

Fosfor i avrinningsområdet – dagens handlingar skapar morgondagens arv

En ny studie visar att nästan hälften av all fosfor som idag rinner ut i Östersjön kan komma från fosfor som ansamlats på land i så kallade fosfordepåer. Fosfordepåerna är ett arv från otillräckligt renade avlopp och jordbruk och bildades främst under 1960- till 1990-talen. Mängden fosfor som läcker ut i Östersjön från depåerna har minskat under de senaste 20 åren och förväntas fortsätta minska. Hur mycket de minskar beror dock på vad som görs för att hindra fosfor från att ackumuleras på land.

Den totala mängd fosfor som ackumulerats på land – fosfordepåer ("legacy phosphorus") – uppmärksammas inte lika ofta som fosfordepån i Östersjön, trots att landdepåerna är långt större och utgör den ursprungliga källan till fosfor som finns i havet. Fosfordepåerna är ett arv från gångna tiders avlopp och jordbruk. De viktigaste källorna till depåerna är mineralgödsel, stallgödsel och avlopp.

Ett arv från det förflutna

Under det senaste århundradet har över 44 miljoner ton fosformineralgödsel från jordbruket tillförts av länderna kring Östersjön. Under många års tid fick bönderna rådet att använda stora mängder mineralgödsel och stallgödsel för att öka sina skördar. Detta ledde till att mer gödsel användes än vad som togs upp av grödan och sedan fördes bort med skörden. Därmed ackumulerades fosfor i marken. Idag rekommenderas en mer balanserad gödslings, men stora gödslingsöverskott märks fortfarande i många områden. För hela Östersjöns avrinningsområde är mängden ackumu-

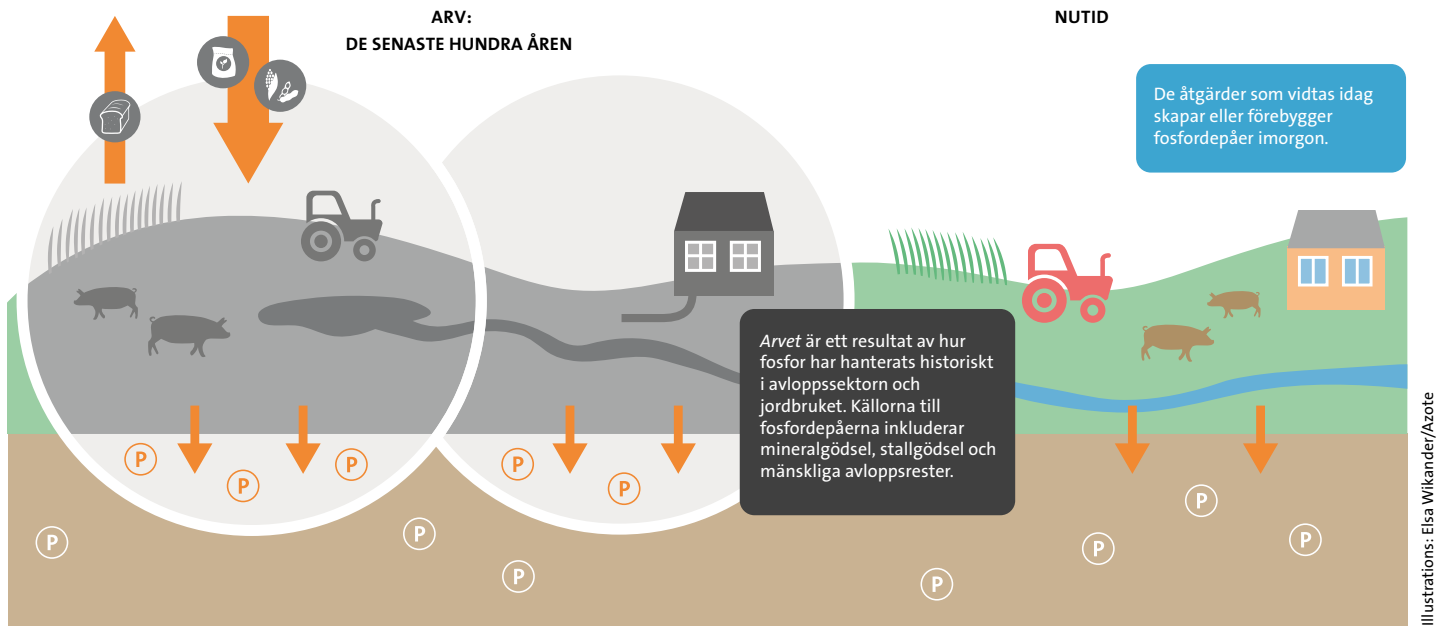


Foto: Bengt Ekberg/Azote

REKOMMENDERADE KONKRETA ÅTGÄRDER

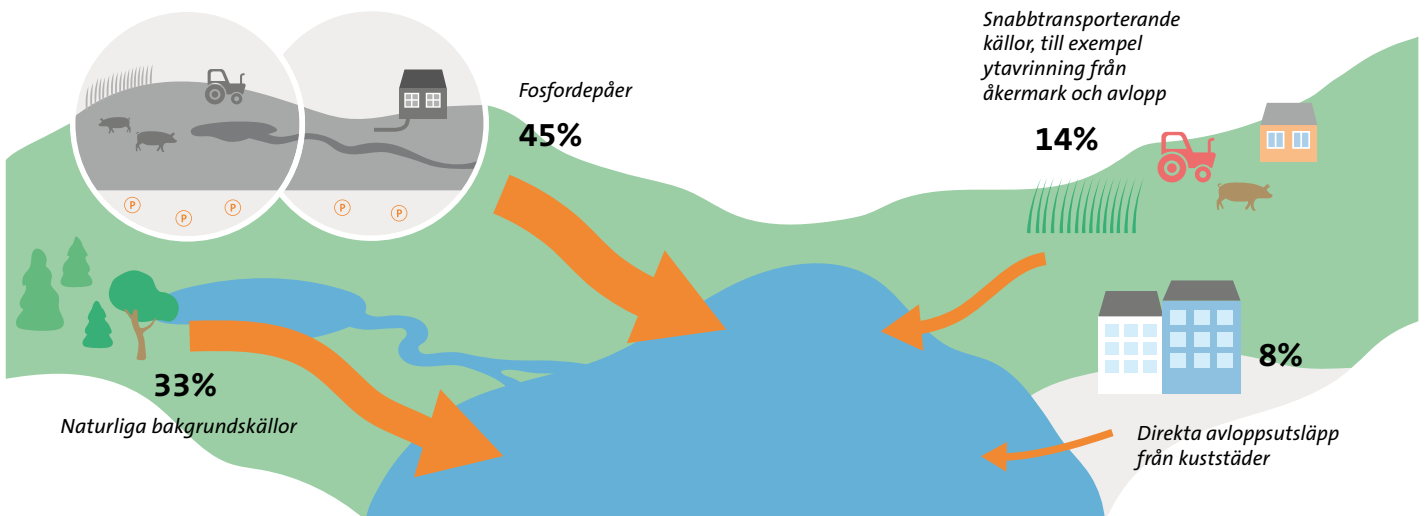
- Minska fosforgödslingen genom att begränsa tillåten tillförd mängd eller tillåtet överskott. Redovisa nuvarande fosforstatus för jordbruksmarken.
- Öka andelen lokalproducerat foder i djurhållningen, i enlighet med EU:s strategi för främjandet av proteingrödor, i syfte att minska importen av fosfor.
- Förbättra växtnärsutnyttjandet i stallgödsel i jordbruket genom att till exempel ge stöd till utbildning för lantbrukare i växtnärsfrågor – inklusive markkartering.
- Ge stöd till åtgärder som minskar ytavrinning av fosfor från åkermark, till exempel skyddszoner och fosfordammar. Dessa åtgärder måste anpassas till lokala förhållanden för att fungera effektivt. Inom ramen för den gemensamma jordbrukspolitiken kan detta göras genom att minska inkomststödet (pelare I) och höja ersättningen för kollektiva nyttigheter, till exempel genom programmet för landsbygdsutveckling (pelare II).
- Underlätta utveckling och handel med återvunna gödselmedel, exempelvis pelleterat stallgödsel.
- Begränsa djurtätheten i zoner som idag bedöms vara miljökänsliga eller sårbara för näringsförluster.
- Samtliga Östersjöländer bör skyndsamt se till att uppfylla EU:s avloppsdirektiv. Direktivet behöver samtidigt ses över och skärpas.

Källor till fosfor (P) i avrinningsområdet



Under de senaste hundra åren har Östersjöländerna tillfört över 44 miljoner ton mineralfosforgödseltill åkermarken. Bönderna uppmanades att tillföra stora mängder mineralgödsel och stallgödsel för att öka sina skördar. Detta resulterade i att mer gödselmedel användes än vad som togs upp av grödan och fördes bort med skörden, vilket gjort att fosfor ansamlats i marken, sediment, sjöar och vattendrag. Dessutom släpptes orenat, eller bristfälligt renat, avloppsvatten ut i ytvattnet innan de moderna avloppssystemen byggts ut.

Källor till den fosfor som når havet



En ny studie uppskattar att 45% av all fosfor som når Östersjön via vatten kommer från fosfordepåer. 14% kommer från snabbtransporterande källor och 8% är direkta avloppsutsläpp från kuststäder. Återstående 33% kommer från naturliga bakgrundskällor.

lerad fosfor i jordbruksmark av samma storleksordning som tre årtiondens grödors näringsbehov.

Även fosfor från avloppssystem har ackumulerats på land, alltså inte hamnat i havet utan lagrats i markprofilen eller i bottensediment i sjöar och vattendrag. Avloppsvatten från tidiga vattentoaletter renades inte alls eller endast bristfälligt och släpptes sedan ut i närliggande ytvatten. Troligtvis finns fortfarande en del fosfor från dessa avlopp lagrad sediment i sjöar och vattendrag som till slut rinner ut i Östersjön.

Fosfordepåerna kan beskrivas som för mycket av det goda, eftersom fosfor är en livsnödvändig substans men när överskott av fosfor läcker till vattendrag bidrar det till övergödning. Även om vi slutar gödsla med fosfor på land, kommer fosfordepåerna fortsätta läcka fosfor ut i sjöar och kustområden i flera årtionden.

Ny studie för att uppskatta fosfordepåernas storlek

För första gången har nu fosfordepåernas dynamik uppskattats för hela Östersjöns avrinningsområde. Forskning vid Stockholms universitets Östersjöcentrum tyder på att en så pass stor del som 45 procent av den fosfor som tillförs havet idag kommer från dessa äldre depåer.

Av den resterande delen kommer 33 procent från naturliga bakgrundskällor, 8 procent från otillräckligt renade avlopp från kuststäderna och återstoden från snabbtransporterande källor, till exempel ytavrinning från åkermark.

Skäl att vara tålmodigt realistisk

Enligt den datormodell som användes för uppskattningarna kommer fosfordepåerna att fortsätta läcka under flera årtionden, vil-

ket gör det svårt att nå några större kortsiktiga minskningar från diffusa källor, till exempel jordbruket. Denna fördröjning är förstås ingen ursäkt för att inte genomföra åtgärder för att minska fosforutsläppen, bara att det krävs tålamod innan man ser minskande resultat.

Modellen visar samtidigt att mängden fosfor som läckt ut i Östersjön från depåerna har minskat med cirka 10 procent under de senaste 20 åren. Minskningen beror delvis på åtgärder som motverkar övergödning inom jordbruket och att fosfor renas mer effektivt från avloppsvattnet.

Enligt modellen kan vi förvänta oss att mängden fosfor som läcker ut i Östersjön från depåerna kommer minska ännu mer över tid, kanske med upp till en tredjedel jämfört med idag. Hur stor minskningen blir beror dock på hur mycket som görs för att även i framtiden hindra fosfor från att ackumuleras på land. Med andra ord, om vi hindrar fosfor från att ackumuleras i avrinningsområdet idag leder det till mindre avrinning från depåer i framtiden.

Tillförseln av fosfor till havet har minskat med över 50 procent sedan 1980-talet. En stor del av minskningen kan tillskrivas förbättrad avloppsrening. Under de senaste årtiondena har även många åtgärder vidtagits för att förbättra hanteringen av fosfor i jordbruket. Att tillförseln av fosfor till havet från diffusa källor (dvs. inte punktkällor) inte har minskat mer beror delvis på de läckande fosfordepåerna.

Dagens handlingar skapar morgondagens arv

Mineralgödsel av fosfor framställs av råfosfat, vilket precis som fossila bränslen är en ändlig resurs. Till skillnad från fossila bränslen finns dock inga alternativ. 85 procent av världens tillgångar på råfosfat kontrolleras idag av endast tre länder: Marocko, Kina och Algeriet. Råfosfat finns idag på Europeiska kommissionens lista över 20 kritiska material av stor ekonomisk betydelse för vilka försörjningen är osäker.

Dagens samhälle befinner sig idag på en nivå som överskrider gränserna för planetens tillgång på fosfor. Detta är inte hållbart. Att bättre försöka recirkulera fosfor inom jordbruket och importera mindre ny fosfor till Östersjöregionen, bidrar alltså inte bara till mindre övergödning, utan också till hållbarare användning av en ändlig resurs.

Det är alltså mycket viktigt att ackumuleringen av fosfor på land fortsätter att minska, eftersom dagens handlingar skapar morgondagens arv. Det är möjligt att komma närmare målen i Helcoms handlingsplan för Östersjön genom att återanvända (öka kretsloppet) av fosfor i jordbruket, minska övergödslandet och förbättra reningen av avloppsvatten. Beslut och regler bör syfta till att minska uppbyggnaden och rörligheten hos den fosfor som redan finns i marken.

FOSFOR I ÖSTERSJÖN

I balanserade marina ekosystem är tillförseln av fosfor lika med utflödet av fosfor till närliggande vatten plus fastläggning i sediment.

I Östersjön har den balansen rubbats allvarligt genom hög tillförsel av fosfor från land. Under det senaste århundradet har mängden fosfor i havet nära tredubbats. Ökningen av fosfor i havet bidrar till ett flertal miljöproblem, inklusive grumligare vatten, blommande cyanobakterier och bottendöd, det vill säga områden nära havsbotten där det saknas tillräckligt med syre för att kunna upprätthålla liv. Den "interna fosforbelastningen" syftar på den mängd fosfor som rör sig fram och tillbaka mellan havssediment och vattenpelare som ett resultat av komplexa kemiska reaktioner. Fosfor i vattenpelare och sediment har sitt ursprung i tidigare tillförsel från land och utgör inte en ny källa till fosfor.

En annan modelleringsstudie av forskare på Östersjöcentrum (E. Gustafsson m.fl. 2017) fann att den totala mängden fosfor i havet håller på att stabiliseras. Detta innebär att mängden fosfor i havet kommer minska om vi fortsätter att minska tillförseln från land; men det kommer ta tid.

Den genomsnittliga tid som ett ämne stannar i en anrikning innan det transporteras vidare till en annan depå, kallas uppehållstid. Två studier från Östersjöcentrum visar att uppehållstiden för fosfor är ungefär 30 år både på land och i havet. Det betyder att tillförsel av fosfor i avrinningsområdet blir kvar i ungefär 30 år innan den antingen förs vidare till havet eller långtidslagras i marken eller i sediment i sjöar och vattendrag.

På samma sätt tar det ungefär 30 år innan den fosfor som kommer ut i Östersjön spolats ut i Nordsjön eller begravs i djupsediment. Det finns alltså en oundviklig fördröjning mellan de åtgärder som vidtas och de resultat som till slut märks i havet.

Gustafsson, E., Savchuk, O.P., Gustafsson, B.G. m.fl. 2017. Key processes in the coupled carbon, nitrogen and phosphorus cycling of the Baltic Sea. *Biogeochemistry*. <https://doi.org/10.1007/s10533-017-0361-6>



Foto: Dan Karlsson/Azote

HUR STUDIEN UTFÖRDES

För att studera fosfordepåer som byggts upp under det senaste århundradet tog forskarna på Stockholms universitets Östersjöcentrum fram en budget för hela Östersjöområdet avrinningsområde, vilken redovisade importen av fosfor genom mineralgödsel, livsmedel och foder samt exporten av fosfor genom livsmedel och foder.

Därefter skapades en datormodell för att uppskatta hur fosfordepåer ackumuleras och avger fosfor i avrinningsområdet. Modellen inkluderade en snabb transportväg för källor som t.ex. avrinning från jordbruksmark och en långsam transportväg för att visa läckaget från depåerna.

Visserligen finns det osäkerhet i alla modeller, men modellen kunde dock återskapa den historiska fosforbelastningen till havet någorlunda väl, vilket ger tillförlitlighet åt modellresultaten. Den modell som diskuteras här är ett viktigt första steg, men det behöver fortfarande utredas i större detalj hur stora depåerna av fosfor är i landskapet och var de har ansamlats.

Modellen kan inte visa exakt varifrån fosfor i depåerna kommer ifrån. Helcoms "Pollution Load Compilation" har identifierat avlopp och jordbruk som de huvudsakliga källorna till fosfortillförsel från land idag. Det är troligen samma ursprung till fosfor i fosfordepåerna.

McCrackin, M. L., B. Muller-Karulus, B. Gustafsson, R. W. Howarth, C. Humborg, A. Svanbäck, D. P. Swaney. 2018.

A Century of Legacy Phosphorus Dynamics in a Large Drainage Basin. *Global Biogeochemical Cycles*. <https://doi.org/10.1029/2018GB005914>



Foto: Bent Christensen/Azote



Foto: Nicklas Wijmark/Azote

Havsmiljön påverkas av allt som vi gör på land. Det är viktigt att användningen av stallgödsel i jordbruket blir effektivare.

ATT ÖVERBRYGGA KLYFTAN MELLAN VETENSKAP OCH POLICY

Detta är en policy brief producerad av Stockholms universitets Östersjöcentrum. Forskare, omvärldsanalytiker och kommunikatörer arbetar tillsammans för att överbrygga klyftan mellan vetenskap och policy.

Vi syntetiserar och analyserar Östersjöforskning samt kommunicerar den i rätt tid till rätt aktör i samhället.

Läs mer: www.su.se/ostersjocentrum

KONTAKT

Bo Gustafsson, forskare/oceanograf
+46-8-674 75 93, bo.gustafsson@su.se

Vetenskap och kommunikation med havet i fokus

08-16 37 18 | ostersjocentrum@su.se | su.se/ostersjocentrum

Östersjöcentrum

