

**ING-MARIE GREN
TORE SÖDERQVIST
FREDRIK WULFF**

Lönar det sig att rena Östersjön?

Ökningen av den antropogena tillförseln av näringsämnen kväve och fosfor till Östersjön beräknas vara fyrfaldig respektive åttafaldig sedan sekelskiftet. Den eutrofiering (övergödning) som har uppstått har ett flertal negativa effekter för människa och miljö, t ex ett grumligare hav, syrefria bottenar och hämmad reproduktion av torsk. Att återställa balansen i havet kräver en kraftig minskning av tillförseln av näringsämnen. I denna artikel analyseras huruvida en halvering av tillförseln skulle medföra en välfärdsvinst för länderna kring Östersjön. Resultaten pekar på en knapp vinst; intäkterna beräknas uppgå till 31 500 Mkrlår och kostnaderna till 31 000 Mkrlår. Beräkningarna baseras på ett flertal starka antaganden och bör därför tolkas med försiktighet.

Sveriges historia har till största delen utspelat sig kring och på Östersjön. *Figur 1*

Docent ING-MARIE GREN och ekon dr TORE SÖDERQVIST är verksamma vid Beijerinstitutet för ekologisk ekonomi, Kungl. Vetenskapsakademien, Stockholm. Grens forskning berör framför allt frågor om kostnadseffektiva miljöregleringar, värdering av komplexa ekosystem och tillämpningar av miljöpolitiska styrmedel. Söderqvist har främst arbetat med ekonomisk värdering av varor och tjänster som inte är direkt marknadsprissatta. FREDRIK WULFF är professor i marin systemekologi vid Stockholms universitet. Hans forskning är centrerad kring förståelsen av hur olika biogeokemiska processer bygger upp och kontrollerar marina ekosystem.

visar detta Nordens medelhav i vidsträckt mening, från det relativt salta tröskelhavet Kattegatt och de trånga passagerna Öresund och Bälten till de nästan sötvattenlika inre delarna av Bottenviken och Finska viken. Kartan visar även gränsen för Östersjöns tillrinningsområde, vars 1,75 miljoner km² befolkas av ca 85 miljoner människor i fjorton länder. Allt vatten som från land når Östersjön har sitt tillflöde inom detta område.

Östersjön har dock inte bara varit navet för Sveriges historia i vanlig mening. Östersjön är också ett arkiv som kan berättat om människans aktiviteter i Sverige och andra Östersjöländer. I botten sedimenten finns varierande halter av giftiga ämnen som t ex DDT, PCB och tungmetaller, och analyser av sedimenten visar att ytan syrefria bottenar har trefaldigats sedan 1950 (Jonsson [1992]). I viss mån är syrebrist ett naturligt fenomen i Östersjöns djuphavshålor, vars salta, tunga bottenvattnen blandas med syrerikt vatten endast vid sällsynta saltvatteninbrott från Västerhavet. Östersjöns ytvatten är visserligen syrerikt till följd av gasutbyte med luften,

men saltfattigt ytvatten låter sig inte lätt blandas med saltrikt bottenvattnet. Ökningen av syreförbrukningen över vad som kan bedömas vara en naturlig nivå, och den därmed ökade känsligheten för brist på saltvatteninbrott, är ett tecken på havets eutrofiering (övergödning). En större tillgång på näringsämnen som kväve och fosfor gynnar havets produktion av alger och plankton. Å andra sidan ökar även mängden dött material att bryta ned, och denna process är syrekrävande. Syrebrist har dock inte enbart drabbat djuphålur som Landsorts- och Gotlandsdjupen i egentliga Östersjön, utan även det grunda Kattegatt, där bottendjur som havskräfta och sjöstjärna strukit med och spolats upp på stränderna (Baden m fl [1990]).

Orsaken till eutrofieringen får sökas hos människans aktiviteter – ökningen av antropogen tillförsel av fosfor och kväve till Östersjön beräknas vara åttafaldig respektive fyrfaldig sedan sekelskiftet (Larsson m fl [1985]). Ökningstakten i tillförseln accelererade under 1950- och 60-talen, då användningen av handelsgödsel och förbränningen av fossila bränslen i transporter och energiframställning intensifierades. Vidare har utdikningen av våtmarker för att ytterligare höja jordbruks- och skogsproduktionen inneburit en försämrad förmåga att kvarhålla näringsämnen till lands.

Eutrofieringen förmodas bidra till de intensiva algbloomingarna i Östersjön under varma sommarveckor. Vidare ger den ökade biologiska produktionen ett grumligare hav. Blåstången drabbas av det minskade siktdjupet, men fintrådiga alger som grönslicken gynnas och gör klippstränderna otrivsammare. Mer näring är av godo för vissa fiskarter, men den minskade syretillgången hämmar östersjötorskens fortplantning.

Redan 1974 manifesterades en insikt om behov av åtgärder mot eutrofieringen, och en önskan att genomföra dessa, genom den s k Helsingforskonventionen. Se-

dan dess har Helsingforskommissionen (HELCOM) samordnat insatser för övervakning av Östersjöns tillstånd och initierat åtgärder. Ett viktigt steg utgörs av en ministeröverenskommelse om att halvera tillförseln av näringsämnen till Östersjön (HELCOM [1993]). Med vad kostar detta? Hur skall en sådan överenskommelse infrias till lägsta kostnad? Är åtgärderna värda sitt pris? Vad är nettoeffekten på människors välfärd?

Ett tvärvetenskapligt forskningsprojekt har försökt ge svar på dessa frågor.¹ Projektet kan betraktas som unikt så till vida att det inte verkar finnas någon studie som har undersökt ett område på samma storskaliga nivå som Östersjön och dess tillrinningsområde och som dessutom har knutit ihop åtgärdskostnader med nyttan som åtgärderna ger upphov till. I och för sig är detta inte överraskande, eftersom projektet stötte på en rad problem. Denna artikel sammanfattar några av projektets resultat, se Gren m fl [1996] för detaljer. Nästa avsnitt presenterar bl a kostnads-kattningar och kostnadseffektiva kombinationer av åtgärder. Sedan diskuterar vi hur en minskad kväve- och fosfortillförsel är relaterad till minskade eutrofieringseffekter. Därefter analyseras nyttan av en minskad eutrofiering. Artikeln avrundas med en sammanfattande diskussion om kostnader och nytta för olika länder.

Kostnader för minskad tillförsel av näringsämnen

Syftet med åtgärder mot eutrofieringen är att uppnå biologiska förbättringar av Östersjön såsom minskad algblooming och ökad reproduktion av torsk. Definitionen av kostnadseffektivitet är att ett givet resultat, i detta fall miljömål uttryckta i biologiska parametrar som tex algblooming, uppnås till lägsta kostnad. Detta kräver kunskap om kostnaderna för samtliga

¹ Projektet kunde genomföras tack vare medel från FRN, Naturvårdsverket och EU.

åtgärder som kan minska tillförseln av näringsämnen och åtgärdernas biologiska effekter på Östersjön. Biologiska och kemiska processer av näringsämnena ger olika resultat i olika delar av havet, vilket betyder att åtgärdernas biologiska effekter troligen varierar mellan olika kustzoner. Denna variation kunde tyvärr inte analyseras närmare på grund av brist på data om sambanden mellan tillförsel av näringsämnen och biologiska effekter i olika kustzoner. Miljömålet formulerades därför i stället som olika nivåer på minskningar av tillförseln av näringsämnen till kustzonen.

I syfte att beräkna kostnadseffektiva reduktioner av näringsämnen till kustzonen är det nödvändigt att känna till kostnaden för åtgärden vid källan, t ex ett reningsverk eller ett jordbruk, och effekten av åtgärden på tillförseln av näringsämnen till kusten. Detta är inget problem för åtgärder som utförs vid kusten, t ex en ökning av reningsgraden i ett reningsverk med utsläpp direkt till kustvattnet. En ökning av reningsgraden motsvarande en minskning av utsläppen av näringsämnen med 1 kg medför att tillförseln till kustvattnet också minskar med 1 kg. Däremot är det betydligt svårare att förutsäga effekten på kustvattnet av 1 kg utsläppsminskning i en källa belägen uppströms i något av Östersjöns deltillrinningsområden. Anledningen är att näringsämnena omvandlas under transporten från källan till kusten. Endast en del av den utsläppsminskning som sker vid källan kommer därmed kustvattnet till godo. Hur stor denna del är påverkar kostnaderna för att minska tillförseln av näringsämnen till Östersjön.

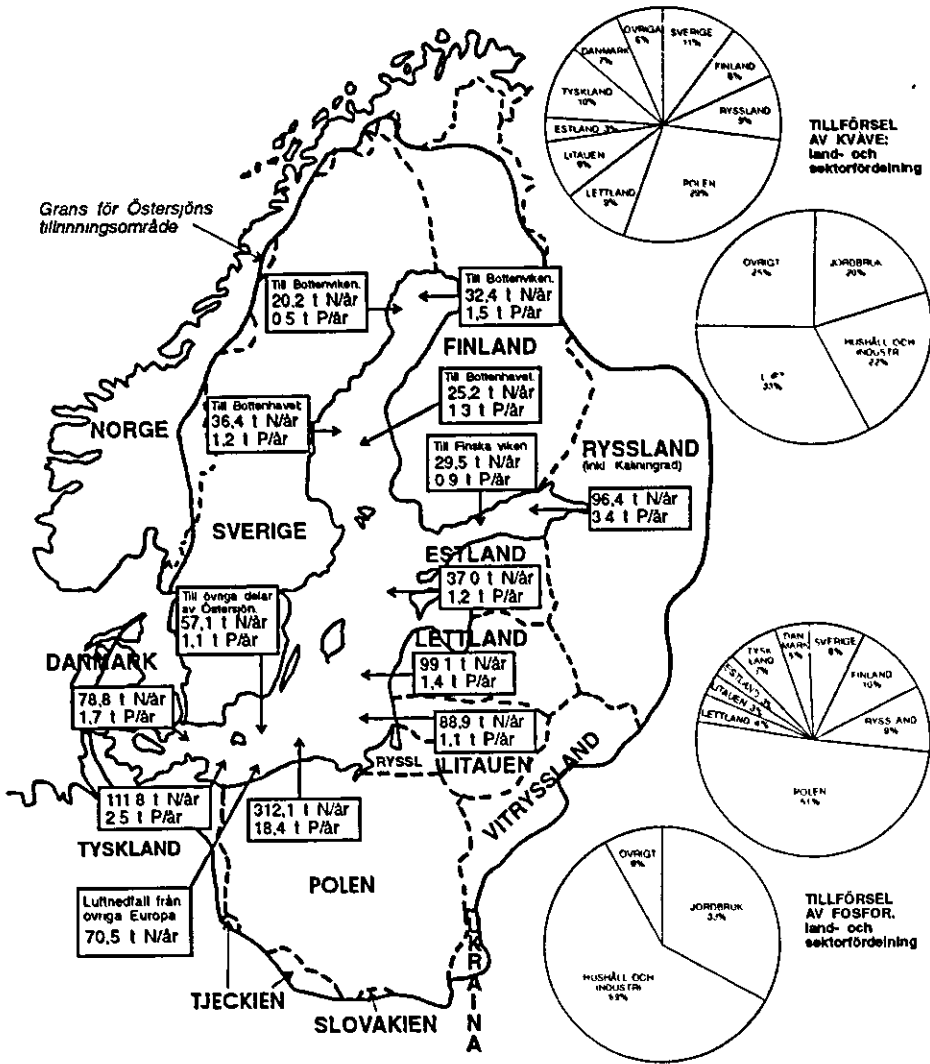
Ändamålsenliga beräkningar av kostnader för minskningar i tillförsel av kväve och fosfor till Östersjöns kustvatten kräver således information – för samtliga möjliga åtgärder – inte bara om kostnaderna för själva åtgärden, utan även om sambanden mellan utsläppsreduktion uppströms och minskad tillförsel av näringsämnen till kustvattnet. Att få information om dessa samband visade sig vara ett av de största

problemen för projektet. Uppgifter om kväve- och fosforkoncentrationer i flodmynningar finns tillgängliga för 92 tillrinningsområden (Hallin [1994]). Information om luftutsläpp finns endast ländervis. Dessutom saknas detaljer om hur näringsämnena transporteras via luft, mark och vatten från olika tillrinningsområden till Östersjön. Bristen på data gjorde det nödvändigt med egna beräkningar av sambanden mellan utsläpp och deposition i havet, se Gren m fl [1995] för detaljer. Av *Figur 1* framgår den beräknade årliga tillförseln av kväve och fosfor från olika delar av tillrinningsområdet. Cirkeldiagrammen illustrerar tillförselns land- och sektorfördelning. Beräkningarna vilar på en mängd antaganden. Följaktligen är även kostnadsberäkningarna osäkra, vilket illustreras nedan med känslighetsanalyser.

Den beräknade totala årliga tillförseln uppgår till 1 095 000 ton kväve respektive 36 000 ton fosfor. Luftdepositionen av kväve – kväveoxider och ammoniak – består av dels den direkta depositionen på Östersjön, dels den indirekta som uppstår när luftnedfall inom Östersjöns tillrinningsområde transporteras vidare till havet. I *Figur 1* har utsläpp till luften av ammoniak från jordbrukets stallgödselhantering hänförs till luftdeposition. Om de i stället inkluderas i jordbrukets påverkan stiger denna sektors andel av total kvävetillförsel från 20 procent till 34 procent.

Av *Figur 1* framgår att jordbruket, industrin och hushållen svarar för stora andelar av den totala tillförseln av både kväve och fosfor till Östersjön. Åtgärder som minskar tillförseln av näringsämnen från dessa sektorer torde därför ingå som en del i kostnadseffektiva reduktioner av kväve och fosfor. De åtgärder som studerades i projektet var följande: (1) byggande eller förbättring av reningsverk, (2) förändrade jordbruksmetoder, bl a innefattande minskad användning av handelsgödsel, spridning av gödsel på våren i stället för på hösten, färre kreatur och ökad odling av höstgrödor, (3) rening av utsläpp till luften från

Figur 1 Östersjöns tillrinningsområde och tillförseln av kväve (N) och fosfor (P) till havet, tusentals ton per år



transporter och stationära förbränningsanläggningar genom minskad användning av oljeprodukter, installation av katalysatorer i bilar och fartyg samt reningstekniker i stationära förbränningsanläggningar. Dessutom inkluderas en metod som innebär en kvarhållning av näringsämnen under transporten från en utläppskälla till Östersjöns kust, nämligen (4) anläggning av våtmarker.

För sammanlagt 14 delavrinningsområden skattades kostnader för 13 olika metoder att minska tillförseln av kväve till Östersjön och 8 åtgärder som minskar tillförseln av fosfor. För en beskrivning av skattningarna hänvisas till Gren m fl [1995]. Resultaten pekar på att kostnaderna för en marginell minskning av tillförseln av näringsämnen till Östersjön varierar kraftigt, mellan 7 och 9 500 kr/kg kvävereduktion respektive mellan 20 och 6 700 kr/kg fosforreduktion. Byggande eller förbättring av reningsverk är en lågkostnadsåtgärd i de flesta områdena. Vidare är marginalkostnaderna för att anlägga våtmarker tämligen låga. Detsamma gäller vissa kvävereduktioner inom jordbruket, närmare bestämt minskad användning av kvävekonstgödning och odling av fånggrödor. Att rena luftutsläpp är däremot relativt dyrbart eftersom Östersjön drar nytta av endast en mindre del av sådana åtgärder.

För att uppnå kostnadseffektiva reduktioner av kväve och fosfor skall lågkostnadsåtgärderna självklart utnyttjas så mycket som möjligt. För att uppfylla måttliga ambitioner på minskningar av tillförseln av näringsämnen till Östersjön är dessa åtgärder tillräckliga. Det möjliga utnyttjandet av lågkostnadsåtgärder, och även andra åtgärder, är emellertid begränsat. Hushållens utsläpp av kväve och fosfor kan t ex inte reduceras med mer än en viss andel av totalutsläppen. Sådana restriktioner gör att totalkostnaderna ökar kraftigt vid reduktionsnivåer som inte kan uppnås genom att använda de relativt billiga åtgärderna. *Figur 2* redovisar de skat-

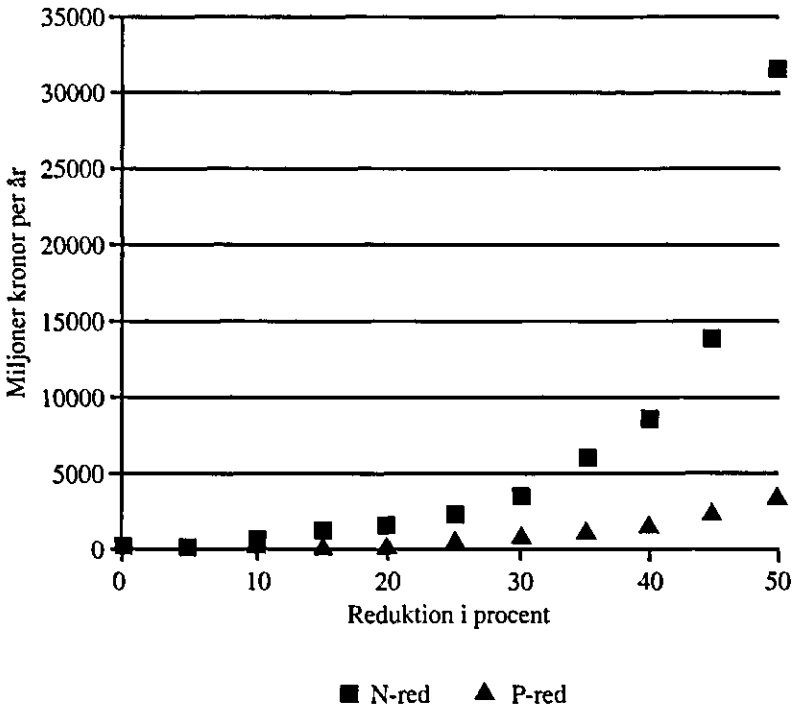
tade totalkostnaderna för kostnadseffektiva reduktioner av kväve- respektive fosfortillförseln till Östersjön.

Av figuren framgår att kostnaderna för kvävereduktioner är betydligt högre än kostnaderna för samma procentuella minskningar av fosfortillförseln. Orsaken är att en stor del av fosforminskningarna kan åstadkommas genom en förhållandevis billig åtgärd som dessutom ger full effekt till havet: att bygga eller förbättra reningsverk vid kusten. Figuren visar vidare att totalkostnaderna ökar snabbt för större minskningar av tillförseln än 40 procent. Minimikostnaden för att halvera tillförseln uppgår till ca 31 000 Mkr/år för kväve och 3 500 Mkr/år för fosfor. Observera att det rör sig om en halvering av den *totala* tillförseln till Östersjön utan några separata mål för enskilda länder. Kostnaderna skulle fördubblas om en halvering uppnås genom att tillförseln från varje land runt Östersjön reduceras med 50 procent. Lagg även märke till att dessa skattningar inte tar hänsyn till att vissa åtgärder ger upphov till minskningar av både kväve- och fosfortillförseln. Om beslut om kväve- och fosforreduktioner tas samtidigt snarare än separat nås en kostnadsbesparing på drygt 3 000 Mkr/år. Orsaken är en omallokering från åtgärder som påverkar endast ett av näringsämnena till åtgärder med simultan effekt på både kväve och fosfor, som t ex anläggning av våtmarker.

Den kostnadseffektiva kombinationen av åtgärder för en halvering av tillförseln illustreras av *Figur 3*. Som väntat dominerar byggnation och förbättring av reningsverk i fallet fosfor; denna åtgärd står i den kostnadseffektiva kombinationen för ca 65 procent av den totala minskningen av fosfortillförseln. Reduktionen av kväve är jämnare fördelad mellan olika åtgärdstyper.

De redovisade kostnadsberäkningarna varierar kraftigt vid ändrade antaganden om transporter av näringsämnen i delavrinningsområdena och om tillgängligheten av lågkostnadsåtgärder. Om exempelvis kvarhållningen av kväve i Estland,

Figur 2 Lägsta kostnader för reduktioner av kväve (N) och fosfor (P)



Lettland, Litauen, Polen och Ryssland minskar så att andelen av utsläppen som når Östersjön i dessa länder ökar från 0,2 till 0,4 sjunker kostnaden för en halverad kvävetillförsel från 31 000 Mkr/år till ca 18 000 Mkr/år. Om läckageeffekten av åtgärder inom jordbruket sjunker med 25 procent jämfört med basantagandena stiger kostnaderna för fosfor- och kvävereduktioner med 200 respektive 30 procent. Vidare fördubblas kostnaderna om tillgängligheten av våtmarker minskar med en fjärdedel.

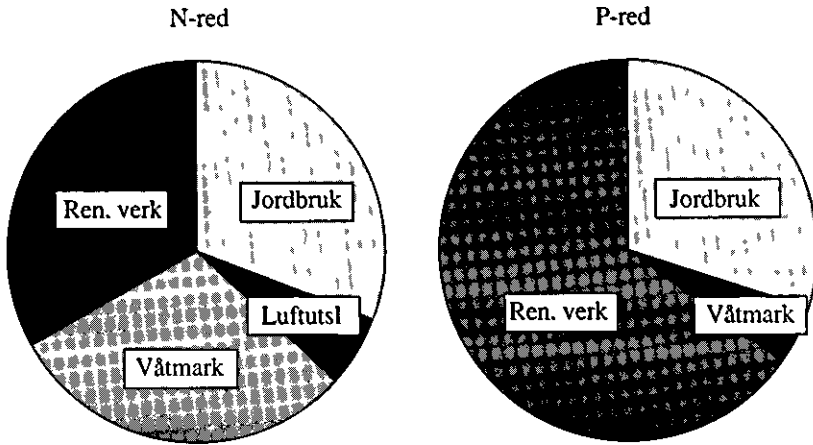
Påverkan på Östersjön

Inledningen nämndes ett antal konsekvenser av eutrofieringen av Östersjön. Vi återvänder nu till sambanden mellan tillförseln av näringsämnen och olika eutrofieringseffekter. Hur produktionen av alger och plankton påverkas av en minskad tillgång på näringsämnen beror på vilket ämne som

är begränsande för produktionen. I vissa delar av Östersjön är kväve begränsande, i andra delar fosfor. Detta innebär att de ekologiska konsekvenserna av en viss reduktion av näringsämnen skiljer sig åt mellan olika delar av Östersjön. En prognos av de ekologiska konsekvenserna måste dock även ta hänsyn till att näringsämnen transporteras mellan olika delar av Östersjön. En minskning av näringstillförseln till en viss del av Östersjön påverkar således även näringstillgången i andra delar.

Sambandet mellan närsaltkoncentrationer och belastning för olika delar av Östersjön har beskrivits i budgetberäkningar och modeller. En modell som beskriver flöden av kväve, fosfor och vatten och de biogeokemiska kretsloppen av näringsämnen i egentliga Östersjön utvidgades till att också inkludera Bottenhavet och Bottenviken. Även om eutrofieringen i huvudsak är ett problem i egentliga Östersjön sker det betydande transporter av näringsämnen

Figur 3 Fördelningen av åtgärder vid en kostnadseffektiv halvering av tillförseln av näringsämnen



mellan Östersjöns delbassänger, som dessutom har olika egenskaper när det gäller förmågan att processa kväve och fosfor. En ekologisk-ekonomisk analys måste ta hänsyn till var i Östersjöregionen utsläppen sker eftersom de fysiska och ekologiska förutsättningarna varierar. Dessutom råder skillnader i tex markanvändning, ekonomi och teknologi mellan regionens olika länder.

Figur 4 visar resultat från modellsimuleringar för ett fall då tillförseln till egentliga Östersjön av både kväve och fosfor halveras. Motsvarande simuleringar kan naturligtvis göras för mindre och större reduktioner av kväve och fosfor, se Gren m fl [1996]. Halveringen av tillförseln antas inträffa år 2000 och förändringarna i koncentrationer visas till och med det år då ett nytt stabilt läge inträffar. Kvävekoncentrationerna når detta läge inom tio år, men fosforkoncentrationerna tar längre tid på sig, ca 25 år. Orsaken är att denitrifikationsprocesser i Östersjön utgör en effektiv kvävesänka, medan fosforsänkor fungerar mindre bra i ett brackvattenhav som Östersjön.

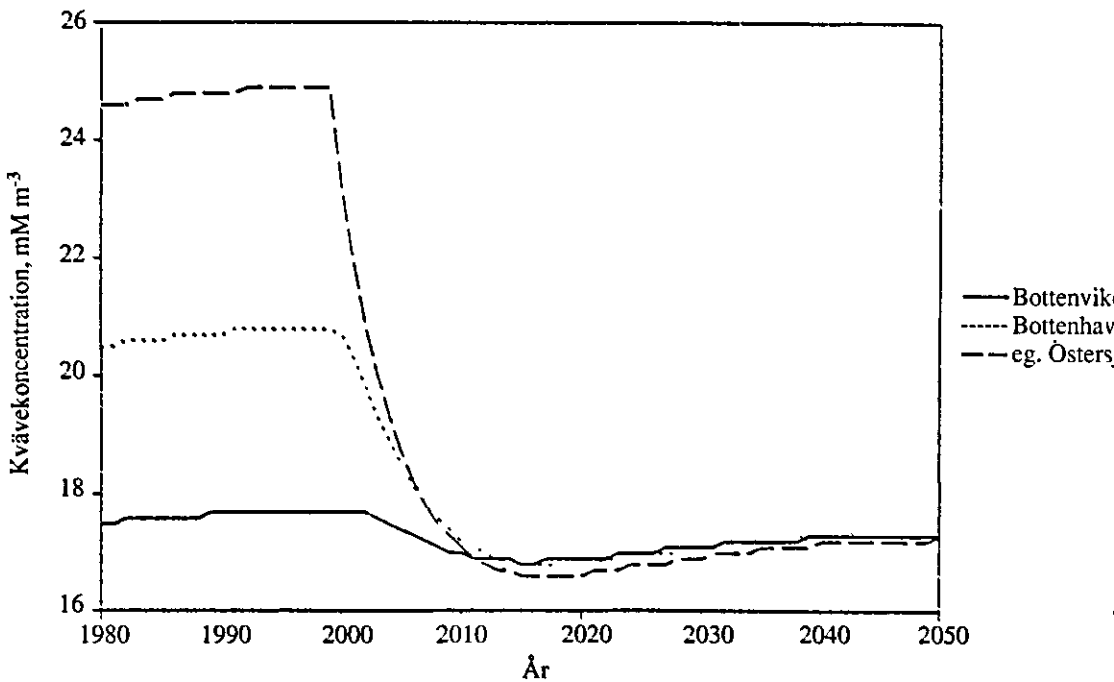
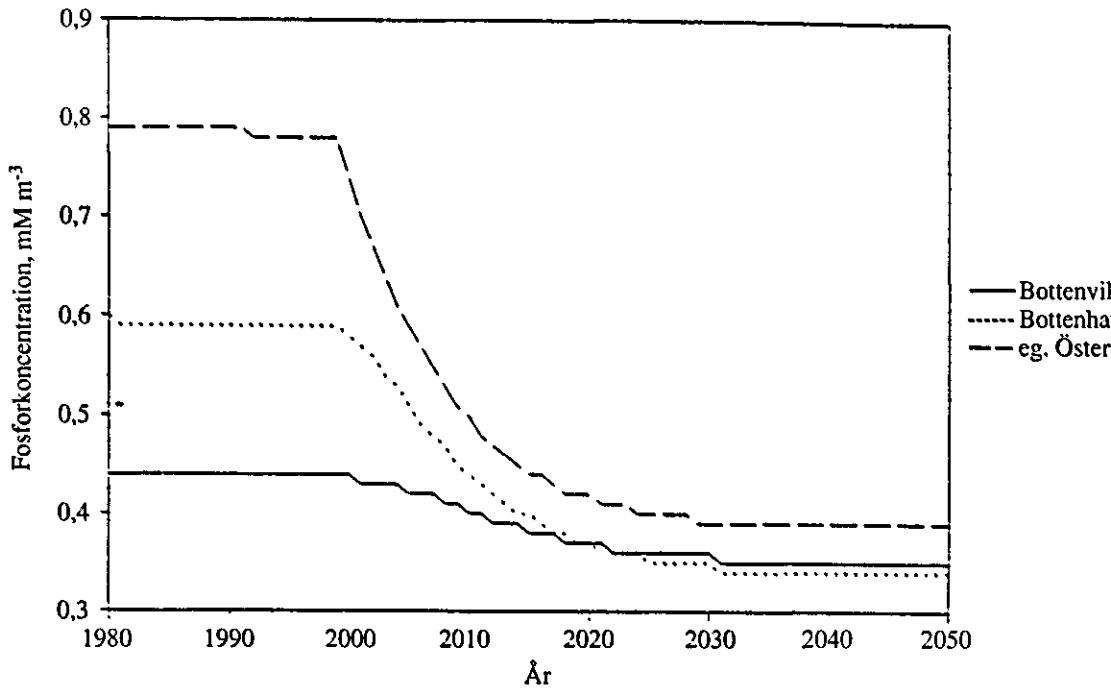
Modellsimuleringar av detta slag ger värdefulla indikationer, men egentligen kvantitativ information enbart om ett vik-

tigt samband, det mellan tillförsel och koncentrationer. För sambanden mellan koncentrationer och eutrofieringseffekter är vi hänvisade till kvalitativa resonemang. Den kvantitativa informationen om effekterna på Östersjön vid olika koncentrationer av kväve och fosfor är fortfarande mycket begränsad. I vår studie valde vi därför att förenkla saken genom att konstatera att de nya stabila lägena i Figur 4 överensstämmer grovt med koncentrationerna i Östersjön under 1960-talet, d v s innan konsekvenserna av eutrofieringen blev uppenbara. Med dessa koncentrationer kan en mindre produktion av alger och plankton förväntas, och således färre episoder med syrefria bottenar. Troligen skulle även minskningen av fosforkoncentrationerna innebära mindre intensiva algbloomingar under sensomrarna. I fortsättningen antar vi därför att en halvering av näringstillförseln till Östersjön skulle vara tillräcklig för att lösa eutrofieringsproblemet.

Nyttan av en minskad eutrofiering

Hur stora är fördelarna av en minskad eutrofiering i förhållande till kostnaderna för att åstadkomma en minskning? Givet den

Figur 3 Fördelningen av åtgärder vid en kostnadseffektiv halvering av tillförseln av näringsämnen



sedvanliga ekonomiska utgångspunkten att "fördelar" är välfärdsvinster för individer skulle en idealsituation för en skattning av nettovinsten kännetecknas av tillgång på detaljerad och kvantitativ information om sambanden mellan utsläpp av näringsämnen, eutrofiering och eutrofieringens konsekvenser för de ekologiska systemens tillhandahållande av nyttigheter ("ekologiska tjänster") för människor. Med hjälp av en modell som inkluderar dessa samband skulle det gå att skatta hur utbudet på en viss ekologisk tjänst påverkas av en viss utsläppsreduktion. Sedan kan förändringen i utbudet värderas genom att studera marknaden för den ekologiska tjänsten ifråga. I det mycket vanliga fall då ekologiska tjänster inte är föremål för prissättning på någon marknad finns ett batteri av värderingsmetoder att använda sig av. Se Freeman [1993] för en beskrivning av dessa metoder. Söderqvist [1996a] ger en översikt av svenska tillämpningar.

Som framgick av föregående avsnitt befinner vi oss dessvärre långt från idealsituationen i dagens läge. Detta medför att en skattning av nyttan av en minskad eutrofiering endast kan bli grov eller ofullständig. Tack vare en resekostnadsstudie av Sandström [1996] finns viss information om vad en minskad övergödning skulle betyda i form av rekreationsnytta för svenskarna. Men för att åtminstone få någon fingervisning om den *totala* nyttan skapades en hypotetisk marknadssituation genom samordnade tillämpningar av "contingent valuation" (CV)-metoden i Polen och Sverige. Tanken var att studier i åtminstone en f d planekonomi (Polen) och i åtminstone en etablerad marknadsekonomi (Sverige) skulle ge data som inte bara är representativa för dessa två länder, utan möjligen även för dessa två grupper av ekonomier runt Östersjön.

CV-metoden går ut på att i intervju- eller enkätform beskriva en förändring i utbudet av den tjänst för vilken det ekonomiska värdet söks för ett urval personer.

Sedan ställs frågor om personernas betalningsvilja för ett förverkligande av förändringen. Faktiska marknadstransaktioner äger dock inte rum. Personernas svar befinns av den information som de får genom undersökningen eller genom egen kunskap och egna erfarenheter. Svaren uttrycker därmed den nytta som respondenterna för tillfället uppfattar – vid en skattning av "total" nytta blir det alltså fråga om "total" i en speciell mening. En modellering à la idealsituationen ovan kan göra det möjligt att identifiera nyttans faktiska komponenter.

I de polska och svenska CV-tillämpningarna användes en rad olika uppläggningar, både vad gäller frågor och undersökningsmetodik. De resultat som redovisas här erhöles från en polsk och en svensk studie med i det närmaste identisk uppläggning, se Markowska & Zylicz [1996] och Söderqvist [1996b] för detaljer. För dessa två studier utvecklades ett frågeformulär som under första halvåret 1995 sändes ut per post till ett slumpmässigt urval av 600 polacker och 700 svenskar. Svarsfrekvensen blev drygt 50 procent respektive drygt 60 procent.

Formuläret inleddes med grundläggande fakta om eutrofieringen av Östersjön och dess effekter och frågor om bl a respondenternas nyttjande av Östersjön, deras kunskap om och eventuella erfarenhet av eutrofieringens effekter. Sedan följde ett värderingsscenario i vilket respondenterna ombads att anta följande: (1) ett internationellt åtgärds paket mot eutrofieringen har föreslagits. Om inga åtgärder vidtas ökar risken för att eutrofieringens effekter blir allt mer utbredda; (2) kostnadseffektiva åtgärder skulle vidtas; (3) åtgärderna skulle finansieras genom att en särskild miljöskatt för hushåll, jordbrukare, företag m fl införs i alla länder runt Östersjön. De insamlade skattepengarna skulle öronmärkas för Östersjön; och (4) åtgärderna skulle leda till att eutrofieringen om 20 år har minskat till en nivå som Östersjön tål.

Beskrivningen av själva åtgärds paketet var mycket allmänt hållen för att minska risken att respondenterna vägde in sina egna eventuella åtgärds kostnader i bedömningen av betalningsviljan för minskade eutrofieringseffekter. Efter scenariot ställdes följande fråga: "Antag att det skulle hållas en folkomröstning i Sverige om att sätta igång med åtgärds paketet eller ej. Skulle du rösta JA eller NEJ till åtgärds paketet om miljöskatten för dig skulle vara X kr per år i 20 år?"

Beloppet X varierades slumpmässigt mellan de utvalda personerna. I den svenska undersökningen användes sju olika belopp från 1 000 till 25 000 kr. Resultaten tyder på att det belopp som skulle samla en majoritet för åtgärds paketet ligger mellan 2 000 och 4 000 kr. Drygt 10 procent av respondenterna röstade "ja" till de högsta beloppen (15 000 och 25 000 kr), och det bör ifrågasättas om de skulle betala belopp av denna storlek i verkligheten. En uppföljning i liten skala med hjälp av telefonintervjuer med några av respondenterna som röstade "ja" till det högsta beloppet indikerade osäkerhet på "ja"-rösten, men å andra sidan ville ingen av dem ta tillbaka den helt. CV-metodens hypotetiska karaktär är ett allmänt motiv för försiktiga skattningar av betalningsviljan, men samtidigt är en hög betalningsvilja i denna tillämpning knappast överraskande, eftersom många svenskar står i nära kontakt med Östersjön. En majoritet av respondenterna badade under 1993 och 1994 åtminstone någon gång i Östersjön, något mindre än hälften semestrade vid eller nära Östersjön under dessa år och mer än en tredjedel tyckte sig bo på ett kort och bekvämt avstånd från Östersjön. Vidare sade sig tre av tio ha personlig erfarenhet av eutrofieringseffekter. Enkätresultaten tyder också på att storskaliga miljöproblem som eutrofieringen av Östersjön och försumningen ses som lika allvarliga problem för Sverige som arbetslöshet och budgetunderskott.

Ekonometrisk analys användes för att

skatta respondenternas medelbetalningsvilja. För att få försiktiga skattningar antogs respondenter som angav fundamentala invändningar mot värderingsscenariot ha en medelbetalningsvilja på noll kr. Det samma antogs gälla för de utvalda personer som inte besvarade enkäten. Detta gav en medelbetalningsvilja på 3 000 kr per vuxen svensk för åtgärds paketets första år. Motsvarande skattning per vuxen polack blev 300 kr. Låt oss nu göra de spektakulära antagandena att skattningen för Sverige är representativ även för Danmark, Finland och Tyskland och att skattningen för Polen är representativ även för Estland, Lettland, Litauen och Ryssland. En justering efter skillnaden i BNP *per capita* mellan de olika länderna och en aggregering efter befolkningsstorleken i den del av varje land som ingår i Östersjöns tillrinningsområde leder till skattningarna i *Tabell 1*. Slutresultatet blir en skattning av den totala nyttan för hela Östersjöregionen av en minskad eutrofiering på drygt 31 000 Mkr/år.

Diskussion

Tabell 2 sammanfattar skattningarna av minimikostnaden för att halvera tillförseln av kväve och fosfor till Östersjön och nyttan av de minskade eutrofieringseffekter som en halvering bedöms leda till. Enligt resultaten tar nettovinster och nettoförluster för enskilda länder i stort sett ut varandra. Nettovinsterna plockas framför allt hem av de etablerade marknadsekonomierna Danmark, Finland och Sverige. Nettovinsten för Tyskland skulle troligen öka betydligt om de tyskar som bor utanför Östersjöns tillrinningsområde, men som likväl nyttjar Östersjön, tas med i kalkylen. Estland, Lettland, Litauen och Polen verkar däremot drabbas av nettoförluster.

Av *Tabell 2* framgår vidare att den kostnadseffektiva kombinationen av åtgärder innebär att den procentuella reduktionen av utsläpp av näringsämnen varierar mel-

Tabell 1 Skattad nytta av en minskad eutrofiering

Land	Betalningsvilja per år och person ^a (kr)	Nationell betalningsvilja, år 1 ^b (Mkr)	Summa nuvärde av nationell betalningsvilja ^c , (Mkr)	Nationell betalningsvilja, nuvärde per år, (Mkr)
<i>F d planekonomier</i>				
Estland	375	423	4 476	224
Lettland	257	497	5 260	263
Litauen	182	477	5 050	253
Polen	300	7 842	83 077	4 154
Ryssland	246	1 782	18 883	944
<i>Etablerade marknadsekonomier</i>				
Danmark	3 515	12 131	128 514	6 426
Finland	2 229	8 369	88 661	4 433
Sverige	3 000	19 893	210 750	10 537
Tyskland	3 334	8 104	85 852	4 293
Summa		59 518	630 523	31 527

^a För de f d planekonomierna multiplicerades den skattade medelbetalningsviljan för Polen (300 kr) med kvoten mellan respektive lands BNP *per capita* (vid kopkraftsparitet, PPP) och Polens BNP *per capita* (vid PPP). För de etablerade marknadsekonomierna användes den skattade medelbetalningsviljan för Sverige (3 000 kr) och Sveriges BNP *per capita* (vid PPP) på motsvarande sätt. BNP-skattningarna är desamma som användes av Markowska & Zyllicz [1996, s 25].

^b Den skattade medelbetalningsviljan per år och person multiplicerad med antalet vuxna invånare i den del av respektive land som ingår i Östersjöns tillrinningsområde. Befolkningsdata hämtades från Sweitzer m fl [1996].

^c Tidshorisont: 20 år. Diskonteringsränta: 7 procent (samma räntesats användes i kostnadsskattningarna).

lan 39 (Tyskland) och 63 procent (Polen). Som nämndes tidigare fördubblas de totala kostnaderna om en halvering i stället uppnås genom att utsläppen reduceras med 50 procent i varje land. Totalresultatet för Östersjöregionen förvandlas då till en klar nettoförlust. Kostnadsökningen beror på de kostsamma åtgärder som i så fall skulle införas i Sverige och Tyskland. Däremot skulle flera länder som i den kostnadseffektiva lösningen mer än halverar sina utsläpp kunna minska sina kostnader i ett fall med halvering på nationell nivå.

Det förefaller alltså som om stora besparingar kan göras genom att slopa symboliska nationella mål och i stället ha kostnadseffektivitet som ledstjärna. Däremot kan det vara besvärligt att få till stånd en

kostnadseffektiv situation utan sidobetalningar från nettovinnare till nettoförlorare. Sidobetalningarna kan dock vara värda sitt pris, eftersom även tex svenskarna drar nytta av den minskade eutrofiering som kan åstadkommas genom minskade utsläpp från tex Polen.

Osäkerheten i såväl kostnads- som nyttskattningarna gör att resultaten måste tolkas med stor försiktighet. Dessutom inkluderar kostnadsskattningarna inte de kostnader som uppstår för att administrera åtgärdspaketet inklusive den nya beskattningen. Å andra sidan leder vissa av åtgärderna till bieffekter som förbättrad grundvattenkvalitet, minskad övergödning av sjöar och vattendrag och minskad försurning. Värdet av dessa effekter har inte be-

Tabell 2 Nyttan och kostnader av en halverad tillförsel av näringsämnen till Östersjön, Mkr per år

Land	Reduktion i %	Nyttan	Kostnader	Nettovinst
<i>F d planekonomier</i>				
Estland	55	224	1 529	-1 305
Lettland	56	263	1 799	-1 536
Litauen	55	253	2 446	-2 193
Polen	63	4 154	9 600	-5 446
Ryssland	44	944	586	358
<i>Etablerade marknadsekonomier</i>				
Danmark	51	6 426	2 962	3 464
Finland	52	4 433	2 838	1 595
Sverige	42	10 537	5 300	5 237
Tyskland	39	4 293	4 010	283
Summa	50	31 527	31 070	457

aktats i kalkylen. Vidare har spridningseffekter i ekonomierna till följd av åtgärds-paketet inte analyserats. Vi har heller inte tagit hänsyn till att det kan finnas betydande fördelar lokalt med en viss närsaltreduktion som kan förefalla ekonomiskt ineffektiv i relation till den totala belastningen. Detta gäller framförallt kustområden med begränsat vattenutbyte där de lokala utsläppen också ger stora effekter i närområdet, se Wulff & Niemi [1992]. Ett exempel är de stora investeringar i ytterligare rening av kväveutsläppen från Stockholms reningsverk som nu sker. De har sannolikt liten betydelse för Östersjön, men ger stora effekter i Stockholms skärgård.

Vår bedömning är att huvudtendenserna i analysen kvarstår trots dessa brister och osäkerheter. Sammanfattningsvis, sett för hela Östersjöregionen kan stora kostnadsbesparingar göras genom att söka kostnadseffektiva åtgärder. I ett sådant fall hamnar nettovinsterna troligen hos de rikare länderna i Östersjöregionen. Sidobetalningar kan då vara nödvändiga för att åstadkomma kostnadseffektivitet. Den exakta storleken på den totala nyttan av en minskad eutrofiering av Östersjön är svår att uppskatta, men CV-studierna ger en

fingerpeking om att en betydande betalningsvilja för ett storskaligt åtgärds-paket finns hos medborgarna i både Polen och Sverige. Nettovinsten vid en halvering av tillförseln av näringsämnen kanske är för liten för att accepteras vid en skeptisk inställning mot hypotetisk värdering, men kostnaderna halveras redan vid en justering nedåt av ambitionerna från 50 till 45 procents minskning av tillförseln, se *Figur 2*. En sådan mindre justering leder till en mer betryggande nettovinst, eftersom den troligen inte betyder särskilt mycket för resultaten i form av minskade eutrofieringseffekter.

Referenser

- Baden, S P, Loo L-O, Pihl, L & Rosenberg, R, [1990], "Effects of Eutrophication on Benthic Communities Including Fish: Swedish West Coast", *Ambio*, vol 19, s 113-122.
- Freeman III, A M, [1993], *The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods*, Resources for the Future, Washington, DC.
- Gren, I-M, Elofsson, K & Jannke, P, [1995], "Costs of Nutrient Reductions to the Baltic Sea", Beijer Discussion Paper Series No. 70, Beijerinstitutet för ekologisk ekonomi, Kungl Vetenskapsakademien, Stockholm.

- Gren, I-M, Söderqvist, T, Wulff, F, Langaas, S, Sandström M & Folke, C, [1996], "Reduced Nutrient Loads to the Baltic Sea: Ecological Consequences, Costs and Benefits", Beijer Discussion Paper Series No. 83, Beijerinstitutet för ekologisk ekonomi, Kungl Vetenskapsakademien, Stockholm.
- Hallin, A-K, [1994], "Load of Nitrogen and Phosphorus to the Baltic Sea", stencil, Institutionen för systemekologi, Stockholms universitet.
- HELCOM, [1993], "The Baltic Sea Joint Comprehensive Environmental Action Programme", Baltic Sea Environmental Proceedings No. 48, Helsingforskommissionen, Helsingfors.
- Jonsson, P, [1992], "Östersjöns miljöhistoria avspeglas i bottenarna", i *Östersjön – ett hav i förändring*, Naturvetenskapliga forskningsrådets årsbok 1992, s 41–51.
- Larsson, U, Elmgren, R & Wulff F, [1985], "Eutrophication and the Baltic Sea: Causes and Consequences", *Ambio*, vol 14, s 9–14.
- Markowska, A & Zylicz, T, [1996], "Costing an International Public Good: The Case of the Baltic Sea", stencil, Warsaw Ecological Economics Center, Warsaw University.
- Sandström, M, [1996], *Recreational Benefits from Improved Water Quality: A Random Utility Model of Swedish Sea-Side Recreation*, licentiatavhandling, Handelshögskolan i Stockholm.
- Sweitzer, J, Langaas, S & Folke, C, [1996], "Land Cover and Population Density in the Baltic Sea Drainage Basin: A GIS Database", *Ambio*, vol 25, s 191–198.
- Söderqvist, T, [1996a], "Ekonomisk värdering av miljön: Metoder och svenska erfarenheter, s 5–73 i SOU 1996:117, *Expertrapporter från Skatteväxlingskommittén*, Finansdepartementet, Stockholm.
- Söderqvist, T, [1996b], "Contingent Valuation of a Less Eutrophicated Baltic Sea", Beijer Discussion Paper Series No. 88, Beijerinstitutet för ekologisk ekonomi, Kungl Vetenskapsakademien, Stockholm.
- Wulff, F & Niemi, C, [1992], "Priorities for the Restoration of the Baltic Sea – a Scientific Perspective", *Ambio*, vol 21, s 193–195.