passager, och av samma skäl är även utbytet av vatten mellan olika delar inom Östersjön begränsat. Det tar hela 30 år för vattnet att bytas ut, vilket innebär att såväl näring som föroreningar stannar kvar i ekosystemet under en lång tid. Dessutom har Östersjöns vatten mer eller mindre uttalade gränsskikt för såväl salthalt som temperatur. Skiktningen försvårar omblandningen av vattnet i djupled, vilket bidrar till att syrebrist uppstår vid bottnarna. Allt detta gör Östersjön extra känsligt för näringsbelastning. Idag är i stort sett hela Östersjön klassat som övergött [1].



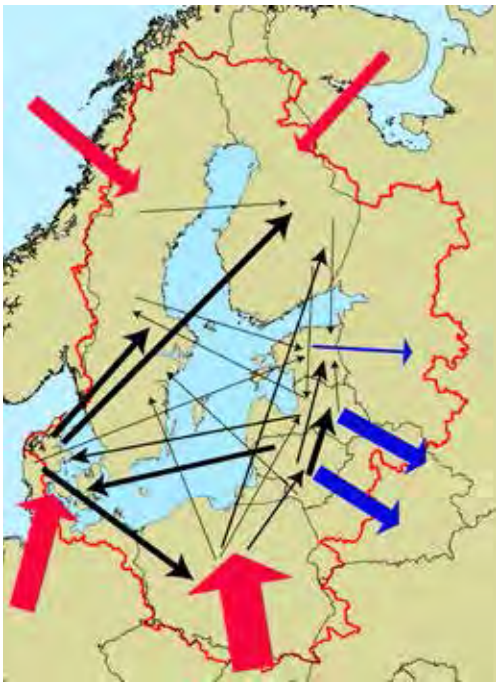
Östersjöns avrinningsområde är tätbefolkat, speciellt de södra och östra delarna. Hälften av de cirka 85 miljoner människorna bor i Polen. Kartan producerad med data från HYDE (2011).

Människan påverkar

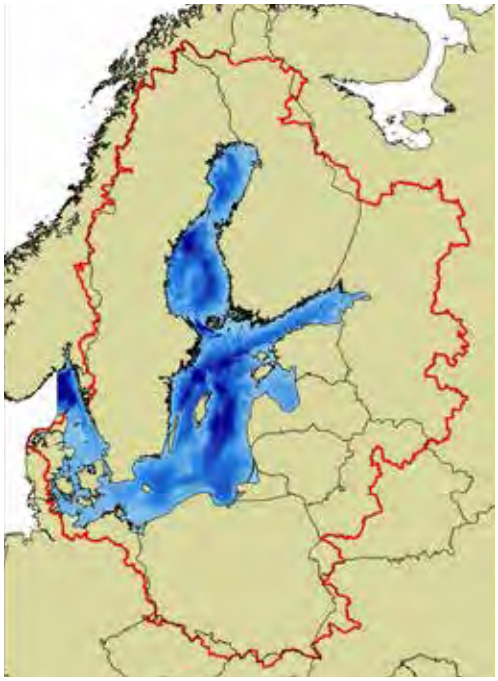
Vad är då källan till all denna näring? En del utgörs av den naturliga bakgrundsbelastningen, det vill säga näring som även utan mänsklig aktivitet förs från land till sjöar och hav. Den större delen av näringen härrör dock från mänsklig aktivitet i någon form. I samband med att människan lever och äter flödar näringsämnena, flyttas mellan områden, omvandlas till olika former, och hamnar ibland i höga koncentrationer på ställen där de kan orsaka förändringar i ekosystemet.

Människan har alltid påverkat de områden hon levt i, och denna påverkan är på olika sätt kopplad till vad vi äter. I ena ändan ska vår mat produceras och distribueras, i andra änden ska vårt avfall hanteras. Den fosfor som belastar haven i Europa har till största delen sitt ursprung i punktutsläpp från reningsverk och industrier, medan kvävebelastningen till övervägande del härrör från diffusa utsläpp från till exempel jordbruksverksamhet [2]. Framförallt fosfor, men även kväve, anrikas i havens bottensediment, vilket gör att dagens problem med övergödning till viss del är ett resultat av många års näringstillförsel från land[3].

Haven belastas av såväl direkta utsläpp från industrier och reningsverk som diffusa utsläpp från exempelvis jordbruk. Bilden är från containerhamnen i Gdynia, Polen.



I samband med att människan lever och äter flödar näringsämnen mellan olika områden. I ena ändan ska vår mat produceras och distribueras, och i andra ändan ska vårt avfall hanteras. Kartan visar det totala flödet av kväve mellan de olika länderna runt Östersjön (svarta pilar), och även import (röda pilar) och export (blå pilar) till och från Östersjöns avrinningsområde. Figurunderlag från FAOSTAT.

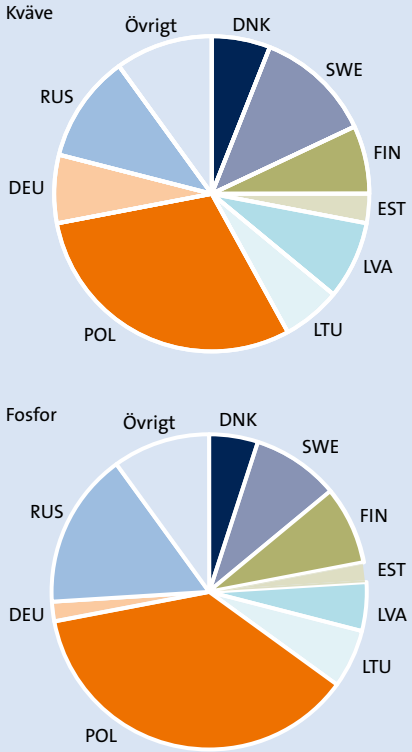


Östersjön består av djupa havsbassänger och grunda trösklar. Trösklarna förklarar den mycket begränsade vattenomsättningen. Kartan producerad med data från HELCOM (2015).

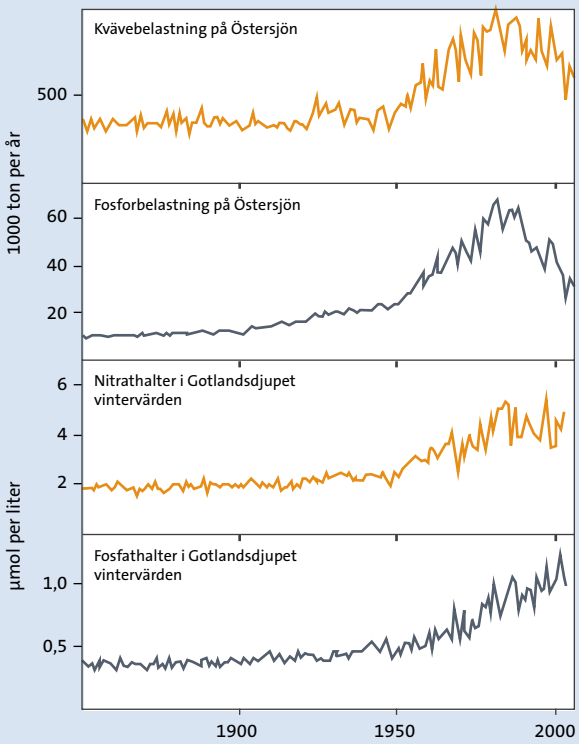
Näring belastar havet

De senaste 100 åren har den mängd kväve som Östersjön årligen tar emot mer än fördubblats, och mängden fosfor tredubblats[4]. Koncentrationerna av kväve och fosfor i älv- och flodvatten i Östersjöområdet har ökat under 1900-talet, med de allra högsta halterna under 1980- och 1990-talet [3, 5]. Sedan mitten på 1990-talet har belastningen minskat [3], som ett resultat av en rad olika åtgärder inom exempelvis avloppsrening, industri, skogsbruk och jordbruk. De för tillfället mest aktuella siffrorna visar att Östersjön år 2010 tog emot ungefär 980 000 ton kväve och 38 000 ton fosfor [6]. Den allra största delen, 758 000 ton kväve och 36 000 ton fosfor, kom via vattendragen och resten via atmosfären [6]. Oder och Vistula, som rinner genom Polen, står tillsammans för den största tillförseln av näring till Östersjön [5, 6].

Näringsbudgeten för Östersjön är komplicerad, och det finns inget enkelt samband mellan den mängd kväve och fosfor som belastar området och den negativa effekt i form av övergödning i havet som detta orsakar. Trots att näringsbelastningen har minskat de senaste trettio åren har detta ännu inte visat sig tydligt i minskande problem. En stor del av detta förklaras av den interna pool av näring som finns i havet, bundet i såväl organismer som i bottensediment [3]. Detta ger en tidsfördröjning när det gäller effekter av insatta åtgärder, som kräver tålamod och kan vara svår att hantera för havsmiljöförvaltningen.



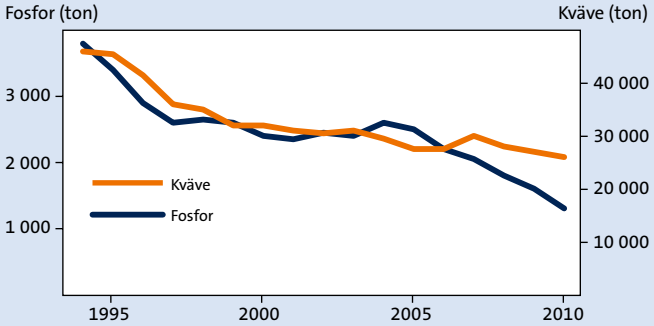
Under 2010 tog Östersjön emot totalt 977 000 ton kväve och 38 300 ton fosfor. Floderna Oder och Vistula, som rinner genom Polen, står för den enskilt största tillförseln av näring till Östersjön. Data från HELCOM (2015).



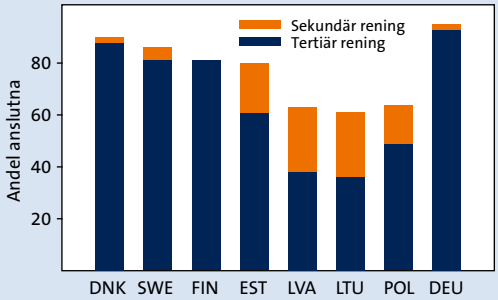
Belastningen av kväve och fosfor på Östersjön ökade markant från 1950-talet och fram till 1980-talet. En rad åtgärder gjorde att belastningen då minskade. Den minskade belastningen har dock ännu inte visat sig i motsvarande minskning i halterna i havsvattnet. Figurunderlag från HELCOM (2015).

Avlopp – minskande fosforproblem

Utsläpp från avlopp var tidigare en stor källa till näringsbelastning. Införandet av vattenklosetter i början på 1900-talet hade positiva effekter på människors hälsa, men ledde till stora punktutsläpp av fosfor i sjöar, vattendrag och hav. I takt med att reningsverk med effektiv fosforrening byggdes upp under 1970-talet minskade belastningen av fosfor från avlopp. Moderna reningsverk klarar idag av att ta hand om 98 procent av allt fosfor i avloppsvatten[7], och många länder runt Östersjön har infört effektiv avloppsrening [5, 8]. Det finns fortfarande möjligheter till förbättring i vissa regioner, både i städer och på landsbygden, men länderna runt Östersjön har kommit en god bit på väg när det gäller fosforutsläppen till våra hav. Tekniken finns dessutom för att komma ännu längre inom de regioner där reningen av avloppsvatten behöver förbättras. Andelen av näringstillförseln som kommer från avlopp har minskat men påverkar fortfarande övergödningen.



Utsläpp från avlopp var tidigare en stor källa till näringsbelastning, men i takt med att reningsverken byggs upp och utvecklas minskar problemet. Det visar sig i en minskad belastning av såväl fosfor som kväve från reningsverken. Data från HELCOM (2015).



Många länder runt Östersjön har byggt upp en effektiv avloppsrening, men det finns fortfarande möjligheter till förbättringar i vissa regioner. Diagrammet visar andel anslutna till reningsverk med sekundär rening, med reningsgrad mellan 30 och 40 procent, och tertiär rening, som tar hand om över 80 procent av fosforn och över 70 procent av kvävet i avloppsvattnet. Data från Dahlgren et al (2015).

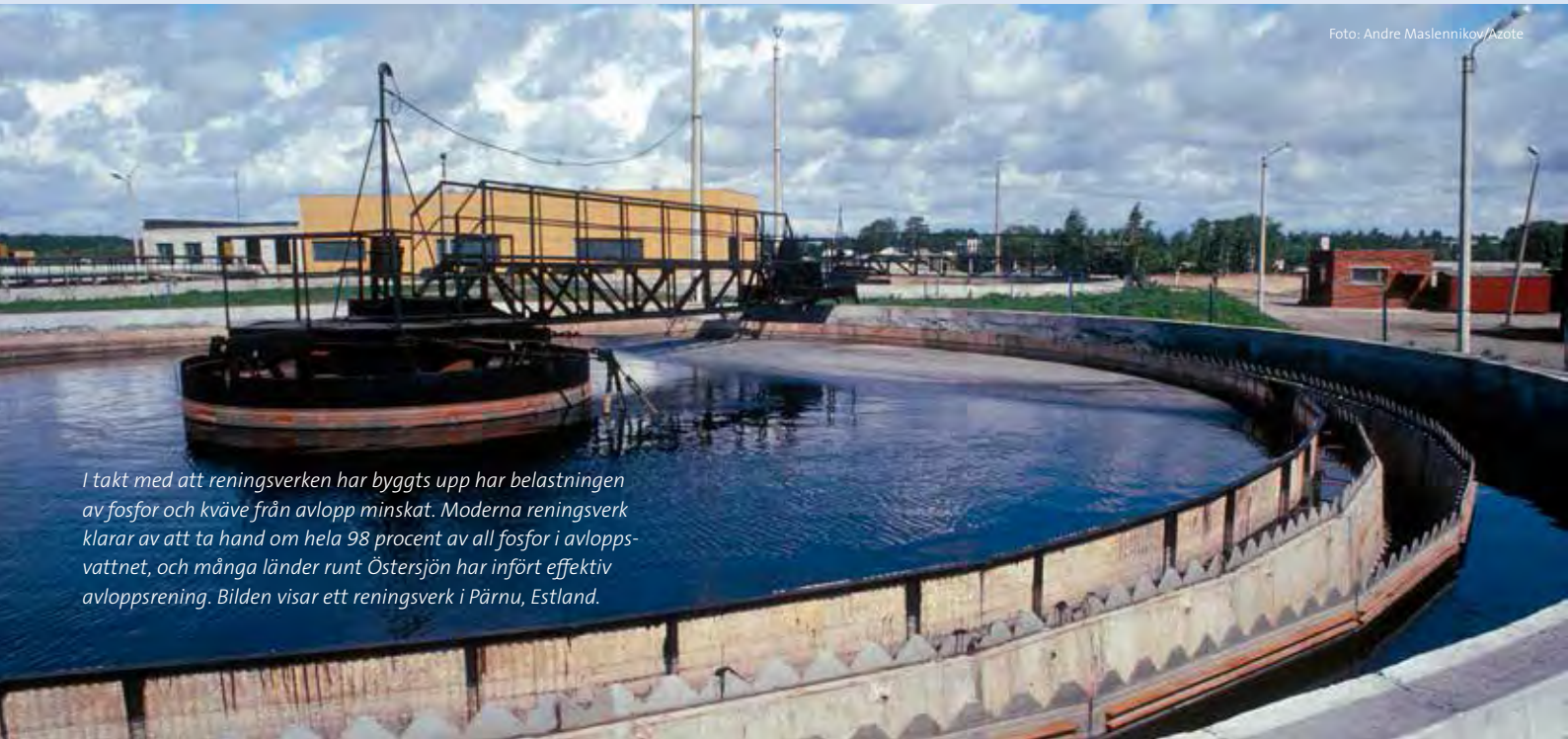
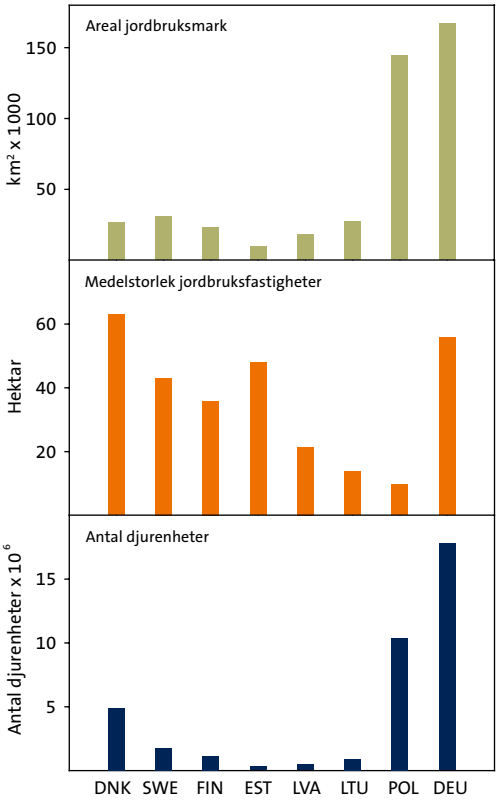


Foto: Andre Maslennikov/Azote

I takt med att reningsverken har byggts upp har belastningen av fosfor och kväve från avlopp minskat. Moderna reningsverk klarar av att ta hand om hela 98 procent av all fosfor i avloppsvattnet, och många länder runt Östersjön har infört effektiv avloppsrening. Bilden visar ett reningsverk i Pärnu, Estland.

Jordbruket runt Östersjön orsakar läckage av kväve och fosfor till omgivande mark, luft och vatten. Läckaget är som allra störst i de södra delarna av området, där också jordbruket är omfattande. Data från RECOCA, Baltic Nest Institute.



Det finns stora skillnader mellan länderna kring Östersjön när det gäller jordbruksverksamheten. Djurproduktionen anges här i antal djurenheter. En djurenhet kan vara en mjölkko, tio slaktsvin eller 100 värphöns. Data från Tyskland gäller hela landet, inte bara den del som avvattnar till Östersjön. Data från EUROSTAT.

Omfattande jordbruk

Nu riktas vårt fokus alltmer mot de diffusa utsläppen som sker som ett resultat av vår produktion av mat. Det omfattande jordbruket i Östersjöns avrinningsområde orsakar på olika sätt läckage av kväve och fosfor till omgivande mark, luft och vatten. Denna typ av utsläpp är ofta svårare att hantera än punktutsläpp från avlopp och industrier. Nästan all matproduktion härrör från jordbruk i någon form, och det är en utmaning att föda en växande befolkning. Kraven ökar på att använda jordbruksmarken på ett effektivt men samtidigt hållbart sätt [9]. Globalt sett upptar jordbruket redan ungefär 40 procent av landytan. Även för EU-länderna ligger genomsnittet på ungefär 40 procent.

Det finns mycket stora skillnader mellan länderna i hur utvecklad och omfattande jordbruksverksamheten är, hur stor tonvikt mot djurproduktion som landet har, hur miljöfrågor hanteras politiskt, hur stor befolkningen är per ytenhet, vilka åtgärder som sätts in för att minska läckage av näring till kringliggande vatten, och i slutänden, hur stor belastning av näringsämnen på Östersjön som landet orsakar. Även klimatologiska, geologiska och biologiska förutsättningar kan skilja mellan olika områden. Detta påverkar jordbrukets omfattning och struktur. Till exempel används över 60 procent av den danska marken för jordbruk, medan endast 7 procent av Sveriges och Finlands markareal är jordbruksmark [10]. I Tyskland är den genomsnittliga storleken på gårdarna 56 hektar, medan medelvärdet för polska jordbruk ligger under 10 hektar [10].

Det omfattande jordbruket runt Östersjön orsakar läckage av kväve och fosfor till omgivande mark, luft och vatten. Utsläppen är svårare att hantera jämfört med punktutsläpp från avlopp och industrier. Bilden visar vårsådd av säd med en så kallad kombisåmaskin, som sår samtidigt som konstgödsel sprids.

Fosfor ackumuleras

Eftersom kväve lätt förloras till miljön via såväl luft som vatten, och stora mängder kväve har belastat haven de senaste hundra åren, har fokus inom forskning och åtgärdsarbete tidigare legat på detta näringsämne vad gäller utsläpp från jordbruksverksamheten. Det är dock mycket viktigt att även ta fosfor i beaktande, och försöka minska belastningen av både kväve och fosfor på ett balanserat sätt. Om balansen mellan kväve och fosfor i havsvattnet störs kan detta exempelvis leda till ökade blomningar av giftiga cyanobakterier [11].

Fosfor har egenskapen att det, i större utsträckning än kväve, lätt binds till jordpartiklar, och en stor andel av den fosfor som tillförs åkrarna

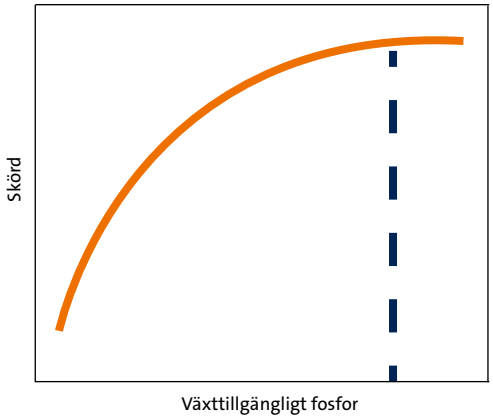
binds mer eller mindre hårt i marken. Under andra halvan av 1900-talet spreds stora mängder av både handelsgödsel och stallgödsel på åkermarken runt Östersjön, och fosforinnehållet i marken ökade snabbt. Som ett resultat av detta är koncentrationerna av fosfor i åkermarken hög än idag inom vissa områden. Överskottet är inte enbart av ondo, utan kan i vissa fall nyttjas av dagens jordbrukare som inte behöver tillföra lika mycket fosfor till dessa marker som de annars skulle ha behövt [7, 11]. Markens beskaffenhet är helt avgörande för hur mycket av fosforn som kommer att bindas i jorden och hur mycket som kommer att följa med vattnet ut i sjöar och vattendrag. Detta ger stora geografiska skillnader i hur stor belastningen på Östersjön blir.

Jordbruksmark, våtmarker och bottensediment i sjöar och vattendrag binder alltså stora delar av fosforöverskottet från jordbruket. Men även om endast en mindre andel av den fosfor som läcker ut från jordbruk når havet jämfört med kväve är mängderna tillräckliga för att orsaka störningar i havsmiljön [11]. Idag räknar man med att nästan hälften av den fosfor som belastar Östersjön har sitt ursprung i diffusa utsläpp. Jordbruket orsakar mellan 40 och 80 procent av dessa utsläpp[11].

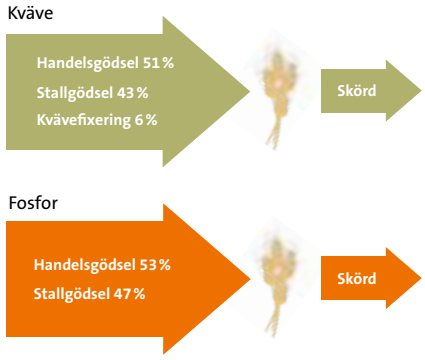
Gödsling på gott och ont

Grunden för allt jordbruk är växtodling, där gödsel i olika former tillförs marken för att ersätta den växtnäring som förs bort med skörden och ibland gödsla upp jorden. Av den näring som tillförs åkrarna kan vi aldrig få tillbaka allt som skörd, och det är en utmaning att tillföra rätt mängd näring för att maximera skörden och minimera läckaget. Gödningsmedel var för hundra år sedan en bristvara, och det var framförallt stallgödsel som användes. Den begränsade gödslingen innebar att mindre mat producerades, men även att läckaget av näring till den omgivande miljön var mindre. Utvecklingen av metoden att framställa handelsgödsel i stor skala förändrade situationen radikalt, och omvandlade gödningsmedel från en bristvara till något man kunde använda i stora mängder [9]. Från 1950-talet och fram till 1980-talet spreds stora mängder handelsgödsel på åkermarken för att öka markens bördighet och öka skörden av odlade grödor. Mängden kväve som globalt tillförs som handelsgödsel har ökat med en faktor 9 sedan 1960-talet [12].

Man kanske skulle förvänta sig att moderniseringen av jordbruket skulle ha inneburit ett minskat läckage till omgivande mark och vatten, men generellt är det inte så. Globalt sett har effektiviteten i kväveupptaget minskat från nära 70 procent på 1960-talet till mindre än 50 procent idag [12]. Det innebär att mer än hälften av det kväve vi tillför inom jordbruket idag förloras till miljön.



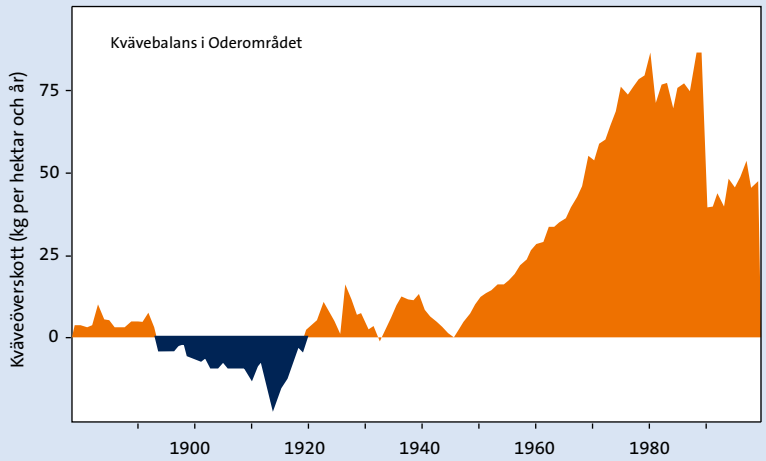
Det är en utmaning att tillföra rätt mängd näring för att maximera skörden och minska läckaget. Det finns en gräns där tillförsel av näring inte ger mer än en marginell ökning i skörd. Var denna gräns går beror bland annat på markens beskaffenhet, och det är viktigt att känna till detta vid gödsling av åkermark. Figur från Syers et al 2008.



I länderna runt Östersjön produceras stallgödsel motsvarande 3 853 000 ton kväve och 715 000 ton fosfor årligen. Via handelsgödsel tillförs åkermarken 1 971 000 ton kväve och 339 000 ton fosfor. Dessutom tillkommer 232 000 ton kväve som ett resultat av kvävefixering. Endast cirka 40 procent av denna näring omvandlas till skörd. Resterande del förloras till miljön. Data från Hong et al 2012 gäller för 2005.

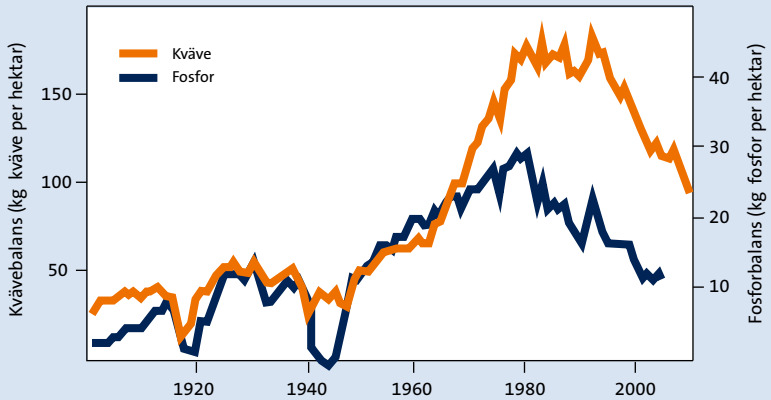
Av den näring som tillförs åkrarna kan vi aldrig få tillbaka allt som skörd, och det är en utmaning att tillföra rätt mängd näring för att maximera skörden och minimera läckaget. Bilden visar en höstsådd åker i Södermanland, Sverige.

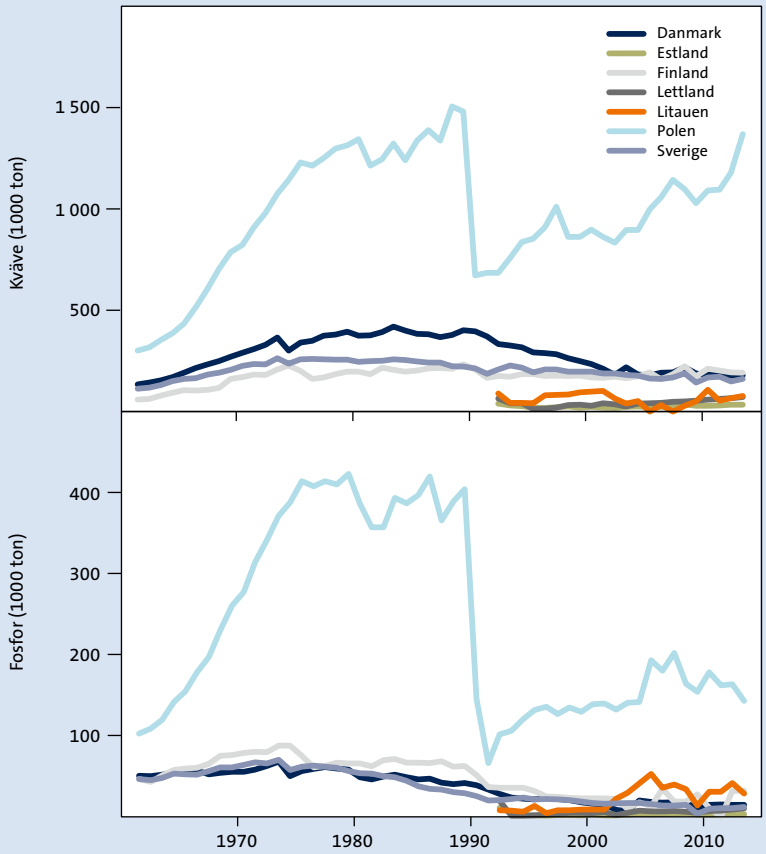
Foto: Tom Hermansson Snickars/Azote



Gödningsmedel var för hundra år sedan en bristvara. När handelsgödsel började användas förändrades balansen radikalt. De stora politiska förändringarna som skedde runt 1990 ledde till en kraftig nedgång i jordbruket i exempelvis Polen. Detta visade sig i kvävebalansen i Oder-området. Figur omritad från Humborg et al. (2015).

Efter andra världskriget intensifierades jordbruket i Danmark, och överskottet av näring från jordbruket ökade. En rad åtgärder, bland annat hårdare regleringar av jordbruket, har lett till en dramatisk minskning i läckaget från de danska jordbruken. Figur från Humborg et al. (2015).





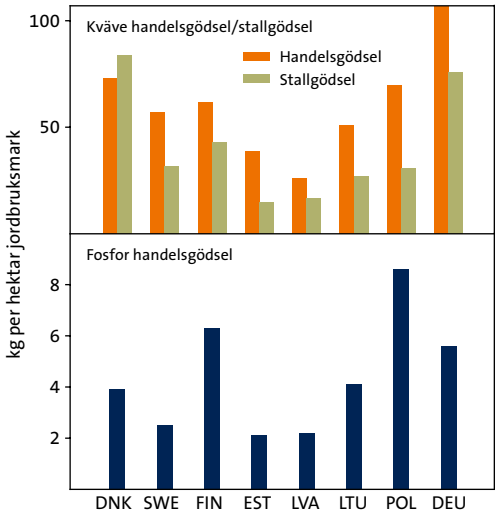
Från 1950-talet och framåt spreds stora mängder handelsgödsel inom jordbruket. Den största andelen har använts i Polen, där hälften av jordbruksmarken runt Östersjön finns. Vid kommunismens fall i Polen runt 1990 kollapsade jordbruket, vilket visar sig i en dramatisk minskning i användandet av handelsgödsel. Jordbruket i Polen är på väg att återhämta sig, och mängden handelsgödsel som används ökar igen. Data från FAOSTAT.

Djurhållning kräver helhetssyn

En stor utmaning när det gäller näringsläckage från jordbruket till havet är djurhållning. En tredjedel av världens spannmål används idag som djurfoder [9], och målet är naturligtvis att så stor andel som möjligt av den näring som tillförs i form av foder ska omvandlas till kött, ägg eller mjölk. Men effektiviteten i systemet varierar, och gårdarna är långt ifrån slutna system vad gäller näringsbalans och påverkan på omgivande miljö.

Det är mycket viktigt med en helhetssyn inom djurhållningen för att kunna bibehålla produktionen, hålla djuren vid god hälsa, och samtidigt minimera läckaget av kväve och fosfor till miljön [13]. Det inbegriper utfodring, gödselhantering, lagring innan spridning och själva spridningen av gödseln på åkermarken, men även frågan om jordbrukets struktur - att vissa regioner fokuserar på anmilaieproduktion medan andra främst har växtodling. Idag är kedjan inte sluten, utan vi importerar näring från andra regioner, i form av djurfoder och gödselmedel, och förlorar näring till omgivande mark och vatten [13]. Här finns en stor potential för förbättringar.

Det är bland annat miljöaspekterna, framförallt påverkan på omgivande sjöar, vattendrag och hav, som drivit på utvecklingen av förbättringar när det gäller näringsbalansen inom djurproduktionen [14]. Den forskning och utvecklingsverksamhet som bedrivits inom området de senaste åren har genererat konkreta råd som nu återstår att i ökande grad implementera. Detta har gjorts i olika omfattning i länderna runt Östersjön [15].



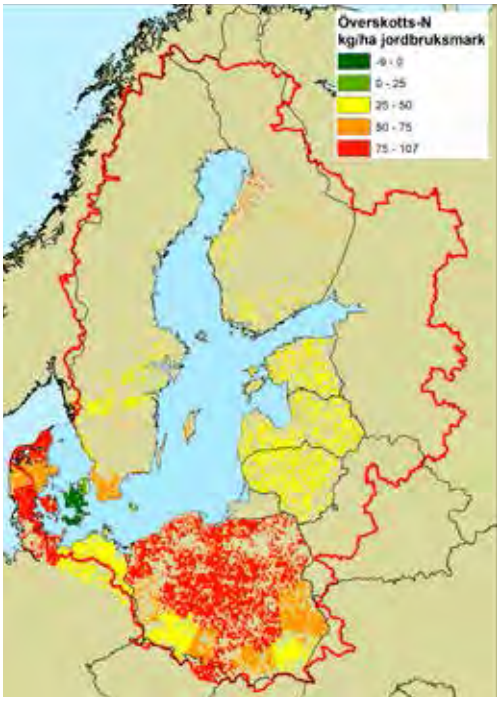
Användandet av handelsgödsel och stallgödsel per ytenhet varierar mellan länderna runt Östersjön. Det är exempelvis endast i Danmark som en större del av tillfört kväve kommer från stallgödsel än från konstgödsel. Data från EUROSTAT.

En tredjedel av världens spannmål används idag som djurfoder. Målet är förstås att så stor andel som möjligt av den näring som tillförs i form av foder ska omvandlas till kött, ägg eller mjölk. Utmaningen är att hålla en hög produktion, hålla djuren vid god hälsa, och samtidigt minimera läckaget av kväve och fosfor till miljön.

Det börjar med foder...

Det gäller att balansera mängderna av näringsämnen i djurfodret för att optimera den positiva effekten på djurens hälsa och produktion, och samtidigt minska riskerna för läckage av kväve och fosfor till miljön [14]. Näring importeras till gården i form av foder, ofta foderspannmål från andra delar av landet och proteinfoder från Sydamerika. Detta ökar mängden kväve och fosfor i systemet. Därigenom ökar risken för läckage. Höga koncentrationer av näring har uppmätts i vattendrag kring djurgårdar [14].

Vad djuren äter kommer också att påverka stallgödselns näringsinnehåll [16] [17], och att förändra foderinnehåll och utfodringsmetoder kan



Överskott av såväl kväve och fosfor uppstår bland annat som en följd av ett intensivt jordbruk, djurhållning som producerar stora mängder stallgödsel i relation till tillgänglig spridningsareal, och användande av handelsgödsel i större mängd än vad som är optimalt. I Östersjöns avrinningsområde är problemen som störst i de södra delarna, där en stor andel av arealen utgörs av jordbruksmark. Data från Hong et al. (2012).

ha stor påverkan på stallgödselns innehåll av såväl kväve som fosfor [15]. Exempelvis har utfordring med importerade, proteinrika sojabönor lett till ett högre kväveinnehåll i stallgödseln [15]. Djuruppfödare rekommenderas nu att minska på användandet av sojabönor som proteinkälla [13].

Det är en speciell utmaning att se till att djuren får i sig tillräckliga mängder fosfor, eftersom den fosfor som finns i spannmål har en låg grad av tillgänglighet för djuren, framförallt för grisar och höns [16]. Det går att lösa genom att antingen tillföra fosfor i tillgänglig form till fodret eller att tillföra enzymet fytas, som gör att en större andel av fosforn i fodret kan tas upp av djuret. Att öka totalmängden fosfor leder till en ökad risk för läckage av fosfor till omgivande miljö [18].

...och slutar med gödsel

Stallgödseln som genereras vid djurhållning utgör en mycket värdefull källa till näringsämnen för växtproduktion, men kan också utgöra ett miljöproblem om inte näringen i gödseln lagras och nyttjas på ett effektivt sätt [13, 15]. En bättre balans mellan växtodling och djurhållning ger bättre förutsättningar för att minska läckaget, men samtidigt krävs god hantering, exempelvis lagring och spridning. Med dessa åtgärder kan man minska behovet av att importera handelsgödsel och göra att den mängd näringsämnen som totalt sett läcker ut från jordbruket minskar radikalt [15].

Lagring av gödseln är miljömässigt en av de största flaskhalsarna när det gäller att bättre nyttja stallgödsel som gödningsmedel. Lättflyktigt kväve, framförallt ammoniak, avdunstar lätt vid lagring och spridning av stallgödsel [15]. I genomsnitt för EU förloras ungefär en tredjedel av kvävet i stallgödsel idag till atmosfären innan det kommer växtproduktionen till nytta [19]. Det sker även ett kväveläckage till omgivande vatten i form av nitrat, och risken är särskilt stor om spridningen på åkermarken sker under en tid på året då det inte kan tas upp direkt i växterna [15]. Att sprida gödseln vid rätt tidpunkt, i rätt mängd och på rätt sätt kräver god teknik, kunskap och att gården har tillräcklig kapacitet att lagra gödseln under höst och vinter.

Transporten ett problem

För hundra år sedan skedde växt- kött-, mjölk- och äggproduktion i högre grad inom samma område, eller till och med på samma gård. Då kunde stallgödsel i stor utsträckning spridas på samma marker som djurens foder hade odlats på. Den billiga och lätthanterliga handelsgödselns intåg gjorde jordbrukarna mindre beroende av att använda

Att sprida gödseln vid rätt tidpunkt, i rätt mängd och på rätt sätt kräver såväl god teknik som kunskap. Att lagra stallgödsel tills den ska spridas är en av de stora flaskhalsarna för nyttjande av stallgödsel. Idag sprids större delen av den stallgödsel som produceras på åkrar nära gårdar med djurproduktion, eftersom stallgödseln är dyr att transportera.

Foto: Bengt Ekberg/Azote

stallgödsel som gödningsmedel, och växtodling kunde därigenom särskiljas geografiskt från djurhållning. Det blev enklare att gödsla åkermarken, men problemen med näringsöverskott ökade dramatiskt [9].

Transporten av stallgödsel från områden som domineras av djurproduktion till områden där gödseln kan användas för växtodling är idag ett av de stora hindren från att använda stallgödsel som gödningsmedel inom växtodling. Stallgödsel är blött och tungt att transportera, och i nuläget är det inte lönsamt att flytta det mer än cirka 10 kilometer [20]. Det finns tekniker för att göra gödseln mer hanterbar och lättare att transportera, men denna behandling av gödseln innebär en kostnad. Än så länge är det oftast billigare att istället köpa konstgödsel [20]. En finsk undersökning visar att man helt skulle kunna upphöra med användandet av handelsgödsel inom växtodlingen om den stallgödsel som produceras kunde spridas till områden där det råder brist på fosfor i marken. I dagsläget är det dock billigare att köpa in handelsgödsel än att transportera stallgödsel [21].

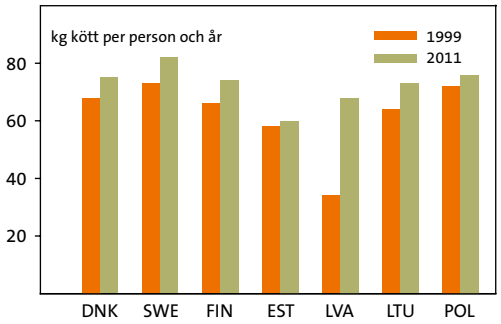
Övervägande del av den stallgödsel som produceras sprids på åkermark i närheten av gårdar med djurproduktion. Ofta används en blandning av stallgödsel och handelsgödsel, och på gårdar med växtodling används ofta enbart handelsgödsel. Hur stor andel av djurens foder som produceras på den egna gården är en viktig faktor som även idag påverkar gårdens näringsbalans.

Gårdarna stora och specialiserade

Näringsförlusterna, framförallt kväve, skulle minska om man i framtiden integrerar djurhållningen och växtodlingen i högre grad [12]. Utvecklingen går dock åt det motsatta hållet, det vill säga gårdarna blir färre, större och mer specialiserade. En jämförelse av jordbruket inom EU mellan

Antalet gårdar minskar i länderna runt Östersjön, samtidigt som storleken på gårdarna ökar. Den landareal som nyttjas för jordbruk har också ökat de senaste åren. Bilden visar ett jordbrukslandskap i Uppland, Sverige.

Foto: Andre Maslennikov/Azote



Köttkonsumtionen ökar globalt, och trenden syns även i länderna kring Östersjön. Mellan åren 1999 och 2011 har skillnaden mellan länderna minskat. Produktionen av kött har dock minskat i Östersjöområdet, vilket innebär att en ökande andel av det kött vi äter importeras från områden utanför Östersjöns avrinningsområde. Data från FAOSTAT.

åren 2000 och 2010 visar att antalet gårdar minskar för alla länder runt Östersjön [10]. Samtidigt ökar storleken på gårdarna, mätt i hur stor areal varje gård nyttjar för sin verksamhet [22]. Den land-areal som jordbruket tar i anspråk runt Östersjön har ökat de senaste åren, och det är de stora gårdarna som står för ökningen [22]. Utvecklingen för länderna runt Östersjön är generellt att gårdarna blir mer specialiserade på antingen växt- eller djurproduktion. De senaste åren har antalet gårdar med djurproduktion ökat, medan antalet gårdar som är specialiserade på växtodling är relativt oförändrad. Litauen och Polen har fortfarande en relativt hög andel av gårdar med både växt- och djurproduktion [23].

Krävande animalieproduktion

Globalt går utvecklingen mot att vi äter mer och mer kött och mejeriprodukter, vilket är ett resultat av att många utvecklingsländer börjar komma ikapp västvärlden vad gäller köttkonsumtion [9]. Köttproduktion är miljömässigt och ytmässigt krävande. Att producera en viss mängd näring som kött kräver nästan fem gånger större landareal än motsvarande mängd vegetabilisk näring [9]. Den förändring i kost som vi ser idag mot mer kött och mindre vegetabilier beräknas kräva hela 30 procent större åkerareal år 2020 jämfört med år 2000 [9].

En stor andel av näringsflödena i Östersjöregionen går genom animalieproduktionen. Danmark och den del av Tyskland som har avrinning till Östersjön har den högsta belastningen per ytenhet av alla länder runt Östersjön. Bägge dessa länder har en lång historia med stor köttproduktion [24]. Trenden verkar dock vara att produktionen av kött, med undantag för kycklingkött, minskar i länderna runt Östersjön under senare tid [25]. Det innebär att en ökande andel av det kött vi äter importeras från områden utanför Östersjöns avrinningsområde.

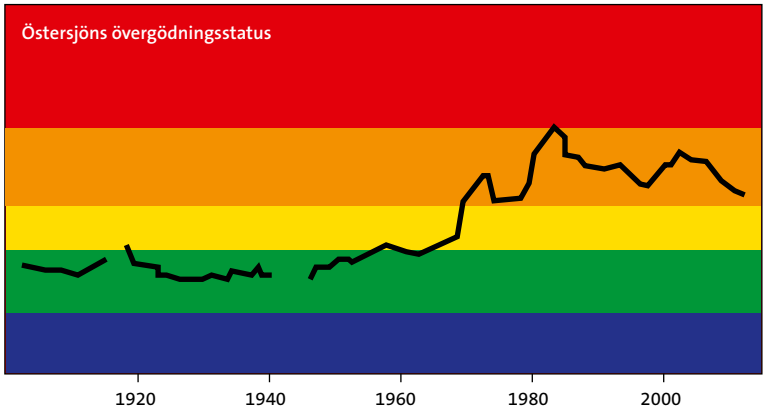
Foto: Tomas Jarnetun/Azote

Att producera en viss mängd näring i form av kött kräver nästan fem gånger större landareal än motsvarande mängd vegetabilisk näring. Såväl runt Östersjön som globalt ökar köttkonsumtionen. Runt Östersjön minskar dock produktionen av kött, vilket innebär att en ökande andel av det kött vi äter importeras från andra områden.

Åtgärdsarbete kräver tålamod

I Östersjöområdet utvecklas idag många lösningar på övergödningsproblemet på såväl stor som liten skala. De åtgärder som hittills satts in är främst inriktade mot att minska belastningen från land till hav, exempelvis genom att bygga ut reningsverk och sätta in åtgärder inom jordbruket. Tillvägagångssättet angriper grunden till problemen med övergödning i Östersjön, nämligen att belastningen av kväve och fosfor på miljön är för stor för vad ekosystemet tål. Det tar dock tid att uppnå positiva effekter av dessa åtgärder, delvis på grund av en tidsfördröjning på tiotals år mellan minskad belastning och påverkan på ekosystemet [3]. Åtgärdsarbetet har kommit långt, framförallt när det gäller reningen av

avloppsvatten, och de första tecknen på att situationen håller på att förbättras börjar nu äntligen att synas i form av en ökad ekologisk status inom vissa områden, t ex östra Finska viken, Kattegatt och Öresund. [26]. Det finns dock fortfarande ett behov av ytterligare förbättringar, både vad gäller avloppsrening och förändringar inom jordbruket, för att nå de uppsatta målen.



Ekologisk status
- hög
- god
- måttlig
- otillfredsställande
- dålig

Det övergripande målet i Aktionsplanen för Östersjön är att framtidens Östersjö ska vara opåverkad av övergödning. Det tar dock tid att uppnå positiva effekter, och det är först de senaste åren som den ekologiska statusen har börjat förbättras. Figur från Andersen et al (2015).

Påskyndande komplement

Förutom att angripa näringsflödet från land pågår försök att minska problemen direkt i havet. Det skulle eventuellt kunna skynda på processerna, och skulle kunna vara ett komplement i åtgärdsarbetet. Dessa metoder angriper problemet med att stora mängder näringsämnen, framförallt fosfor, finns bundet i bottensedimenten, som ett resultat av många års hög tillförsel av näring[3]. Den syrebrist som uppstår som en följd av övergödningen gör att fosfor som bundits i bottensedimenten frigörs, vilket gör att övergödningen eskalerar. Genom att tillföra ämnen som åter kan binda denna fosfor i bottnarna skulle näringsstatusen kunna förbättras och symtomen på övergödning minska. Ett annat sätt att angripa problemet är att med hjälp av stora pumpar syresätta de syrefria bottnarna, så att fosfor åter binds hårt i bottensedimenten. Idag vet man inte tillräckligt om fosfor i bottensedimenten, utan mer forskning behövs innan dessa metoder kan fungera som realistiska komplement till de landbaserade åtgärderna.

Storskaliga lösningar kräver samarbete

Det övergripande målet som formulerats inom Aktionsplanen för Östersjön (Baltic Sea Action Plan) är att framtidens Östersjö ska vara

Åtgärder för att förbättra övergödningsstatusen i Östersjön måste sättas in på olika skalor, och med stor anpassning efter skilda områdens olika förutsättningar. Bilden visar rening av vatten från ett jordbruk där dammar och våtmarker används för sedimentering och bindning av näringsämnen.

Vi vill alla att Östersjön även i framtiden ska vara ett levande hav. För detta krävs åtgärder på land och i vatten, samarbete över alla gränser och ett stort mått av tålamod.

Foto: Martin Almqvist/Azote

opåverkad av övergödning. Mer preciserat ska alla delar av Östersjön ha uppnått god status till år 2021 [27]. Men vägen till god status är lång. Kan vi överhuvudtaget nå dit, och hur ska vi gå tillväga? Hur nära kan man komma målen med en förbättrad förvaltning, och hur stora kostnader är vi beredda att ta för detta? Samarbetet mellan länderna runt Östersjön är nödvändigt, men hur kan man enas kring gemensamma åtgärder och tillvägagångssätt? Frågorna är många, och svaren inte självklara. Det krävs ett stort mått av tålamod, stora ekonomiska satsningar och samarbete mellan länder för att nå en god näringsstatus i Östersjön.

Åtgärder lönar sig

Att komma till rätta med Östersjöns övergödningsproblem tar tid och kostar pengar. Men det är också viktigt att i dessa sammanhang ha i åtanke vad det kostar att inte åtgärda problemen. Övergödningen orsakar minskad fiskproduktion och minskad turism, och sänker rekreationsvärdet på många potentiellt värdefulla kustområden [28]. Att återställa Östersjön till en god näringsstatus skulle inte bara ge vinster för ekosystemet, utan även ge stora ekonomiska vinster och ett stort antal arbetstillfällen [28]. Det finns redan ett antal goda exempel på kommuner runtom i Östersjöns avrinningsområde som på en lokal nivå visat att åtgärder lönar sig. Vilka och hur omfattande åtgärder som krävs varierar, och på lokal nivå finns inte en lösning som passar alla [28].

Ingen återvändo

Vad än man satsar på i form av åtgärder, såväl på land som i havet, bör besluten vara långsiktiga, väl övervägda, och grunda sig på kunskap, erfarenhet och den samlade forskning som finns. Det finns mycket kunskap, men i vissa fall är effekterna av åtgärderna ännu inte utredda.

En annan insikt är att åtgärder måste sättas in på olika skalor och med en stor grad av anpassning efter skilda områdens olika förutsättningar. Det är inte bara skillnader i biologi, geologi eller hydrologi som är viktiga att ta i beaktande, utan även de stora skillnader som idag finns mellan länder och geografiska områden vad gäller befolkning, levnadsstandard, livsstil, politisk situation och teknisk utvecklingsnivå.

Den kanske viktigaste insikten är att det inte finns någon återvändo. Det arbete som redan påbörjats med att hejda övergödningen måste fortsätta och utvecklas, om Östersjön även i framtiden ska vara ett levande hav.

Östersjöländernas åtaganden

Länderna runt Östersjön ingår i en rad olika internationella åtaganden som syftar till att minska näringsförluster från jordbruket:

- Baltic Sea Action Plan, BSAP, upprättat av Helsingforskommissionen. Målet är att återställa en god ekologisk status i Östersjön till år 2021. BSAP är dock inte juridiskt bindande.
- Nitratdirektivet, en lagstiftning inom EU. Innehåller minimikrav för att minska nitratförluster från jordbruket.
- Ramdirektivet för vatten, ett EU-direktiv med målet att uppnå en god kemisk och ekologisk status i alla EU:s sjöar, vattendrag, kustvatten och grundvatten senast 2027.
- Havsmiljödirektivet, ett EU-direktiv med målet att alla EU:s havsområden ska ha uppnått god miljöstatus i sina havsområden senast år 2020.
- IED-direktivet, ett EU-direktiv som syftar till att förebygga och minska föroreningar från olika verksamheter, exempelvis vissa stora djuranläggningar.
- EU:s utsläppstaksdirektiv, som anger utsläppstak för exempelvis ammoniak.
- EU:s gemensamma jordbrukspolitik, Common Agriculture Policy, CAP, är en stor del av EU:s budget och påverkar utvecklingen av jordbruket.

År 1900

HUNDRA ÅR SOM FÖRÄNDRAT ÖSTERSJÖN

Östersjön redan påverkad

Situationen i början av 1900-talet är viktig att ha kunskap om, eftersom den ofta används som referensnivå när dagens situation diskuteras, och när mål sätts upp för Östersjöns miljötillstånd. Östersjön har betraktats som opåverkad under denna period, men det visar sig att man skulle behöva gå betydligt längre tillbaks i tiden för att hitta en Östersjö opåverkad av människans näringsutsläpp [4, 29].

I Östersjöområdet finns vid denna tid 38 miljoner människor [29], och en av de viktigaste näringarna är jordbruket. Gårdarna är relativt jämt fördelade i de södra och mellersta delarna av Östersjöns avrinningsområde, och storleken på gårdarna är betydligt mindre än idag. Jordbruket är inte så specialiserat, utan enskilda gårdar bedriver ofta både växtodling, mjölkproduktion och köttproduktion. Endast en liten andel av befolkningen bor i städer. Åkerarealen ökar från år till år, och ny mark tas i bruk för odling. Våtmarker dikas för att skapa mer odlingsbar mark [30].

Ett jordbruk i utveckling

Sedan mycket länge har människan förstått att odlingsmark som inte tillåts vila vissa år blir utarmad, och så småningom förstod man att odling av kvävefixerande ärtor och bönor får jorden att återhämta sig. Odling av spannmål är kvävekrävande, och tillförseln av kväve till jordbruket har långsamt ökat ända sedan mitten på 1800-talet [30]. Den viktigaste källan till kväve och fosfor är stallgödsel, och tillgången på gödsel från gårdens djur är förhållandevis god.

Generellt tillförs vid denna tid mindre mängder kväve i form av gödsel till odlingarna än vad som sedan skördas [30]. Odling av kvävefixerande växter tillför i och för sig en del kväve till jordarna, men förbrukningen av kväve är ändå större. Upptagseffektiviteten hos grödorna har förvisso förbättrats sedan mitten på 1800-talet, men upptaget hindras till stor del av ogräs, sjukdomar, insekter och sämre jordar [30].

Den odlade marken orsakar faktiskt ungefär lika stort läckage per ytenhet år 1900 som den kommer att göra hundra år senare, men i förhållande till mängden producerad föda är dock läckaget år 1900 betydligt större [30]. Dikning av våtmarker har blivit en vanlig och effektiv åtgärd för att öka åkerarealen, men med dikningen följer en försämrad förmåga hos marken att binda näringsämnen. Det innebär att den näring som läcker ut från jordbrukets verksamhet i högre grad når Östersjön. Dikningen, sjösänkningen och uträtningen av vattendrag kommer de närmaste årtiondena att få lika stor effekt på näringsbelastningen på Östersjön som införandet av handelsgödsel [30].

Ett näringsfattigt hav

Runt år 1900 är Östersjön redan påverkad av mänsklig verksamhet [29], men är fortfarande ett näringsfattigt hav [31]. Den totala belastningen från mänsklig verksamhet är låg jämfört med idag, och arealen syrefria bottnar är mycket mindre [32]. Ekosystemet i Östersjön är i högre grad fosforbegränsat jämfört med hundra år senare, vilket till viss del kan förklaras av de syresatta bottnarna som binder fosfor. Fosforhalterna är generellt lägre, samtidigt som kvävehalterna ligger på samma nivå eller något högre jämfört med idag [29].

Avloppssystem på gott och ont

Städerna har vuxit så mycket att föroreningarna från dessa blivit ett stort problem [29]. Vattenklosetter och avloppsnät börjar utvecklas, men reningen av avloppsvattnet är obefintlig. Avloppsnätet begränsar sjukdomsspridningen bland befolkningen i städerna, och livslängden för människorna runt Östersjön ökar. Näring från avloppen har dock börjat belasta både sötvatten och kustområden runt Östersjön. Eftersom det finns färre människor år 1900 jämfört med idag blir belastningen på Östersjön från avlopp ungefär i samma storleksordning som den är idag, trots avsaknad av avloppsrening. Avloppen står år 1900 för ungefär 10 procent av kvävebelastningen på havet, och 22 procent av fosforbelastningen [29]. Dessa siffror kommer att vara ungefär desamma hundra år senare.

Foto: Västerbottensmuséet

År 1960

HUNDRA ÅR SOM FÖRÄNDRAT ÖSTERSJÖN

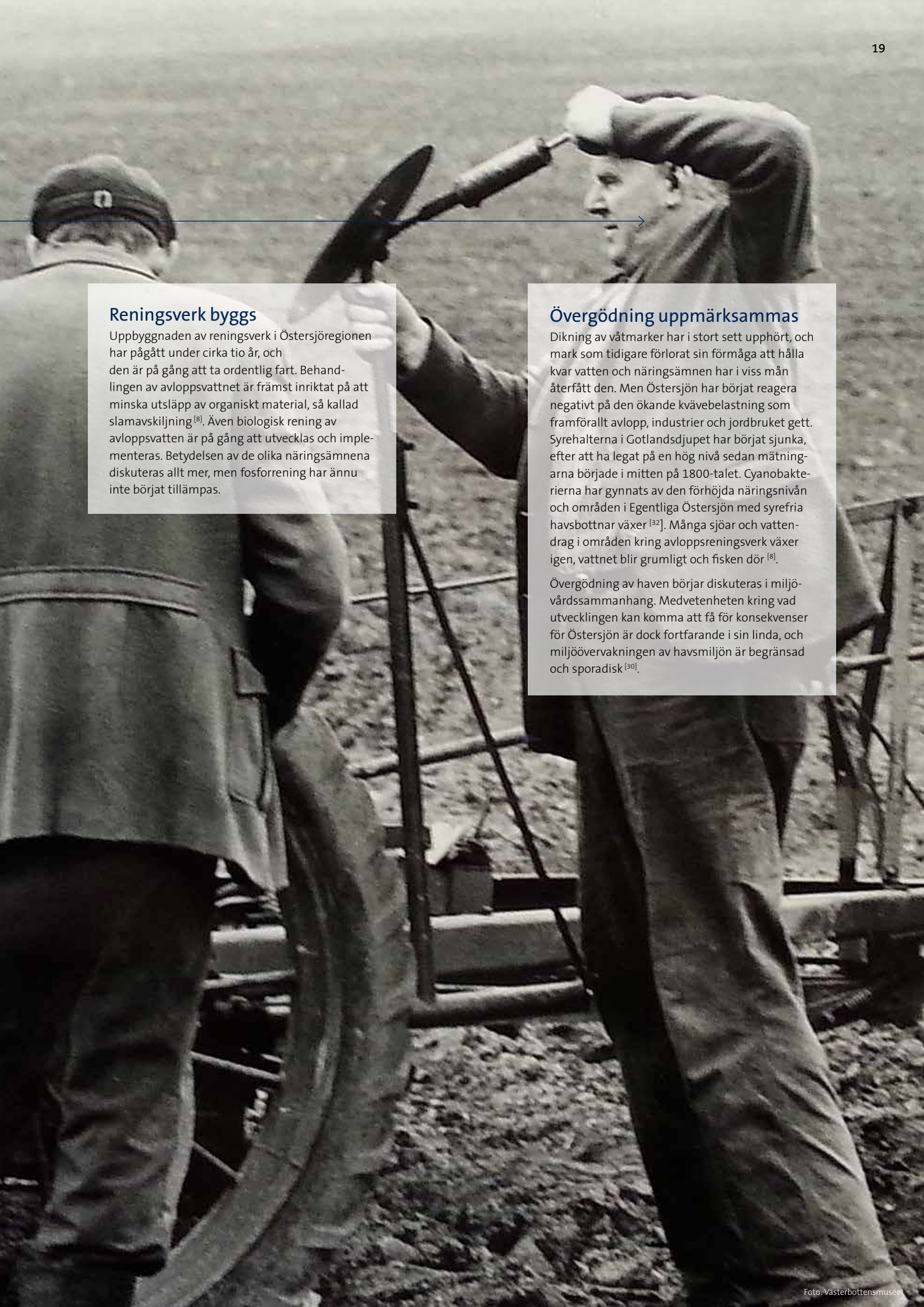
Utveckling

Mycket har hänt i Östersjöns avrinningsområde under perioden 1900 till 1960. Området har genomlidit två världskrig, landsgränser har förändrats, och länderna runt Östersjön har börjat återhämta sig efter krigen. Handelsgödsel har börjat användas storskaligt, och jordbruket har genomgått en enorm utveckling. Det har mekaniserats och koncentrerats till vissa områden, och till färre och större gårdar. Övergödning har börjat diskuteras, och avloppsrening har börjat utvecklas.

Revolutionerande utveckling av jordbruket

Produktionen av handelsgödsel med Haber-Boschmetoden är väl utvecklad världen över. Utvecklingen av denna metod under tidigt 1900-tal är den enskilt viktigaste faktorn för inte bara jordbrukets utveckling världen över, utan även för den kraftiga befolkningstillväxt som varit [9]. Användningen av handelsgödsel tog ordentlig fart efter andra världskriget, och 1960 står handelsgödseln för en stor andel av näringstillförseln på åkermarken i Östersjöområdet.

Fram till 1960-talet har kvävebrist begränsat produktionen inom jordbruket. Runt år 1960 överskrider tillförseln av kväve, till största delen i form av handelsgödsel, den mängd kväve som skördas. Överskottet blir kvar i marken efter skörd, och läckaget till omgivande vatten börjar öka. Ökande halter av kväve i floderna runt Östersjön sammanfaller väl med användandet av handelsgödsel[30]. Runt år 1960 har denna ökning precis startat, men den kommer att pågå i 20 år innan den för Östersjön negativa trenden bryts [30]. Miljön i sjöar, vattendrag och i Östersjön har börjat försämras, men övervakningen av dessa miljöer är fortfarande sporadisk, och kunskapen kring vad som håller på att hända i Östersjön är liten.



Reningsverk byggs

Uppbyggnaden av reningsverk i Östersjöregionen har pågått under cirka tio år, och den är på gång att ta ordentlig fart. Behandlingen av avloppsvattnet är främst inriktat på att minska utsläpp av organiskt material, så kallad slamavskiljning [8]. Även biologisk rening av avloppsvatten är på gång att utvecklas och implementeras. Betydelsen av de olika näringsämnena diskuteras allt mer, men fosforrening har ännu inte börjat tillämpas.

Övergödning uppmärksammas

Dikning av våtmarker har i stort sett upphört, och mark som tidigare förlorat sin förmåga att hålla kvar vatten och näringsämnen har i viss mån återfått den. Men Östersjön har börjat reagera negativt på den ökande kvävebelastning som framförallt avlopp, industrier och jordbruket gett. Syrehalterna i Gotlandsdjupet har börjat sjunka, efter att ha legat på en hög nivå sedan mätningarna började i mitten på 1800-talet. Cyanobakterierna har gynnats av den förhöjda näringsnivån och områden i Egentliga Östersjön med syrefria havsbottnar växer [32]. Många sjöar och vattendrag i områden kring avloppsreningsverk växer igen, vattnet blir grumligt och fisken dör [8].

Övergödning av haven börjar diskuteras i miljövårdssammanhang. Medvetenheten kring vad utvecklingen kan komma att få för konsekvenser för Östersjön är dock fortfarande i sin linda, och miljöövervakningen av havsmiljön är begränsad och sporadisk [30].

Foto: Västerbottensmuseet

År 1980

HUNDRA ÅR SOM FÖRÄNDRAT ÖSTERSJÖN

Kulmen

Åren runt 1980 utgör kulmen för flera olika utvecklingar. Medvetenheten kring problemen med övergödning börjar bli stor, och övervakningen av havsmiljön har etablerats i de flesta länderna kring Östersjön. Utsläpp av kväve och fosfor från punktkällor har begränsats genom utbyggnad av reningsverk och förbättringsåtgärder inom industrin [33].

Överskott av kväve i jordbruket

Belastningen på Östersjön av både fosfor och kväve når sin kulmen, efter att ha ökat sedan 1950-talet [3]. Samtidigt minskar arealen jordbruksmark i Östersjöns avrinningsområde [5]. Kvävegödslingen per ytenhet är som allra störst, och även köttproduktionen når nu sin kulmen. I Sverige är den sex gånger högre än den var runt år 1900 [23]. Den ökande köttproduktionen kan förklara en del av den stora kvävebelastningen på havet.

Reningsverk byggs

Urbanisering och befolkningsökning medför en kontinuerligt ökande näringsbelastning från punktkällor, men reningsverken byggs upp i snabb takt. Förutom mekanisk rening av avloppsvatten har även en kemisk rening utvecklats, som i första hand går ut på att fälla fosfor. Detta har haft en positiv effekt på mängden fosfor i sjöar och vattendrag [34]. Problemen med övergödning i såväl sötvatten som hav minskar [34].
Även industrierna genomför omfattande insatser för att minska utsläppen. Punktkällor i form av utsläpp från avlopp och industri är på väg att bli ett minskande problem i stora delar av Östersjöns avrinningsområde.

Oroande tecken i havsmiljön

Systematisk miljöövervakning av havsmiljön har pågått i ett decennium, och man börjar kunna se oroväckande trender vad gäller Östersjöns havsmiljö. Siktdjupet minskar, och även djuputbredning av blåstång [34]. Halterna av kväve och fosfor i älvvatten har ökat under hela 1900-talet, och når sina högsta värden från 1980 och tio år framåt [5]. Havsbottnar med syrebrist breder ut sig i de centrala delarna av Egentliga Östersjön [32]. Trots att koncentrationerna i sjöar och vattendrag minskat har detta ännu inte gett positiva effekter i Östersjön.

Östersjön, med undantag av Bottenviken i norr, identifieras som kvävebegränsat. Tidigare hade de flesta bedömare utgått från att Östersjön, precis som sjöar, var begränsat av fosfor. Detta kommer att påverka beslut kring åtgärder för att minska effekterna av övergödning [34].

Foto: Västerbottensmuseet

Referenser

1. HELCOM 2014. Eutrophication status of the Baltic Sea 2007-2011 - A concise thematic assessment. Baltic Sea Environment Proceedings No. 143
2. Reker, J., de Carvalho Belchior, C., Royo Gelabert, E. 2015. State of Europe's seas. EEA Report. European Environment Agency.
3. Gustafsson, B.G., et al. 2012. Reconstructing the Development of Baltic Sea Eutrophication 1850-2006. Ambio 41(6): 534-548.
4. Schernewski, G. and Neumann, T. 2005. The trophic state of the Baltic Sea a century ago: a model simulation study. Journal of Marine Systems, 2005. 53(1-4): 109-124.
5. Humborg, C., et al. 2015. Environmental Impacts—Freshwater Biogeochemistry. Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin: 307-336. Springer.
6. HELCOM 2015. Updated Fifth Baltic Sea pollution load compilation (PLC-5.5). Baltic Sea Environment Proceedings No. 145.
7. Bergström, L., Linder, J., Andersson, R. 2008. Fosforförluster från jordbruksmark: vad kan vi göra för att minska problemet. Jönköping: Jordbruksverket. Rapport JO08, 2008. 27.
8. Widell, A. 2003. Avloppsrening i Sverige. Naturvårdsverket.
9. UNEP (2014) Assessing Global Land Use: Balancing Consumption with sustainable supply. A Report of the Working Group on Land and Soils of the International Resource Panel.
10. EUROSTAT. 2015. Farm structure statistics. Eurostat Statistics Explained. European Commission.
11. Svanbäck, A. 2014. Mitigation of phosphorus leaching from agricultural soils. Doktorsavhandling Sveriges lantbruksuniversitet. Acta Universitatis agriculturae Sueciae, 1652-6880 ; 2014:36.
12. Luis, L., et al.2014. 50 year trends in nitrogen use efficiency of world cropping systems: the relationship between yield and nitrogen input to cropland. Environmental Research Letters 9(10): 105011.
13. Tybirk, K., et al. 2013. Sustainable manure management in the Baltic Sea Region. Baltic forum for innovative technologies for sustainable manure management. BalticManure.
14. Paulsen, H., et al. 2013. Determine feeding strategies for reducing P and N content in manure. Baltic forum for innovative technologies for sustainable manure management. BalticManure.
15. Webb, J., et al. 2011. Study on variation of manure N efficiency throughout Europe. AEA Technology plc. ENV.B.1/ETU/2010/0008
16. Damgaard Poulsen, H. et al. 2013. Determine feeding strategies for reducing P and N content in manure. Baltic Forum for Innovative Technologies for Sustainable Manure Management. BalticManure.
17. Jakobsson, C., Steineck, S. 2012. Management of manure on the farm. C. Jakobsson (red) Sustainable Agriculture sid. 125-131. Uppsala universitet.
18. Ulén, B., et al. 2012. Phosphorus load from agricultural land to the Baltic Sea. Sustainable agriculture 2012: 82-101.
19. Oenema, O., Oudendag, D., Velthof, G.L. 2007. Nutrient losses from manure management in the European Union. Livestock Science 112(3): 261-272.
20. Kässi, P. et al. 2013. Economics of manure logistics, separation and land application. Knowledge report - Baltic Forum for Innovative Technologies for Sustainable Manure Management.
21. Ylivainio, K., et al. 2014. Regional P stocks in soil and in animal manure as compared to P requirement of plants in Finland. Baltic forum for innovative technologies for sustainable manure management. BalticManure.
22. EUROSTAT. 2015. Agriculture statistics - the evolution of farm holdings. Eurostat Statistics Explained. European Commission.
23. EUROSTAT. 2015. Agri-environmental indicator - specialisation. Eurostat Statistics Explained. European Commission.
24. Hagg, H.E., et al. 2010. Scenario Analysis on Protein Consumption and Climate Change Effects on Riverine N Export to the Baltic Sea. Environmental Science & Technology 44(7): 2379-2385.
25. EUROSTAT. 2015. Meat production statistics. Eurostat Statistics Explained. European Commission.
26. Andersen, J.H., et al. 2015. Long-term temporal and spatial trends in eutrophication status of the Baltic Sea. Biological Reviews.
27. Backer, H., et al. 2010. HELCOM Baltic Sea Action Plan – A regional programme of measures for the marine environment based on the Ecosystem Approach. Marine Pollution Bulletin 60(5): 642-649.
28. Dahlgren, S., et al. 2015. Restoring waters in the Baltic Sea region. The Boston Consulting Group.
29. Savchuk, O.P., et al. 2008. The Baltic Sea a century ago — a reconstruction from model simulations, verified by observations. Journal of Marine Systems 74(1–2): 485-494.
30. Hoffmann, M., et al. 2000. Leaching of nitrogen in Swedish agriculture — a historical perspective. Agriculture, Ecosystems & Environment 80(3): 277-290.
31. Larsson, U., Elmgren, R., Wulff, F. 1985. Eutrophication and the Baltic Sea: causes and consequences. Ambio 14: 9-14.
32. Carstensen, J., et al. 2014. Deoxygenation of the Baltic Sea during the last century. Proceedings of the National Academy of Sciences 11(15): 5628-5633.
33. Bernes, C., Bingman, I. 1988. Östersjön och Väster-havet: livsmiljöer i förändring. Monitor 1988. Naturvårdsverket.
34. Bernes, C. 2005. Förändringar under ytan–Sveriges havsmiljö granskad på djupet. Monitor 19. Naturvårdsverket.

Referenser till figurer och diagram:

Andersen, J.H., et al. 2015. Long-term temporal and spatial trends in eutrophication status of the Baltic Sea. Biological Reviews.

Dahlgren, S., et al. 2015. Restoring waters in the Baltic Sea region. The Boston Consulting Group.

EUROSTAT. 2015. European Commission.

FAOSTAT. 2015. Food and Agrcultural Organization of the United Nations.

Gustafsson, B.G., et al. 2012. Reconstructing the Development of Baltic Sea Eutrophication 1850-2006. Ambio 41(6): 534-548.

Hong et al. 2012. Evaluating regional variation of net anthropogenic nitrogen and phosphorus inputs (NANI/NAPI), major drivers, nutrient retention pattern and management implications in the multinational areas of Baltic Sea basin. Ecological Modelling 227.

Humborg, C., et al. 2015. Environmental Impacts—Freshwater Biogeochemistry. Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin: 307-336. Springer.

HYDE 2011. History Database of the Global Environment. Netherlands Environmental Assessment Agency.

RECOCA, Baltic Nest Institute. http://nest.su.se/bed/ACKNOWLE.shtml.

HELCOM 2015. Updated Fifth Baltic Sea pollution load compilation (PLC-5.5). Baltic Sea Environment Proceedings No. 145.

Syers, J.K. et al 2008. Efficiency of soil and fertilizer phosphorus use. FAO Fertilizer and plant nutrition bulletin 18.

Människan, näringen och havet

Näringstillförseln till Östersjön har ökat under 1900-talet, vilket lett till ökande problem med övergödning. Under 1970-talet initierades en omfattande och systematisk övervakning av havsmiljöns tillstånd. Åtgärder sattes in, från början främst med fokus på punktutsläpp från avlopp och industrier. Under senare tid har åtgärder även satts in för de mer svårhanterliga diffusa utsläppen, som till övervägande del härrör från jordbruket.

Östersjöns speciella förhållanden gör dock att förbättringen tar tid, och det är först de senaste åren som ekosystemet börjat visa tecken på återhämtning. Åtgärder kostar stora summor, och samtidigt kostar det att inte förbättra situationen – i termer av minskad fiskproduktion, minskade intäkter av turism i havsbandet och ett förändrat ekosystem. Problemet är komplext, och för att komma till rätta med det krävs samarbete mellan nio vitt skilda länder, som alla är med och påverkar miljötillståndet i det gemensamma innanhavet Östersjön.

Stockholms universitets Östersjöcentrum

Stockholms universitets Östersjöcentrum är en länk mellan forskning och förvaltning. En unik kombination av experter och kommunikatörer som i samverkan med andra marina forskare ska öka kunskapen om Östersjön och förbättra samhällets åtgärder mot miljöproblemen. Vi syntetiserar och förmedlar forskningens resultat till rätt plats i samhället.

Vid Stockholms universitet har framgångsrik forskning och utbildning om havet bedrivits i över fem decennium. Här utförs världsledande Östersjöforskning, men även forskning i andra svenska havsområden, i tropiska hav och i polarområdena. Forskningen bidrar i sin tur till universitetets breda utbud av marina kurser och utbildningar.

Vetenskap och kommunikation med havet i fokus
08-16 37 18 | ostersjocentrum@su.se | su.se/ostersjocentrum

Östersjöcentrum
Stockholms universitet