Vårt mänskliga bidrag
– näringsbelastning från vattendrag

Jakob Walve och Carl Rolff, Miljöanalysfunktionen vid Stockholms universitet

Från vilka mänskliga verksamheter kommer näringen i Svealandskustens vattendrag? Vilka källor står för huvuddelen av belastningen? Miljöanalysfunktionen har gjort en ny sammanställning för 27 vattendrag, vilket kan underlätta planeringen av åtgärdsarbetet. Jordbruksmark och reningsverk är de största källorna, och enskilda avlopp står för en liten andel.

Näringsämnena kväve och fosfor tillförs Svealands kustvatten på flera olika sätt. En viktig andel kommer med tillrinnande vattendrag, en annan från avloppsreningsverk som har sina utsläpp direkt i kustvattnet. Dessutom kommer en hel del näring med nederbörden direkt på vattenytan. Ytterligare en källa är vattenutbytet med öppna Östersjön, vilket är särskilt betydande när det gäller fosfor.

Vattnet till Åkerströmmen, den forna Långhundraleden mot Uppsala, rinner till stora delar genom jordbruksmarken i området. Därmed är jordbruk helt dominerande i den mänskliga delen av näringsflödet. En stor del av flödet och därmed belastningen sker på vintern och våren.

Läget och sedimenten påverkar

Vilken källa som dominerar varierar beroende på var en vattenförekomst är belägen. I vikar nära kusten kan åmynningar ofta vara den mest betydande källan, åtminstone om det är ett större vattendrag. I mer öppna områden i ytterskärgården är vattenutbyte och nederbördstillförsel alltid mest betydande.

Sedimenten är också en viktig källa till framför allt fosfor. Som källa kan sedimentet dock inte direkt jämföras med nytillskott från land eller hav, eftersom sedimentfosforn ursprungligen kommer från land och mer eller mindre långvarigt lagrats i sedimenten för att sedan återcirkuleras. Detta har utretts i detalj för Stockholms innerskärgård och presenterats i tidigare nummer av Svealandskusten (2018 och 2020). En stor del av lagringen varar inte längre än en säsong och är en del av ett naturligt kretslopp för fosfor.

Foto: Jakob Walve

Mätningar, modeller och källor

Den här artikeln fokuserar på vattendragens tillförsel av kväve och fosfor, men vi jämför även med punktkällor som mynnar direkt i kustvattnet. Regelbundna mätningar utförs i 27 vattendragsmynningar, från Dalälven i norr till Kilaån i söder. Tillsammans med modellberäknade dygnsvisa vattenflöden har dessa mätdata använts för att beräkna kväve- och fosforbelastningen.

Vi har också sammanställt modellberäknad källfördelning av kväve och fosfor för varje vattendrag, (se faktaruta). Källfördelningen delar upp belastningen utifrån dess källa inom varje avrinningsområde. Belastningen utgörs dels av diffust läckage från jordbruksmark, skogsmark, urban eller övrig mark, men också från nedfall på sjöytor och utsläpp från punktkällor i avrinningsområdet såsom avloppsreningsverk, industrier och enskilda avlopp.

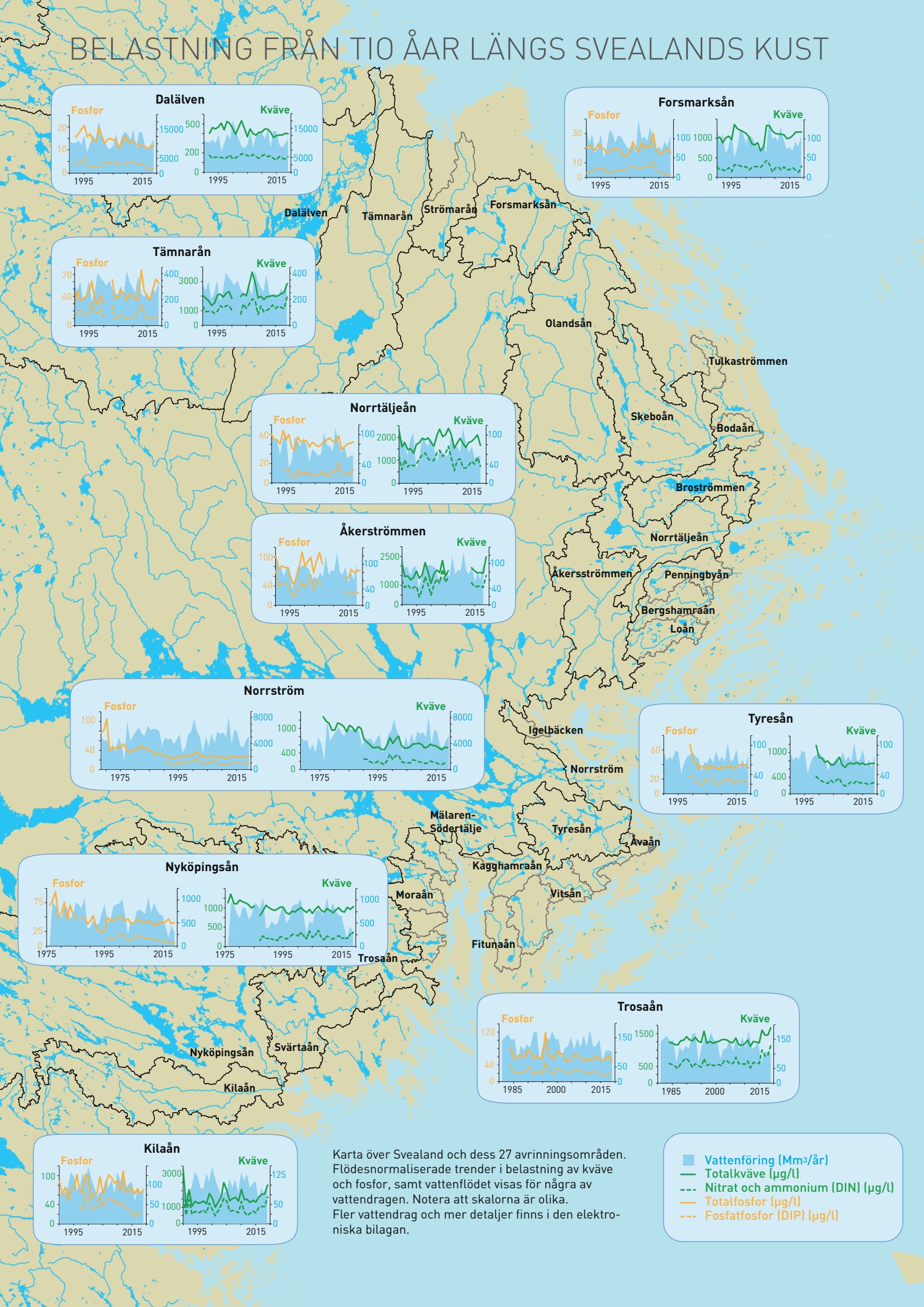
Stora mängder från de två jättarna

Vattendragen för med sig näring som läcker från jordbruksmark och skogar och släpps ut från avloppsreningsverk och andra punktkällor längs vägen. Kvantitativt domineras kväve- och fosfortransporten längs Svealandskusten fullständigt av Dalälven och Mälarutflödet genom Norrström, på grund av de stora avrinningsområdena och det därmed stora vattenflödet.

Dalälven för ensam med sig cirka 4 400 ton kväve och 140 ton fosfor per år till Svealandskustens nordligaste del. Motsvarande siffror för Norrström är 2 800 och 130 ton. Tillsammans står de för 41 respektive 65 procent av den vattenburna kväve- och fosfortillförseln. Samtliga övriga övervakade vattendrag i regionen bidrar tillsammans med 3 200 ton kväve och 112 ton fosfor årligen, varav de största är Tämnarån (620 resp. 12 ton), Olandsån (460 resp. 13 ton) och Nyköpingsån (620 resp. 27 ton). Utöver detta tillkommer omkring 1 150 ton kväve och 23 ton fosfor från diffus tillrinning eller små, oövervakade vattendrag, liksom uppskattningsvis 590 respektive 12 ton från alla skärgårdens öar.

Dalälven dominerar genom sitt stora vattenflöde belastningen trots att den har låga halter av kväve och fosfor. Andelen jordbruksmark i tillrinningsområdet är låg. Även Mälarutflödet är relativt näringsfattigt med tanke på hur många människor som bor i avrinningsområdet och hur mycket jordbruk som bedrivs. Orsaken är här sannolikt Mälarens stora sjövolym. Jordbruket kring Tämnarån och Olandsån ger betydligt större avtryck i de transporterade mängderna, och näringshalterna i dessa åar är bland de högsta längs Svealandskusten.

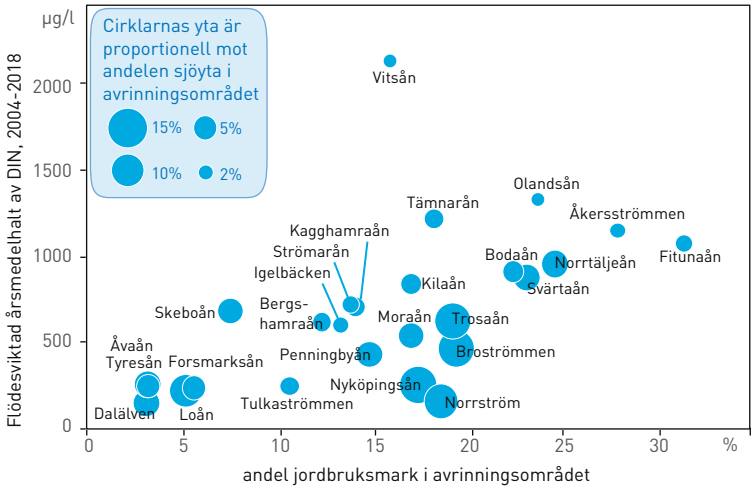
BELASTNING FRÅN TIO ÅAR LÄNGS SVEALANDS KUST



Karta över Svealand och dess 27 avrinningsområden. Flödesnormaliserade trender i belastning av kväve och fosfor, samt vattenflödet visas för några av vattendragen. Notera att skalorna är olika. Fler vattendrag och mer detaljer finns i den elektroniska bilagan.

- Vattenföring (Mm³/år)
- Totalkväve (µg/l)
- Nitrat och ammonium (DIN) (µg/l)
- Totalfosfor (µg/l)
- Fosfatfosfor (DIP) (µg/l)

Jordbruksmark och sjöar påverkar kvävehalterna



Från jordbruksmark lakas näringsämnen ut framför allt i form av oorganiskt kväve (ammonium och nitrat, så kallat DIN). Fosfor är i högre grad bundet till partiklar som kan spolas av åkermarken. Här visas sambanden mellan oorganiskt kväve och andelen åkermark i avrinningsområdet, samt hur andelen sjöyta spelar in. Det är dels tydligt att kvävehalten i vattendragen generellt ökar ju större andelen jordbruksmark är. Det är också tydligt att avrinningsområden med mer sjöyta har en relativt låg kvävehalt i förhållande till andelen jordbruksmark. Vitsån avviker tydligt på grund av avloppsreningsverk.

Fler figurer och samband finns i en elektronisk bilaga på www.svealandskusten.se

Sjöar har stor betydelse

När alla vattendrag jämförs finns det ett tydligt samband mellan hur mycket kväve som når havet och andelen jordbruksmark i avrinningsområdet, men även andelen sjöyta har stor betydelse. Sjöar gör att vattnets uppehållstid i landskapet förlängs och naturliga reningsprocesser får tid att verka. Vattnet stannar upp, näring hinner bindas och lagras i sediment (retention) eller avgå som kvävgas till atmosfären (denitrifikation). Detta gör att ju längre från havet ett utsläpp sker, och ju mer våtmarker och sjöar det finns, desto mindre når fram till havet.

Hur jordbruket bedrivs kan också ha stor inverkan på förlusterna från åkermarken liksom naturliga förutsättningar såsom jordart, vegetation eller marklutning. Exempelvis släpper lätta, sandiga jordar ifrån sig näringsämnen på ett annat sätt än kompakta, leriga jordar.

Punktkällor i avrinningsområdet och kusten

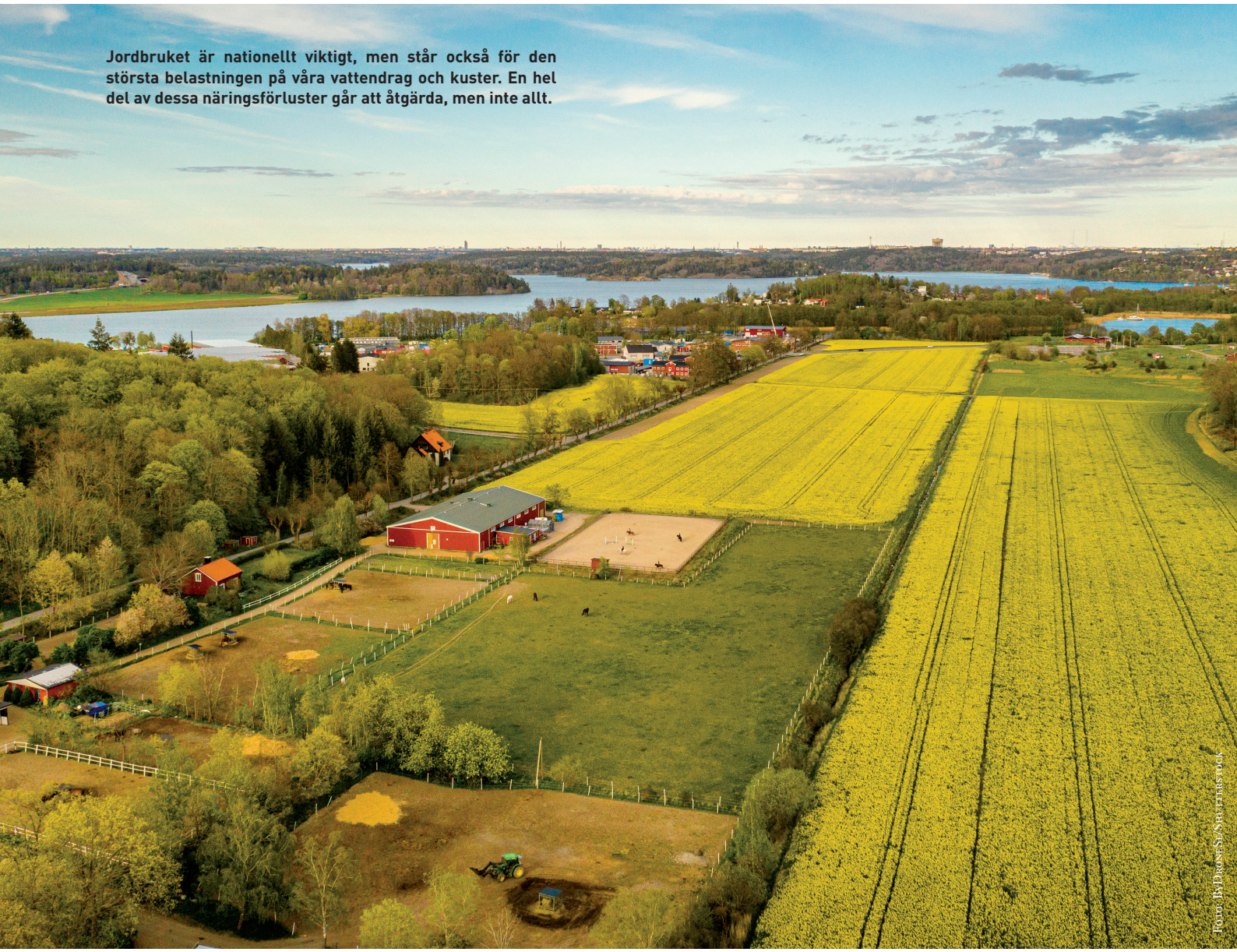
Punktkällor i avrinningsområdet inverkar också på näringshalterna, vilket är särskilt tydligt i Vitsån i Haninge. Ån är recipient för Fors avloppsreningsverk som bidrar med den största delen av kvävet. Även Skeboån och Trosaån påverkas relativt mycket av avloppsreningsverk. Utsläppen från Trosa och Vagnhärad till Trosaån renas dock i våtmarker innan de släpps ut i ån.

Utanför Dalälvens mynning domineras punktutsläppen av Gävle avloppsreningsverk, som bidrar med ca 330 ton kväve och 4 ton fosfor, samt pappersindustrierna Korsnäs i Gävle (136 respektive 11 ton) och Stora Enso i Skutskär (97 ton kväve och 20 ton fosfor).

Övriga punktkällor i regionen med utsläpp direkt i havet står för cirka 2 480 ton kväve och 53 ton fosfor. Merparten, 2 110 respektive 45 ton, kommer från de fyra stora avloppsreningsverken i anslutning till Stockholm.

Foto: S.C. Colbing/Shutterstock

Dalälven, som mynnar i Bottenhavet, avvattnar ett enormt område. Det är ett av få vattendrag längs Svealandskusten som verkar ha en trend med minskande fosfor- och kvävehalter under de senaste 20 åren.



Jordbruket är nationellt viktigt, men står också för den största belastningen på våra vattendrag och kuster. En hel del av dessa näringsförluster går att åtgärda, men inte allt.

Foto: ByDroneSe/Shutterstock

För framförallt kväve kommer ett betydande tillskott till regionens vidsträckta kustvatten (8 200 kvadratkilometer) via nederbörd på havsytan. Nederbörden antas tillföra ungefär 2 100 ton kväve och uppskattningsvis 27 ton fosfor per år, men beräkningarna har osäkerheter.

Omkring hälften har mänskligt ursprung

En stor del av den totala belastningen är naturlig. Denna naturliga bakgrundsbelastning kan skiljas från den tillförsel som är orsakad av oss människor, den så kallade antropogena belastningen.

Modellberäkningarna för att ta fram var näringsämnena kommer ifrån – källfördelningen – är utförda för att så bra som möjligt beskriva den nuvarande totala belastningssituationen. Beräkningar görs också för att skatta den naturliga transporten av kväve och fosfor, opåverkade av mänsklig verksamhet. Man har då antagit att jordbruksmark skulle vara gräsbevuxen och inte gödslas eller plöjas och att skogen inte brukas. Modellberäkningen tar även hänsyn till hur mycket näring som försvinner under vattnets väg från land till hav och redovisar vad som finns kvar när vattnet når havet. En del näring tas upp och binds i skog och annan vegetation. I våtmarker och sjöar förvinner också näring på vägen.

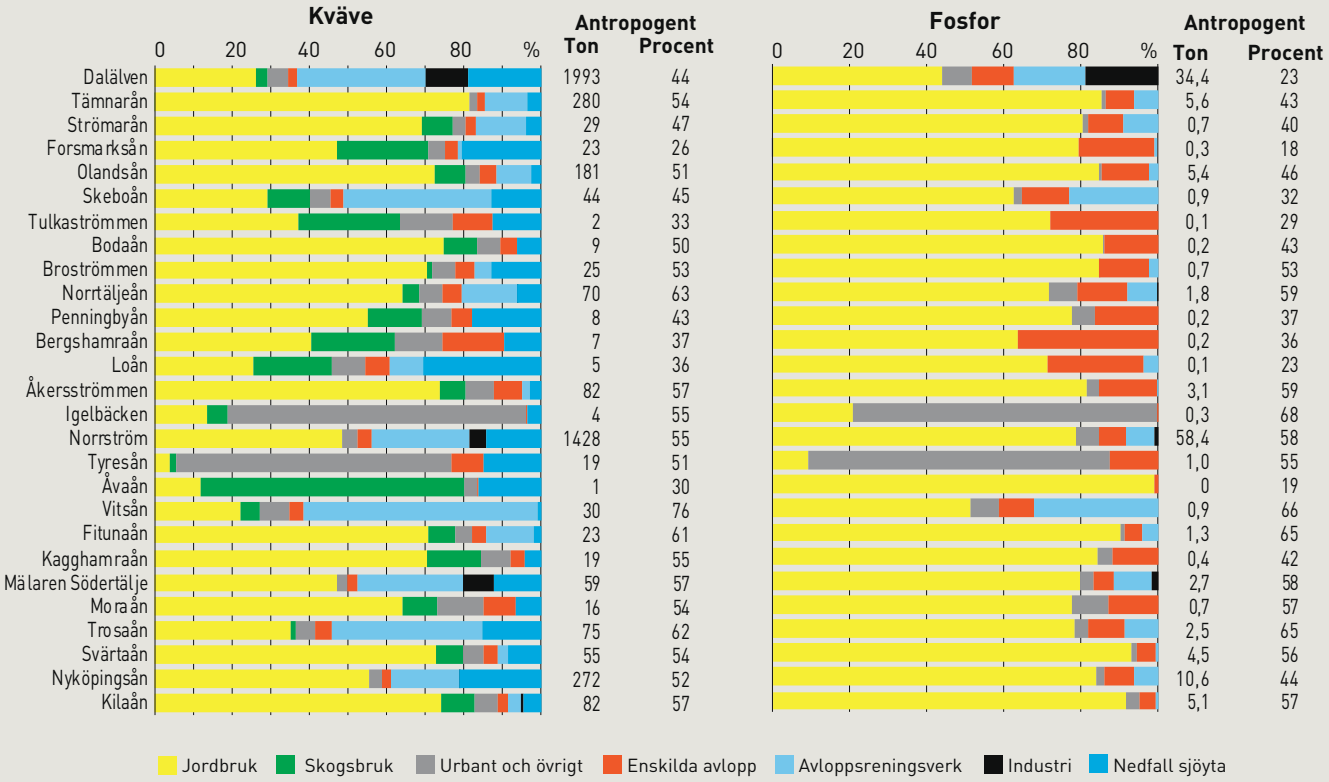
I de 27 vattendragen varierar andelen kväve från mänskliga källor enligt dessa beräkningar mellan som lägst 26 procent (Forsmarksån), till som mest 76 procent (Vitsån). Andelen antropogen fosfor är mellan 18 (Forsmarksån) och 68 procent (Igelbäcken).

För de flesta vattendrag är jordbruksmark en dominerande källa till kväve. För många är jordbruksbidraget omkring 70 procent. Lägsta jordbruksandelen har Dalälven, Skeboån, Loån, Igelbäcken, Tyresån, Åvaån, och Vitsån, där jordbruksmark bidrar med mindre än 30 procent av den antropogena belastningen. För fosfor är bilden ännu mer dominerad av jordbruksmark, ofta bidrar den kring 80 procent. Tyresån och Igelbäcken avviker från mönstret genom att över 70 procent av kvävet och fosforn beräknas komma från dagvatten från tätort.

Modellerna underskattar ibland halterna

En jämförelse av modellberäknade halter med de som baseras på mätningar visar att för många vattendrag stämmer dessa rätt så väl överens. För ett antal åar underskattas dock

MÄNSKLIG NÄRINGSTILLFÖRSEL TILL 27 AV SVEALANDS ÅAR



▲ Här visas kväve- och fosformängder som beräknas komma med vattendrag genom mänsklig aktivitet i avrinningsområdena; uppdelat på olika källor, samt mängd i ton och andelen den utgör av den totala belastningen.

Fördelningen på olika källor visar att tillförseln varierar mellan olika vattendrag beroende på markanvändning och punktkällor i avrinningsområdet. Jordbruksmark står oftast för den största andelen av den mänskliga belastningen. Generellt är det beräknade bidraget från enskilda avlopp mindre nu än tidigare uppskattningar (Svealandskusten 2013).
Ytterligare figurer visas i den elektroniska bilagan.

Skeboån är ett av de vattendrag som beräknas ha relativt hög andel kväve från avloppsreningsverk. Vattendragen i Norrtälje hör till de där de modellberäknade kvävehalterna är lägre än de uppmätta. Det är oklart vad detta beror på men möjligen underskattas bruttobelastningen från någon källa eller så överskattas hur mycket kväve som fastläggs i sjöarna.

Foto: Webbgun (CC BY 2.0)

halterna i modellberäkningarna med som mest uppåt 50 procent. Underskattningen är störst för totalhalterna kväve och fosfor och något mindre för de oorganiska näringsämnena.

Där avvikelserna är störst är det befogat med särskild försiktighet med att tolka källfördelningen av näringsämnen. Det är oklart vad avvikelsen beror på, men en möjlighet är att bruttobelastningen från någon källa underskattas. En annan orsak kan vara att retentionen, det vill säga självreningen i sjöar och vattendrag, överskattas i modellerna vilket gör att nettobelastningen (belastningen i mynningen) blir för låg.

Vattendragen i Norrtälje hör till de som avviker mest för kväve, till exempel Skeboån och Bergshamraån. Något fler avviker för fosfor, förutom de nämnda även Broströmmen, Penningbyån och Trosaån. Att få klarhet i orsaken till avvikelserna vore värdefullt då det skulle kunna ge mer förståelse om det finns källor som underskattas eller retentionsprocesser som överskattas.

I den elektroniska bilagan av denna artikel redovisas figurer över hur halterna beräknade med modeller eller utifrån mätningar avviker.

Vad går att åtgärda?

Mänsklig verksamhet bidrar ofrånkomligen till att flödena av kväve och fosfor ökar. Även vid toppmodern rening i avloppsreningsverk återstår ett restflöde av kväve och fosfor. Då mark brukas för odling av grödor sker ofrånkomligen en del förluster av näring. Hur stort ett sådant restflöde är, som inte går att få bort, är förstås en viktig fråga men svår att svara på. En viss antropogen belastning är dock ofrånkomlig om jordbruk bedrivs.

Flera åtgärder kan dock minska förlusterna av näringsämnen. Optimerad gödsling efter grödans behov och strukturkalkning är åtgärder som kan ge minskade näringsförluster med bibehållna skördar och dessutom minskar behovet av kostsam gödning. Sådd med vintergrödor så att bar jord undviks är en annan åtgärd för att motverka förluster av särskilt fosfor. Skyddszoner närmast vattendrag kan också minska erosion.

Något som tydligt framkommer i den här analysen är att våtmarker och sjöar, som ökar vattnets uppehållstid i landskapet, bidrar till en naturlig kväverening. Kan man återskapa en del tidigare utdikade sjöar och våtmarker kan man sannolikt minska flödet av näring till havet.

Intensiv djurhållning medför extra risker, särskilt om fodret importeras och om överskott av gödsel från djurhållning resulterar i övergivor på närliggande odlingsmark. När gödselgivor överskrider grödans förmåga att ta upp näring läcker överskottet förr eller senare ut till vattendrag. Risken för detta är stor i områden med hög djurtäthet eftersom transportkostnader för naturgödsel snabbt blir betydande.

FAKTA

Data och metoder

Regelbundna mätningar görs i 27 vattendragsmynningar av flera olika aktörer. Data kommer bland annat från Länsstyrelsen i Stockholm och den nationella datavärden SLU:s databas och har sammanställts i förbundets databas. Utgående från mätningarna har flödesviktade årsmedelkoncentrationer av kväve och fosfor beräknats. Detta har gjorts genom att mätdata interpolerats för att få dagliga värden. Dessa värden multipliceras med det dygnsvisa flödet för att få den dygnsvisa belastningen (kg/dygn). Den flödesviktade årsmedelhalten erhålls till sist genom att belastningen summerats och delats med årsflödet.

Dygnsvis vattenföring 1981–2019 i alla Svealands kustmynnande avrinningsområden hämtades från SMHI:s Vattenweb hösten 2020 (S-HYPE version 5-10-2, modelluppsättning s-hype2016, version 16e). För de 27 avrinningsområden som motsvarar vattendragen med mätningar sammanställdes även årsvis modellberäknad belastning av kväve och fosfor. Uppgifter om källfördelning för kväve och fosfor, tillgängliga som medelvärde för perioden 2004–2019 hämtades också från Vattenweb.

Vid jämförelse med modellberäknade värden har perioden 2004–2018 valts, då data inte alltid varit kompletta 2019.

Förbundets miljöanalysfunktion arbetar med att analysera sambandet mellan belastningen och tillståndet i de vikar och fjärdar som ligger i anslutning till åmynningar och punktkällor. Utifrån detta är förhoppningen att vi kan uppskatta hur mycket tillståndet skulle kunna förbättras genom olika åtgärder för att minska belastningen, men också att avläsa åtgärdernas effektivitet efter att de vidtagits.

Hur påverkas kustvattnet?

Arbete pågår inom förbundets miljöanalysfunktion att analysera sambandet mellan belastningen och tillståndet i de vikar och fjärdar som ligger i anslutning till vattendragsmynningar och punktkällor. Tillståndsbeskrivningen är baserad på förbundets mätningar av kväve-, fosfor och klorofyllkoncentrationer som utförs årligen i juli och augusti. Utifrån detta är förhoppningen att det går att uppskatta hur mycket tillståndet skulle kunna förbättras genom olika åtgärder för att minska belastningen.

Minskningar av belastningen kommer att ge olika effekt i olika delar av skärgården beroende på vattenomsättningen. Ett sätt att ta hänsyn till denna är att relatera mätningarna till de observerade salthaltsgradienterna. Vattenomsättningen är viktig också genom att den för in näringsämnen från öppet hav till kusten. Detta gäller särskilt fosfor, eftersom koncentrationerna är höga i Östersjöns bottenvatten på grund av syrebrist. En betydande del av de fosfornivåer vi nu ser i kustvattnet är orsakad av påverkan från öppna Östersjön, och vi kommer behöva vänta in en allmän förbättring i Östersjön innan denna påverkan på kusten minskar.

Näringstillförseln till kusten från öppna Östersjön kan inte åtgärdas med enbart lokala eller regionala insatser, men förståelse av hur den påverkar vattenkvaliteten är viktig för att kunna bedöma behovet och effekten av åtgärder som sätts in i kustzonen.

LÄS MER:

En utförlig elektronisk bilaga finns att hitta där rapporten presenteras på **www.svealandskusten.se** I den finns ett stort antal figurer som beskriver belastningen och koncentrationer i samtliga vattendrag. Där visas också fler samband med markanvändning, samt avvikelser mellan uppmätta och modellerade koncentrationer.

Foto: Tommie Hansen (CC BY 2.0)