Lantbrukets tillförsel av fosfor och kväve till vattenmiljön

- vad har hänt, vad vet vi och vad måste göras?

TIDSKRIFT

Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens

Årg. 143 • Nr 26 • År 2004

Ansvarig utgivare: Akademiens sekreterare och VD Bruno Nilsson

Lantbrukets tillförsel av fosfor och kväve till vattenmiljön
- vad har hänt, vad vet vi och vad måste göras?

KSLA-seminarium den 30-31 mars 2004
Sammandrag av föredrag och diskussion



Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift (KSLAT) 2004: 26
(Journal of the Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry)
Publiceras endast elektroniskt på akademiens hemsida www.ksla.se

Frågor och diskussion har sammanfattats av journalist Åsa Eckerrot.

Innehåll

Förord	5
Östersjön och Västerhavet, EUs marina strategi, PLC4	6
Vattendirektivet och nitratdirektivet	7
Luftnedfall av kväve och fosfor - storlek och ursprung	8
Miljötillståndet i kust och hav	10
Miljötillståndet och trender i sjöar och vattendrag med tonvikt på kväve och fosfor	12
Rotzonurlakning av kväve från svensk åkermark	14
Fosfor i marken, tillgänglighet, fastläggning	16
Riktig fosforgödsling inte helt enkelt	17
Fosforförluster från åkermark	20
Mineralisering av kväve, uthålligheten i markleveransen	25
Aktuella resultat från de långliggande utlakningsförsöken	27
Reglerad dränering	30
Våtmarker som näringsfällor - var ska de placeras?	32
Går det att minska läckorna? - Erfarenheter från ”Greppa näringen”	35
Erfarenheter från Göta älv	38
VASTRAS:s Erfarenheter från Rönne å. Vad skulle kunna vara möjligt och vad kostar det?	39
Kväve- och fosforförluster från skogen	42
Vad ska nu lantbrukaren göra och vilka incitament finns?	45
Slutdiskussion	48

Förord

Diffust läckage från åkermark står för en stor del av tillförseln av både kväve och fosfor till vattenmiljön. Arbetet med vattenvård i de nya miljömålen samt i ramdirektivet för vatten kommer att ge ytterligare ökat fokus på denna källa och tillförselväg.

Syftet med konferensen var att sammanfatta och sprida den senaste kunskapen om vattenvård i lantbruket. Vad har tidigare åtgärder lett till och vad kan nya åtgärder ge för effekt?

Konferensen inleddes med att beskriva förutsättningarna för och drivkrafterna i vattenvårdsarbetet med nationella och internationella åtaganden. Miljötillståndet i vattendrag, sjöar och hav presenterades. Därefter redovisades den senaste kunskapen om effekten av olika åtgärder för att minska tillförseln av näringsämnen. Slutligen ägnades en stor del åt syntes och sammanfattning av vad effekten av insatta åtgärder skulle kunna betyda i två avrinningsområden genom att analyserna från Göta älvs-projektet (Lst O-län och SLU) och Rönneå-studien (VASTRA) redovisades.

Arbetsmötet var en uppföljning av ett motsvarande evenemang som KSLA ordnade för 10 år sedan.

KSLAs kommitté för vattenfrågor

Ledamöter i kommittén:
Agnetha Alriksson
Harald Grip
Arne Gustafson
Lennart Henriksson
Markus Hoffman, sekr.
Harry Linnér, ordf.
Stefan Löfgren
Lennart de Maré

Östersjön och Västerhavet, EUs marina strategi, PLC4

Ulla Britta Fallenius, Naturvårdsverket

EU:s marina strategi ska främja en hållbar utveckling av haven och de marina ekosystemen; havsbottnar, flodmynningar, kustområden och platser som är värdefulla för den biologiska mångfalden. Målen om farliga ämnen och eutrofiering är särskilt intressanta från ett jordbruksperspektiv. Farliga ämnen ska fasas ut till år 2020 och eutrofieringen ska enligt målet vara borta år 2010. Men eutrofieringen kommer inte att försvinna så snabbt. Jag tror man behöver utveckla mer specifika åtgärder inom olika vattenområden. Det är det enda sättet att få bra mål för varje havsområde. Arbetet med den marina strategin bedrivs i ett antal olika grupper, bland annat en grupp som undersöker gemensamma arbetsmetoder, modeller och verktyg (monitoring assessments). Gruppen som beslutar om mål och åtgärder (strategic goals and objectives) styr mycket av arbetet i övriga grupper.

PLC4

PLC står för pollution load compilation och innebär att data om tillförsel av närsalter, tungmetaller och farliga ämnen till Östersjön samlas in inom ramarna för HELCOM. Årets rapport (den fjärde) redovisar även källfördelning. Det framgår bl. a. att de diffusa källorna, både luftburen och från jordbruk, står för en stor del av belastningen av kväve och fosfor till Östersjön.

Marina hot

Hoten mot Östersjön och Nordostatlanten diskuterades på ett ministermöte förra året. Eutrofieringen nämndes som ett stort problem som kräver kraftfulla åtgärder. Man ansåg att det finns en risk att belastningen från jordbruket ökar genom inträdet av de nya medlemsländerna. Farliga ämnen var ett annat hot som togs upp; ett område där OSPAR och HELCOM jobbar med en utfasning. Förutom dessa hot nämndes även överfiske, biodiversitet (marine protected areas), nedskräpning (marine litter), sjöfart, radioaktiva substanser, offshoreverksamhet, vindkraftanläggningar och klimatförändringen.

Frågor

Moderator **Kan du säga något om trenderna genom åren?**

- Det går möjligen att se tendenser till att belastningen minskar långsamt. Men man har t.ex. ännu inte sett några trender i floderna i Estland, Lettland och Litauen, trots att jordbruket har minskat sedan murens fall.

Hans Nilsson **Du visade intressanta kartor på belastningen. Är metoderna identiska så resultaten kan jämföras?**

- Det är varje lands egna beräkningar som ligger till grund för redovisningen, och så vitt jag vet har man diskuterat hur beräkningarna görs. Ett forskningsprojekt jämför olika metoder för belastningsberäkningar från diffusa källor.

Mats Wallin **Vi normaliserade bort klimatvariationerna när vi beräknade läckaget från jordbruket. Hur har de andra länderna gjort?**

- Så vitt jag vet har man normaliserat. Jag kan också nämna att det pågående MISTRA-projektet Mare kommer att lägga in data från PLC4. Tanken är att man ska kunna använda olika åtgärdsstrategier och se vilka effekter det blir i Östersjön, t.ex. på siktdjup, blågröna alger osv.

Vattendirektivet och nitratdirektivet

Peter Askman, Naturvårdsverket

Ramdirektivet bygger på vattnets naturliga flöden, avrinningsområden. Sverige delas in i fem vattendistrikt: Norra Bottenviken, Bottenhavet, Norra och Södra Östersjön och Västerhavet. Varje distrikt får en vattenmyndighet där arbetet leds av en styrelse, med landshövdingen i spetsen. En förordning som reglerar den nya vattenplaneringen träder i kraft till sommaren.

Först görs en inledande analys, en bakgrundsbeskrivning, av vattenförhållandena i de olika distrikten.

Syftet är att:

identifiera olika vattenkategorier: sjöar, vattendrag, kustområden, konstgjorda vatten och modifierade vatten

dela in vattnen i olika typer utifrån deras geografiska placering och geologiska förhållanden

avgränsa vattenförekomster (water bodies) – managementenheter som vattenmyndigheterna ska hantera.

Det inledande arbetet blir ganska översiktligt. Därefter får vattenmyndigheterna fördjupa underlaget. I den inledande analysen har vi tänkt jobba med s.k. TRK-områden: 1 000 områden för inlandsvatten och 500 havsområden. En viktig del i den inledande analysen är en ekonomisk analys, t.ex. hur jordbrukets utveckling påverkar vattenstatusen i ett längre perspektiv.

Tanken är att medlemsstaternas referensramar ska ha en likartad nivå. Enligt riksdagsbeslut kommer Sverige att använda systemet med miljökvalitetsnormer i miljöbalken för att hantera kvalitetskraven enligt direktivet, t.ex. för fosfor i sjöar, nitrat i grundvatten och miljögifter.

Under de närmaste åren får åtgärderna inom jordbruket stor betydelse. Rådgivningen kommer att ha en viktig roll i vattenplaneringen. Jag tror också att vattendirektivet på sikt kan påverka CAP och skapa förutsättningar för att påverka Östersjön åt rätt håll.

Frågor

Lennart Mattsson **Hur lång har handläggningen av vattendirektivet kommit i övriga medlemsstater?**

- Österrike och Skottland har kommit ganska långt och fullföljt kraven i direktivet. Men det är stora förseningar i övrigt.

Ragnar Elmgren **Kommer gränserna för vattendistrikten att ändras? Förslaget till gränsdragning mellan södra och norra Östersjön var inte väl avvägt.**

- Ja, det kommer att justeras så gränserna som jag redovisade stämmer inte riktigt.

Bertil Albertsson **Varför anser du att vissa produktionsmönster kan få svårt att hävda sig?**

- Även med modern, miljöanpassad teknik, kan det vara svårt att klara nitratnormen i grundvatten. Vill vi producera livsmedel eller ha ett grundvatten som klarar t.ex. 50 mg nitrat per liter? Svaret kan ju vara olika för olika områden.

Håkan Sandin **Är de 1000 landområden och 500 kust- och havsområden som ska rapporteras identifierade och inprickade på kartor?**

- Ja, vi utgår från s.k. TRK-områden i kombination med SMHI:s havsområdesindelning.

Stefan Halldorf. **Åtgärderna för grundvattnet blir nog mycket tuffare än för de marina miljöerna. Är det din uppfattning också?**

- Ja, vi har betydligt gynnsammare grundvattenförhållanden i Sverige. Vårt dilemma är Östersjön med sitt dåliga vattenutbyte. Även med bra jordbruksmetoder får vi långsiktiga problem.

Ulla-Britta Fallenius: I Centraleuropa tar man ut så mycket vatten för bevattning att det blir vattenbrist och dessutom har man grundvattenproblem. Men många områden i Europa har också eutrofieringsproblem i inlandsvatten, kustområden och så vidare.

Luftnedfall av kväve och fosfor - storlek och ursprung

Martin Ferm, IVL

Nedfallet brukar delas in i våt- (nederbörd) och torrdeposition (gaser och partiklar som fastnar direkt på marken eller andra ytor). I Sverige domineras nedfallet av våtdepositionen. Gaser som släpps ut till atmosfären sprids till högre luftlager samtidigt som de transporteras med vinden. Under tiden hinner många gaser oxideras och blir därmed mer vattenlösliga. De kan antingen övergå till små partiklar som senare kan bilda kondensationskärnor till molndroppar eller lösas direkt i molndropparna. Om molndropparna blir tillräckligt stora faller de till marken som nederbörd (regn, snö eller hagel).

Nederbörden kan även tvätta ut gaser och partiklar ur luften under sin färd till marken. Tiden det tar för en droppe att falla till marken är betydligt kortare än molnets livstid uppe i luften. Trots att föroreningshalterna är lägre uppe i molnen blir uttvättningen av dessa effektivare i molnen. Nederbördens kväveinnehåll har mätts i Sverige sedan 1955. Depositionen erhålls genom att multiplicera halten i nederbörd med nederbördsmängden. Den senare är dock svår att mäta när det är blåsigt och när nederbörden faller långsamt (snö eller små regndroppar).

Genom att placera mätstationerna vid landsgränserna och se från vilket håll vinden kommit när det regnat kan man få en uppfattning av hur mycket som kommer från egna utsläpp respektive andra länders utsläpp. För att kvantifiera ursprunget behöver man dock göra modellberäkningar. Dessa är mycket komplicerade och baserar sig på emissionskartor, meteorologi och reaktionshastigheter mellan ett stort antal komponenter i luften. Modellberäkningarna kontrolleras sedan genom jämförelser med mätningar vid flera platser och tidpunkter. Mätstationerna behöver inte ligga vid landsgränserna för detta ändamål. Man kan med modellernas hjälp beräkna hur mycket som deponeras i ett helt land och hur stor del av den depositionen som orsakats av emissioner i olika omgivande länder.

Naturliga ekosystem är anpassade till låga nedfall av kväve. Höga nedfall kan i dessa ekosystem (främst skogar och sjöar) orsaka både eutrofiering och försurning vilket kan leda till minskad biodiversitet. Det är därför viktigt att minska emissionerna som leder till kvävenedfall. Det är huvudsakligen två källor som leder till stora emissioner av vattenlösliga kväveföreningar. Den ena är kreatursuppfödning som leder till emissioner av ammoniak. Den har ökat i Europa p.g.a. befolkningstillväxten. Det andra är förbränning vid höga temperaturer som leder till bildandet av kväveoxider som oxideras till salpetersyra i atmosfären. Den har ökat betydligt kraftigare p.g.a. ökade biltransporter och ökad energiproduktion genom förbränning av fossila bränslen.

Svavelnedfallet har haft störst påverkan på naturen varför utsläppsreduktioner startade med svaveldioxid. Det första svavelprotokollet trädde i kraft 1987. Åtgärder för kväveoxider startade senare och nyligen 1999 skrevs det första protokollet som innefattade ammoniak.

Mätningar på svenska västkusten har visat att nedfallet av kväve i luft och nederbörd minskat långsamt ca 3 % per år under de senaste 13 åren. Motsvarande siffra för antropogent svavel är 8 % per år.

Ammoniak har en genomsnittlig halveringstid i luften i norra Europa motsvarande ca 400 km transportsträcka. Motsvarande siffra för kväveoxiderna är ca 600 km. Depositionshastigheten för ammoniak nära källan är betydligt högre medan det är tvärtom för kväveoxiderna.

När det gäller fosfornedfallet vet vi betydligt mindre. Det är svårt och dyrt att mäta nedfallet, dessutom kan det komma från närbelägna källor i form av jorderosion, pollen och alger. Fosfornedfallet mäts idag på tre platser i Sverige och det visar sig att nedfallet från atmosfären är litet i förhållande till andra källor.

Tabell 1. Olika länders bidrag till den totala atmosfäriska kvävedepositionen i Sverige

Källområden	ktN/år
Tyskland	37
Sverige	33
Polen	24
England	17
Frankrike	16
Danmark	15
Östersjön	14
Nordsjön	10
Holland	9
Finland	6
Norge	6
Ryska Fed.	6
övriga länder	49
osäkerheter	+19
Summa	259

Frågor

Peter Askman **Uttaget av toppar och grenar är bra från kvävesynpunkt men negativt från försurningssynpunkt. Vilken effekt dominerar?**

- Jag tror att försurningseffekten dominerar. Att låta grenar och toppar vara kvar ökar humuslagret, och kalcium, magnesium och kalium stannar i skogen. Sveriges berggrund består till stor del av långsamt vittrande granit som är orsaken till försurningsproblemen. Nedfallet är kanske inte så stort som i andra länder, men problemen är större här eftersom vittringshastigheten är lägre. Men lämnar vi grenar och toppar får vi i stället ett kväveproblem.

Hans Nilsson **Stämmer det att kvävenedfallet över Östersjön är ca 300 000 ton per år? Det ska i så fall ställas i relation till det utflöde vi har från markkällor och vilka åtgärder vi bör satsa på för att rädda Östersjön.**

- I en utredning åt LRF 1988 (Jordbrukets inverkan på luft- och vattenmiljön) kom vi fram till att utsläppen från åar och vattendrag var lika stort som nedfallet från atmosfären. Jag tror inte bilden har ändrats så drastiskt sedan dess.

Lena Persson **Mäter man på hela Östersjöns yta, eller är det en viss bit?**

- Egentligen modellerar man i ett rutnät med 50 x 50 km i rutorna. Sedan jämförs modellerna med mätningar på några platser.

Miljötillståndet i kust och hav

Ragnar Elmgren, Inst. för systemekologi, Stockholms universitet

Eutrofieringen, populärt ”övergödningen”, som följt av ökad belastning med kväve och fosfor är en huvudorsak till att de övergripande svenska miljömålen för hav och kust är långt ifrån uppfyllda. Koncentrationen av både kväve och fosfor ökade snabbt i egentliga Östersjön och i Kattegat från 1960-talet till mitten av 1980-talet, och har därefter varierat upp och ner utan klar tendens. Visserligen minskade fosforkoncentrationen i Östersjöns ytvatten på 1990-talet, men totalmängden i hela vattenmassan ökade samtidigt – en stark skiktning tycks ha hindrat uppblandningen. Samtidigt har en värre syrebrist än de senaste åren aldrig uppmätts i Östersjön, och periodvis har också i stora områden i Bälten, i Kattegat och i Skagerraks fjordar drabbats och bottendjur dött.

I Östersjön är torsken en ekologisk nyckelart – försvinner den så ändras hela näringskedjan. Östersjöns torsk kan bara fortplanta sig där både salthalt och syrekoncentration är tillräckligt höga, vilket numera betyder bara i Bornholmsdjupet, ibland. Svårt överfiske har tillsammans med syrebristen pressat ner Östersjöns torskbestånd långt under säkra biologiska gränser.

De olika delbassängerna i egentliga Östersjön har nästan samma medelkoncentration av kväve och fosfor. Tidigare trodde man på större skillnader, för att olika laboratorier mäter olika. Med bättre data kan den årliga kvävetillförseln till Östersjön från kvävefixerande cyanobakteriers sommarblomningar beräknas till 180-430 tusen ton kväve. Det är nästan lika mycket som hela det internationella minskningsåtagandet, och visar cyanobakteriernas centrala roll i Östersjöns eutrofiering. Dessa blomningar uppträder naturligt i egentliga Östersjön, enligt sedimentstudier sedan ca 7000 år. Men sannolikt har kvävefixeringens omfattning ökat med fosfortillförseln.

I Västerhavet, där salthalten hindrar kvävefixering, och i Östersjöns kustområden avgör kvävetillgången styrkan hos eutrofieringen. Därför håller ännu rådet att minska tillförseln till havet av både fosfor och kväve. Havsmiljökommissionen anser att detta kräver legalt bindande internationella överenskommelser. När åtgärder vidtas är det utomordentligt viktigt att vi har en miljöövervakning som kan urskilja deras effekt. Åtgärderna måste väga effekt mot kostnad, och ta hänsyn både till öppna havet och det lokala kustområdet. Lokalt kan minskad belastning ge snabba förbättringar, men vi måste räkna med att det tar decennier innan förbättringar kan uppmätas i öppna havet, även efter kraftfulla åtgärder.

Frågor

Göte Bertilsson **Hur stor roll spelar fosfor från bottnarna totalt för Östersjön?**

- I det korta perspektivet är variationerna i utlösning och utfällning av fosfat till bottnarna mycket större än variationerna mellan år i tillförseln från land. För långtidsdynamiken är trots allt den ökade belastningen från land viktigast.

Mats Wallin **Ska vi förvänta oss en försämring i miljökvalitet, om vi minskar kvävebelastningen i Östersjön och inte når lika långt på fosforsidan?**

- Jag tror inte det behöver bli så. I Himmerfjärden kompenserade inte kvävefixeringen för det vi tog bort. I öppna Östersjön byts inte vattnet ut så fort, men det är ändå osannolikt att det blir en kompensation fullt ut. Men det är väldigt viktigt att vi åtgärdar både kväve och fosfor. Det behövs avancerade modeller som hjälper länderna ta fram en lämplig balans av åtgärder mellan kväve och fosfor.

Markus Hoffman **Har det varit svårt att få in saltvatten i Östersjön de sista tio åren?**

- Ja, sedan 1977 har det bara varit två större saltvatteninbrott till djupvattnet i Östersjön; 1993 och 2003. Tidigare brukade det komma vart 3.e eller 4:e år. Men förändringarna är i den riktning som klimatforskarna säger att vi har anledning att vänta oss.

Ulla-Britta Fallenius **Vad jag förstår så är öppna kustområden beroende av öppna havet. Även om man gör åtgärder i avrinningsområdet oroar jag mig för att det kan ta betydligt längre tid att få en effekt, om vi inte får en minskning i öppna havet.**
– Jag håller helt med. I instängda vikar med kraftigt förhöjda kvävehalter kan vi få effekt av åtgärder vi gör själva. För en öppen kuststräcka är det i princip samma som i öppna havet.

Miljötillståndet och trender i sjöar och vattendrag med tonvikt på kväve och fosfor

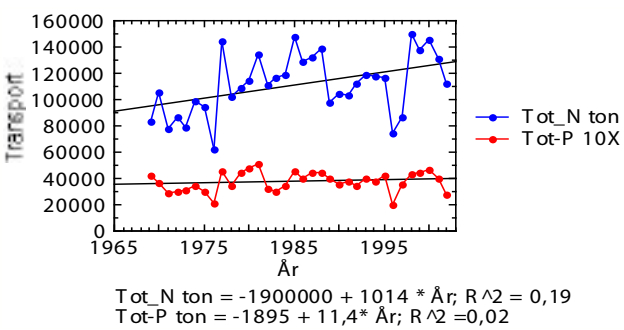
Anders Wilander, Inst. för miljöanalys, SLU

Övervakning av större vattendrag startades av Thorsten Ahl och Svante Odén under 1965. Syftet var att bestämma den kemiska denudationen i Sverige, i princip på samma sätt som JV. Eriksson gjorde under början av 1900-talet. Programmets nuvarande omfattning täcker avrinningen från ca 85% av landarealen. För övriga delar, främst kustområden, görs skattningar utgående från övervakade vattendrag. Mätprogrammet, som finansieras av Naturvårdsverkets miljöövervakningsenhet, har alltså god täckning av landet och har pågått så länge att förändringar med tiden kan studeras. Övervakningen av sjöar lämpar sig däremot inte lika väl för att bedöma effekter av jordbruket på tillstånd eller utveckling. Detta beroende på att övervakningen först startades med de stora sjöarna med mycket varierande påverkan från punktkällor och areella näringar. Dock ingår sedan några år ett antal sjöar i jordbruksområdena i den nationella övervakningen.

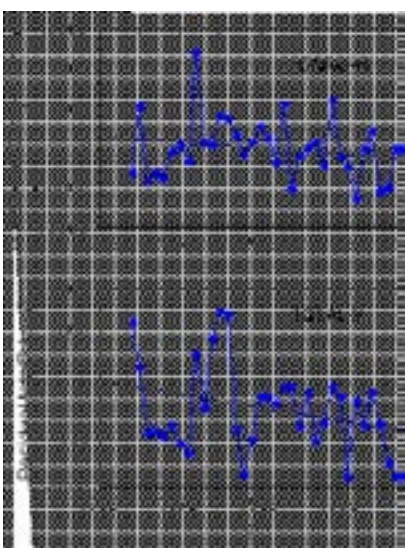
Utvecklingen

Sverige vidtog kraftfulla åtgärder under 1970-talet för att minska utsläppen av fosfor från kommunala reningsverk. Inom jordbruket minskade användningen av kväve något sedan 1980 medan mängden forsforgödsel ungefär halverades. Effekten av dessa åtgärder återspeglas inte i transporten av kväve och fosfor till omgivande hav (figur 1); snarast sker en ökning En orsak till ökningarna kan vara att vattenföringen under samma tid också stigit med ca 15-20 procent under perioden. En sådan förändring medför en ökad urlakning, såväl från jordbruksområden som från skog, medan punktkällornas tillskott inte påverkas. En korrigering av transporten av kväve och fosfor för vattenföringen presenterades av Ahl 1984 för Ätran. Han valde att använda de fem första åren för beräkningen av regressionen mellan vattenföring och transport och utgående från denna beräknade han sedan ”excess” värden. A. Grimvall med medarbetare (Stålnacke et al.) utnyttjade en mer detaljerad teknik, men bearbetade hela tidsserier. Oberoende av tillvägagångssätt måste tolkningar av förändringar i transporter ske med användning av någon form av normering för klimatet.

Om normeringen för vattenföring görs för helaperiodenerhålls,somenskillnadmellanmätt och normerad transport, det värde Ahl benämnde ”excess” (residual). För Sverige framträder då snarare en minskning i transporten (figur 2).



Figur 1. Transport från Sverige med vattendrag till omgivande hav av totalfosfor och totalkväve. Linjär regression



Figur 2. Förändring i transporten från Sverige av oorganiskt kväve och totalfosfor korrigerad för effekter av vattenföring. Linjär regression och 95% konfidensintervall för lutning. En minskning, dock inte signifikant framträder för både oorganiskt kväve och totalfosfor.

En förändring av residualen kan förenklat tillskrivas ändringar i mänsklig påverkan. Även om minskningen inte är signifikant så antyder denna beräkning att transporten av ”antropogent” fosfor minskade med ca 10% och av ”antropogent” oorganiskt kväve med ca 8% under en 30-års period.

Ett alternativt sätt att värdera förändringar är att tillämpa Naturvårdsverkets Bedömningsgrunder. De redovisar klassning för tillstånd och avvikelser från ett jämförvärde (”naturligt tillstånd”). I odlingslandskapets vattendrag skedde inte någon påtaglig förbättring av tillståndet. Avvikelsen, med jämförvärdet beräknat utgående från vattenföring, visade inte heller på någon minskning av antropogen påverkan på dessa vattendrag.

Vad kan man förvänta sig?

Det relativt stabila tillståndet när det gäller transporten från land till hav över mer än 30 år kan, åtminstone delvis, förklaras av två faktorer. För det första måste även en kraftfull åtgärd för en källa ha betydelse för den totala transporten av ämnet. Ett exempel är när kommunala reningsverk byggdes ut med kemiskt fällning, som minskade fosforutsläppen. I många vatten var andelen av den totala tillförseln av fosfor från reningsverken så stor att effekten var påtaglig, medan det i andra fall inte var synligt i recipienten.

Naturvårdsverkets fördjupade utvärdering av miljömålsarbetet (Ingen övergödning) redovisar således att mellan 1995 och 2000 minskade den antropogena nettobelastningen till havet av kväveföreningar från 85000 t/år till 79000 t/år och av fosfor från 3550 t/år till 3130 t/år.

Tillgängligt för åtgärder torde vara källor som svarar för ca hälften av den mängd kväve eller fosfor (TRK).

Hur skall vi förbättra vår kunskap?

Man kan tycka att mer 30 års mätserier skulle räcka för att förstå hur transporten av näringsämnen styrs. Men, liksom för meteorologin finns många faktorer som inte ännu kvantifieras och vars effekter är föga kända.

För att försöka koppla pressure (P i DPSIR) med status och response krävs självklart modeller. Men dessa måste byggas på kunskaper om processer i mark och vatten och mätningar av tillståndet.

TRK säger ”Representativa mätserier av kväve och fosforhalter i små och stora avrinningsområden är väsentliga för beräkning av retention och för validering av beräkningar.

Referenser

Ahl T. 1984. Tidsmässig variation i vattendragens koncentration och transport av växtnäringsämnen. I Jordbrukets förorening av vattenmiljön. Tjugonde nordiska symposiet om vattenforskning. Nordforsk 1984:2 sid. 45-56.

Naturvårdsverket 1999. Bedömningsgrunder för miljökvalitet. Sjöar och vattendrag. Rapport 4913.

Ryding, S-O. 1983. Växtnäringstillförsel och förluster inom Laholmsbuktens och Ringsjöns avrinningsområden. Skogs- o. Lantbruk.-akad. Tidskr. 122:323-341.

Jansson, S. L. 1983. Kväve- och fosforbudget för två regioner i Sverige (Malmöhus och Värmlands län) med särskild hänsyn till jordbrukets roll. Skogs- o. Lantbruk.-akad. Tidskr. 122:293-302.

Stålnacke, P., Grimvall, A. Sundblad, K och Wilander, A. 1999. Trends in nitrogen transport in Swedish rivers. Environm. Monitoring and Assessm. 59:47-72.

Naturvårdsverket 2003. Ingen övergödning. Underlagsrapport till fördjupad utvärdering av miljömålsarbetet. Naturvårdsverket Rapport 5319.

Brandt, M. och Ejhed. 2003. TRK. Transport–Retention–Källfördelning. Belastning på havet. Naturvårdsverket Rapport 5247.

Frågor

Stefan Halldorf **Var skillnaden mellan bedömningsgrunder och verkliga värden en effekt av nederbörd och vattenföring, eller är bedömningsgrunderna inte tillräckligt bra?**

- Jag anser att skillnaden beror på markanvändningen; det finns en stor andel jordbruksmark i de här områdena. Vi håller på och lägger förslag till nya bedömningsgrunder, men jag använde de bedömningsgrunder som gäller i dag.

Rotzonsutlakning av kväve från Sveriges åkermark

Holger Johnson, Inst. för markvetenskap, SLU

Beräkningar av kväveutlakningen från svensk åkermark har gjorts som en del i ett projekt (TRK) med syfte att beräkna den totala närsaltsbelastningen från Sverige till omgivande hav för rapportering till internationella komissioner och för uppföljning av jordbrukspolitikens påverkan på åkermarkens kväveläckage. Beräkningen, som har gjorts för åren 1995 och 1999, omfattar hela Sveriges åkerareal och har utförts med hjälp av simuleringsverktyget SOILNDB som är baserad på SOIL-SOILN-modellerna.

Sverige har delats upp i 22 st s.k. utlakningsregioner, vilka karakteriseras av olika klimat, produktionsinriktning, gödslings- och produktionsnivåer. För varje region har s.k. normalutlakningar beräknats för ett antal olika kombinationer av grödor (13 st), jordarter (10 st) och gödslingsformer (2 st). Normalutlakningarna representerar utlakningen för ett år med normaliserat klimat och motsvarande normaliserade skörd och har utförts med hjälp av 20-åriga tidsperioder av väderdata i kombination med statistik om bl.a. normskördar, gödsling, grödarealer och andel handels- och stallgödslad areal. Växtsekvenser har skapats med en för ändamålet utvecklad växtföljdsgenerator varefter medelvärden för utlakning för de olika kombinationerna av grödor och gödsling beräknats. Det som kvantifierats i beräkningarna är rotzonsutlakning av kväve, d.v.s. det kväve som passerat rotzonen och inte längre är tillgängligt för växterna eller möjligt att påverka med olika odlingsåtgärder. Rotzonsutlakning kan betraktas som åkermarkens bruttobelastning före retentionsprocesser i grundvatten och vattendrag. De framräknade normalutlakningarna har använts för att ta fram medelutlakning och bruttobelastning av kväve från de olika utlakningsregionerna. Med hjälp av GIS har en uppskattning av fördelningen av jordarter i de olika områdena gjorts.

För hela Sverige beräknades medelutlakningen av kväve vara oförändrad, ca 22 kg N/ha, mellan åren 1995 och 1999. Skillnaden i medelutlakning mellan de olika regionerna var stor och varierade mellan 6 och 47 kg N/ha för 1999. Lägsta utlakningen fanns i skogsbygderna och i regionerna med lägsta avrinningen. Medelkoncentrationen var ca 7 mg N/l och varierade mellan 2 och 14 mg N/l för de olika regionerna.

På uppdrag av jordbruksverket har effekten av brukandet av fånggrödor på kväveutlakningen (såsom resultat av miljöersättningarna för odling fånggröda och/eller vårbearbetning) beräknats för år 2001 för områden där stöd kunnat erhållas, dvs i Hallands, Skåne, Västra Götalands, Blekinge, Kalmar och Gotlands län. Beräkningarna baserades på TRK-beräkningarna är utförda för år 1999.

Nya koefficienter har beräknats för samtliga spannmålsgrödor och oljeväxter för tre typer av ”fånggröda” (Insådd fånggröda som brukas ned på våren, Insådd fånggröda som brukas ned på hösten, Vårbearbetning utan insådd) för de berörda produktionsområdena (Po18). Totalt berördes 9 st produktionsområden. Beräkningen har baserats på 1999 års data för produktionsområden vad gäller grödfördelning, skördar och gödsling, etc och på regionsvis arealstatistik för år 2001 för grödoarealer och arealer för de 2 olika stödformerna (insådd fångröda och vårplöjning). Dessutom utnyttjades en enkätundersökning som jordbruksverket utfört för att bedöma fångrödornas etablering. Ett antal antaganden gjordes om fångrödornas kvävepptag beroende på grödtyp, region och fångrödetyp. Det antogs också att vårplöjning av fånggröda ej förekom på lerjordar.

Resultatet av beräkningen visade att medelutlakningen från åkermarken minskade med 1-4 kg N/ha beroende på region. Den totala belastningen för åkermarken i de stödberättigade områdena beräknades till att ha minskat med drygt 1600 ton om endast den areal med väl etablerad fångröda (ca 130 kha av totalt drygt 150 kha fångröda) togs med i beräkningen.

Referenser

Johnsson, H. & Mårtensson, K. 2002. Kväveläckage från svensk åkermark – Beräkningar av normalutlakning för 1995 och 1999. Rapport 5248, Naturvårdsverket.

Brandt, M. & Ejhed, H. 2002. TRK: Transport-Retention-Källfördelning. Belastning på havet. Rapport 5247, Naturvårdsverket.

Johnsson, H. & Mårtensson, K. 2003. Beräkning av effekten på kväveutlakningen av miljöersättningen ”minskat kväveläckage” år 2001 med utgångspunkt i TRK-beräkningarna för år 1999. Redovisning till Jordbruksverket. Avdelningen för vattenvårdslära, Institutionen för markvetenskap, SLU.

Johnsson, H. & Hoffmann, M. 1997. Kväveläckage från svensk åkermark – beräkningar av normalutlakning och möjliga åtgärder. Rapport 4741, Naturvårdsverket.

Johnsson, H. & Hoffmann, M. 1998. Nitrogen leaching from agricultural land in Sweden – Standard rates and Gross loads in 1985 and 1994. Ambio 27:481-488.

Naturvårdsverket. 1997. Kväve från land till hav. Naturvårdsverket, rapport 4735.

Hoffmann, M. Johnsson, H., Gustafson, A. & Grimvall, A. 2000. Leaching of nitrogen in Swedish agriculture – a historical perspective. Agriculture, Ecosystems & Environment. 80:277-290.

Johnsson, H., Larsson, M., Mårtensson,K., Hoffmann, M. 2002. SOILNDB: A decision support tool for assessing nitrogen leaching losses from arable land. Environmental Modelling & Software 17:505-517.

Frågor

Lennart de Maré **Det ser ut att vara mycket jordbruksåtgärder; är de kalibrerade?**

- Hur mycket av den här utlakningen som är jordbruksrelaterad (antropogen) är en svår fråga. Vi beräknade förlusterna från extensiv vall och använde som en referens på en naturlig bakgrund. Men vad som är en naturlig belastningsnivå för jordbruk kan man diskutera.

Ulla-Britta Fallenius **Hur ska vi få fram modeller för att göra beräkningar ner på gårdsnivå?**

- Jag tror att vi kan komma en bit på väg med de föreslagna åtgärderna, t.ex. fånggrödor, förbättrad stallgödselspridning. Men hela vägen når vi inte. Behöver vi ha med ytterligare indata i modellerna? Det kan jag inte svara på i dag.

Evert Jonsson Det är kanske intressant att relatera effekten av fånggrödor till de effekter vi räknade på när vi ställde upp miljömålen. Du hade mellan 1600 och 2000 ton, betydligt mer än vad vi hade. Men vi räknade på 150 000 ha och i dag är det redan omkring 175 000–200 000 ha.

Arne Joelsson **Tänker ni göra något åt variationen kring medeltalen?**

- Jag är medveten om att det finns en icke-linjäritet i vissa problem. Vi jobbar med det i små områden där det finns en detaljerad inventering och där vi kan gå djupare in i problematiken. Om vi i framtiden får statistik med variation kan vi utveckla metoden och få in spridningsmåttet.

Fosfor i marken, tillgänglighet, fastläggning

Katarina Börling, Inst. för markvetenskap, SLU

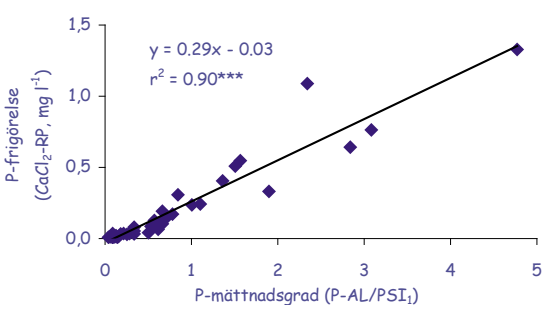
Fosfor är det begränsande näringsämnet i många sjöar och vattendrag och tillförsel av fosfor medför en ökad eutrofiering. Cirka 1/3 av den fosfor som tillförs sjöar och vattendrag i Sverige kommer från jordbruksmark. De viktigaste förlustvägarna för fosfor från åkermark är erosion, ytavrinning och utlakning. I detta projekt studerades främst processer som påverkar utlakning. Ackumulering, bindning och frigörelse av fosfor studerades i tre olika försök i laboratoriemiljö. Utlakning av fosfor från lysimeterar (ostörda jordkolonner) som placerats utomhus, studerades i ett försök. I alla försök har jordar från de långliggande svenska bördighetförsöken använts eftersom de representerar olika jordtyper som är vanligt förekommande i Sverige och varje jord har fyra olika fosfornivåer.

Jordarnas kapacitet att binda fosfor undersöktes och relaterades till andra egenskaper hos jordarna. Fosforbindningskapaciteten i matjordslagret (0-20 cm) varierade mellan 6 och 12 mmol kg-1 jord och var korrelerat till förekomsten av olika järn och aluminiumföreningar. Gödsling med oorganisk fosfor, 42-49 kg ha-1 och år, under ca 30-40 års tid medförde ackumulering av fosfor, ökad fosformättnadsgrad och fosforfrigörelse ner till 40 cm djup. Under 40 cm djup syntes inga skillnader mellan gödslat och ogödslat led. Jordarnas förmåga att frigöra fosfor var korrelerat till fosforhalten i marken (t. ex. P-AL) för varje enskild jord, men eftersom jordarnas kapacitet att binda fosfor varierade kunde inte ett generellt samband erhållas för alla jordtyper. Istället testades ett antal olika metoder för att bestämma fosformättnadsgrad i jorden, dvs jordens innehåll av fosfor i förhållande till jordens kapacitet att binda fosfor. Flera olika metoder gav bra samband med fosforfrigörelse och ett mått på jordens fosformättnadsgrad skulle kunna vara en användbar variabel vid riskbedömning av fosforförluster.

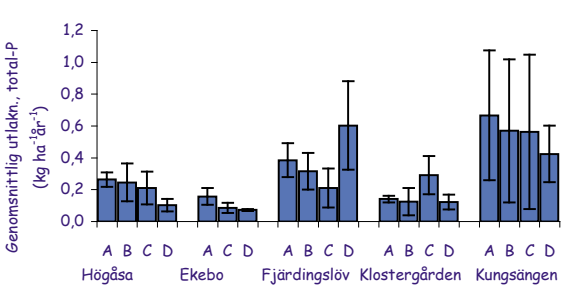
Fosforförluster från lysimeterförsöket uppmättes till mellan 0.03 och 1.09 kg ha-1 och år. Fosforförlusterna var inte relaterade till fosforhalten i marken och inte heller till fosformättnadsgraden. De största fosforförlusterna, oavsett fosforhalt i marken, uppmättes från den jord där makroporflöde dominerade, dvs vatten (och fosfor) transporteras snabbt genom t. ex. sprickor och maskgångar i profilen utan kontakt med alvjorden. Den jord som hade lägst kapacitet att binda fosfor hade en hög fosformättnadsgrad och stor utlakning från det högst gödslade ledet. I de övriga jordarna var bindning/frigörelse av fosfor i alven betydelsefullt för utlakning och alven visade sig i vissa fall fungera som ett filter för vidare fosfortransport nedåt i profilen och i andra fall som källa för ytterligare fosforfrigörelse.

Referenser

Börling, K. 2003. Phosphorus Sorption, Accumulation and Leaching - Effects of long-term inorganic fertilization of cultivated soils. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Agraria 428. ISSN 1401-6249. ISBN 91-576-6466-8.



Figur 1. Markens P-mättnadsgrad kan användas för att uppskatta P-frigörelse.



Figur 2. Genomsnittlig utlakning av total-P, under tre år, från lysimetrar (kg ha-1 år-1).

Riktig fosforgödsling inte helt enkelt

Lennart Mattsson, Inst. för markvetenskap, SLU

Frågan om rätt fosforgödsling rymmer både en kort- och en långsiktig komponent. I det korta perspektivet är det en enkel fråga om vilken skördeökning som betalar fosfortillförseln. På längre sikt hamnar markbördigheten i centrum. En jords fosforstatus är en del av markbördigheten och vi måste överväga vilken nivå vi vill eftersträva. Valet är inte självklart och innehåller även det en ekonomisk fråga. Markens fosfortillstånd kan påverkas både i positiv och negativ riktning, men detta kan inte utan vidare relateras till ökade eller minskade skördeintäkter.

Fosforgödsling är nödvändig och har en bevisad och tydlig effekt på avkastningen. Tabell 1 är ett gott exempel på detta. I jämförelse med måttlig P-gödsling ökar skördarna vid stark gödsling med uppemot 20% i sockerbetor, 7% i oljeväxter, och mera beskedliga 4% i potatis och 2% i stråsäd. Utesluts P-gödsling helt minskar skördarna avsevärt. Skördenivåerna ligger nära riksgenomsnitten för stråsäd och oljeväxter, men 6% under för sockerbetor och 18% under för potatis.

Inte bara kvantiteten utan även skördeprodukternas halt av P kan påverkas, mer eller mindre beroende på gröda. Oljeväxtfrö innehåller ungefär 0,7% P i torrsubstansen och är ganska fosforrika, därefter följer stråsäd med 0,35%, potatis 0,25 och sist betor med knappt 0,15%. Omvänt är halten mest påverkbar i sockerbetorna med en ökning från 1,1 till 1,48 eller 40% för den högsta P-tillförseln.

Med kännedom om skördens storlek och P-innehåll kan upptag och bortförsel med skördeprodukter beräknas. Här jämnar skillnader mellan grödor ut sig. Det är slående hur lika bortförseln är för oljeväxter, stråsäd och sockerbetor, och lika slående är potatisens förhållandevis låga värden. Att jämförelsen görs vid en relativt låg skördenivå jämfört med riksgenomsnittets 26 ton/ha spelar ingen större roll. Med oförändrad halt skulle den skörden föra bort ungefär 12 kg P per ha.

Enkel balansräkning mellan tillförsel och bortförsel ligger till grund för dagens rekommendationer. Principen är att tillföra lika

Tabell 1. Halt i skördeprodukt, % av ts, skörd, kg ha-1 med 15% vattenhalt, (betor, potatis t ha-1 friskvikt) samt upptag, kg P ha-1 i skördeprodukterna. Medeltal för alla bördighetsförsök, 12 platser årligen 1957-2002. S.E.=medeltalens medelfel

	Utan P	Ersättning	Ers. +15 P	Ers. +30	Antal	S.E.
Stråsäd						
Skörd	4170	4740	4850	4840	240	90
Halt	0,33	0,36	0,38	0,39	240	<0.01
Upptag	12	14	15	16	240	0,3
Oljeväxter						
Skörd	1260	1740	1830	1860	87	70
Halt	0,65	0,71	0,81	0,84	87	0,01
Upptag	7	10	12	87	87	0,5
Betor						
Skörd	23,3	38,3	45,6	45,0	46	1,8
Halt, promille	0,80	1,06	1,32	46	46	0,05
Upptag	5	11	15	46	46	0,8
Potatis						
Skörd	-	19,5	21,8	22,8	14	2,3
Halt	-	0,19	0,22	0,23	14	0,01
Upptag	-	7	9	14	14	1

mycket som grödan för bort, men fastläggningsmekanismerna i marken kan inte försummas och innebär att en viss överskottstillförsel i förhållande till bortförda mängder har byggts in i rekommendationerna. Ekonomin i detta är emellertid oklar. Vi investerar i något som kanske ger ett mervärde om 10 till 15 år.

Med pågående fältförsök kan vi visa att god fosforstatus i marken kan exploateras och utnyttjas, kanske upp till ett par decennier. Vi kan också visa hur vi kan anrika eller utarma P-tillgångarna och att en utarmning på sikt leder till små eller inga skördar. Vi har å andra sidan inga entydiga belägg för att P-status motsvarande klass III (4-8 mg P 100 g jord) är det som långsiktigt är bäst. Långtidsjämförelser med fokus är svåra men en uppfattning om relationerna kan erhållas ur figur 1, som visar hur skörden vid kontinuerligt måttlig gödsling förhåller sig till en tämligen stark gödsling.

Bilden ger ett intryck av sjunkande skördar med tiden för den lägre gödslingen. Ett intryck som skall värderas mot att jämförelsenivån inte är så konstant som bilden antyder. I verkligheten går den både upp och ner. Ett är dock säkert. Skillnaderna mellan gödslingsnivåerna ökar med tiden.

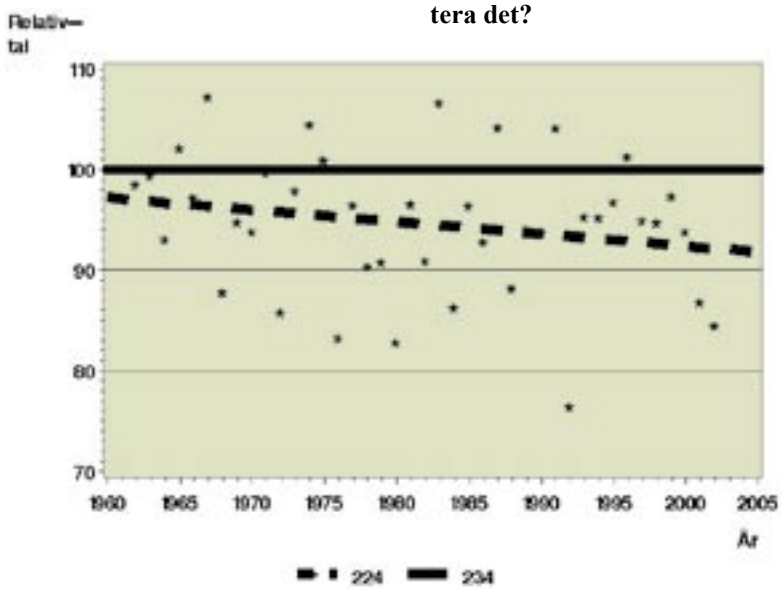
Referenser

De långliggande fältförsöken vid Avd. för växtnäringslära, SLU.
Egna bearbetningar.
Jordbruksstatistisk årsbok 2003. Jordbruksverket.

Frågor

Kjell Ivarsson **Det finns en biologisk aktivitet som ger en indirekt effekt på fosforfastläggningen. När vi sakta tömmer de uppgödslade förråden så ökar förmodligen de biologiska reaktionerna i betydelse. Hur får vi in dem?**
Lennart - Jag ifrågasätter inte att effekten av det biologiska systemet ökar om vi tömmer eller utarmar det kemiska systemet. Men frågan är om det ökar i betydelse i absoluta tal.
Katarina - Jag tror att det redan påverkar den biologiska fosforn även om vi tillför mindre fosfor. Hur den organiska fosforn påverkar och vad den har för möjlighet att leverera till växterna behöver man titta mer på.

Göte Bertilsson **Min uppfattning är att det normala är att gödsla per ersättning, inte en fortsatt uppgödsling. Vill du kommentera det?**



Figur 1. Den relativa skördeutvecklingen över tiden för måttlig gödslingsnivå (ersättning, 224) i förhållande till tämligen stark gödsling (ersättning + 15 P per ha och år, 234). Medeltal för de syd- och mellansvenska bördighetsförsöken, 10 platser årligen. Observerade värden för led 224.

Lennart - I en datakörning fick vi 10–20 P/ha och år i en hygglig skörd. Jag håller med om att det inte är fel att gödsla per ersättning.
Bertil Albertsson -Rekommendationen är 15 kg P i klass 3 och 25 kg i klass 2.
Kjell Ivarsson - I dag har vi inget grepp om hur den indirekta effekten av mikrobiell aktivitet påverkar fastläggningen av fosfor.
Katarina - När man frångår förrådsgödslingen och gödslar när grödan mest behöver det, får man förhoppningsvis inte samma fastläggning av fosfor. Därför ska man kunna minska gödslingsrekommendationerna.

Per-Åke Sahlberg **Vi gjorde en markkartering och beräknade vad min mjölkproduktion skulle producera i form av fosfor. Efter ca 7–8 år visade det sig att vi hade sjunkit en hel fosforklass. Vad beror det på?**
Lennart - Det kan vara en överskattning av fosfortillförseln via djuren, eller en platsbunden variation. Vi har olika fastläggningsmekanismer i olika jordar. En del är tröga att påverka, en del är lättrörliga. I ditt fall skulle de kunna vara väldigt lättrörliga. Även om jag gissar att det strider mot den gängse uppfattningen om lerjordarna på Varaslätten.

Ragnar Elmgren **Gödslar man enligt rekommendation, eller lägger man på extra för att vara säker?**
- Tittar man på statistik över användning och förbrukning så ligger man rätt nära rekommendationen, och snarare något under.
Bertil Albertsson - I medeltal ligger man ganska väl i förhållande till rekommendationerna. Men många djurgårdar placerar stallgödseln fel och överdoserar på vissa fält och får onödigt mycket fosfor, vilket vi jobbar med inom rådgivningen.
Cecilia Linge - De rådgivningar och växtnäringsbalanser vi har gjort inom Greppa Näringen visar att gårdar utan djur har ett fosforminus på 2 eller 3 kg.

Vad vet vi om fosforförluster från åkermark och är fosforindex ett enkelt verktyg för riskbedömning?

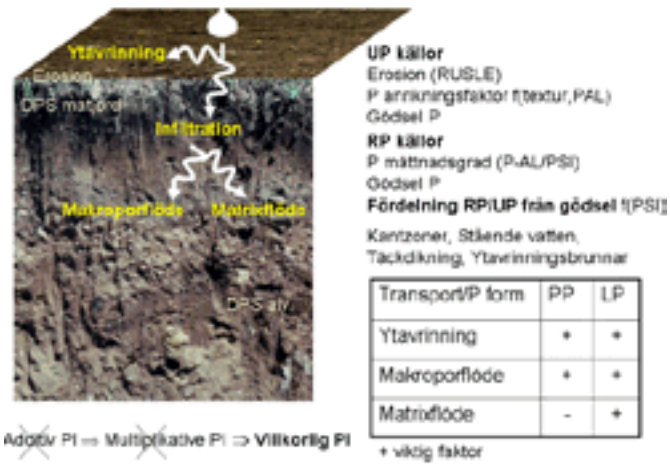
Barbro Ulén och Faruk Djodjic, Inst. för markvetenskap, SLU

Fosfor (P) transport sker genom flera processer (ytavrinning, erosion, utlakning, intern erosion) och påverkas av ett antal faktorer, som t.ex. klimat, markegenskaper, topografi, markens P status, samt bearbetnings- och odlingsmetoder. Fosforförluster från åkermark varierar därför både i tid och i rum och är oftast episodiska. Denna variation ger oss dock en möjlighet att fokusera våra motåtgärder på fält som löper störst risk för P förluster, förutsatt att vi kan effektivt identifiera dessa fält. Riskbedömningen av fältspecifika P förluster måste därför beakta och ta hänsyn till alla ovannämnda processer och faktorer. Fosforindex (PI) är en enkel metod för riskbedömning av P förluster i fältskala. Faktorer som är viktiga för P förluster delas in i två grupper, P källor och P transportmekanismer. Fält eller delar av ett avrinningsområde där dessa två grupper överlappar varandra bedöms vara känsligast för P förluster. Här presenteras ett riskbedömningsverktyg som utvecklades inom ett projekt som finansierats gemensamt av MAT21 och SLF. Målsättningar för projektet var följande:

- att anpassa PI till svenska förhållanden beträffande:
  - P status i marken (PAL) och gödslingsre kommendationer
  - Topografi
  - Klimat
  - Odlingssystem
- att möjliggöra en riskbedömning av P förluster med lätt tillgängliga uppgifter om mark- och fältegenskaper
- att testa möjligheter att använda PI som ett pedagogiskt verktyg
- att utveckla ett användarvänligt gränssnitt för att underlätta beräkningarna

De flesta varianter av befintliga P-index verktyg är multiplikativa, d v s det totala värdet av P-index beräkningar erhålls genom att multiplicera summan av transportfaktorer med summan av P källor. Detta innebär att alla P källor och alla P transportmekanismer behandlas på samma sätt och påverkar inte varandra. Samspelet mellan P källor och P transportmekanismer är dock helt avgörande för P förluster. Till exempel, ett högt P-AL värde i matjorden kan i ett multiplikativt P-index resultera i ett högt P-index värde oberoende av vilken transportmekanism som är dominerande. Alven, med sin höga P bindningskapacitet, kan dock minska P förluster men bara om vatten rör sig långsamt och markpartiklarna har tillräckligt lång kontakttid med P i vattnet. Denna buffert kan ”överbryggas” om vattnet rör sig snabbt genom stora sprickor i marken eller rinner av på markytan, vilket ökar risken för P förluster. Därför introduceras s.k. villkorliga regler i det svenska P-indexet, där en viss faktor bedöms genom att ta hänsyn till andra faktorer som kan påverka dess betydelse. Flera andra anpassningar har gjorts för att bättre beskriva svenska förhållanden:

- Risken för förluster av löst och partikulär P beräknas separat



Figur 1. Svenskt P-index – koncept

• De viktigaste transportmekanismerna är ytavrinning, makroporflöde och matrixflöde
• Erosion behandlas som en P-källa och inte som en P-transportmekanism
• P-mättnadsgradkonceptet används för att bedöma P utlakningsrisk
• Markens bindningskapacitet används för att fördela tillfört P mellan löst och bundet
• P-index beräkningar tar också hänsyn till:
  - Kantzoner
  - Täckdikning
  - Ytavrinningsbrunnar
  - Vatten stående på markytan mm

Dessa förändringar har dock gjort beräkningen av P-index värden mer komplicerad. Därför utvecklades en applikation inom Visual-Basic, där data input, beräkningarna och presentation av resultat underlättar användningen av P-index. Resultat skrivs till en textfil där användaren även får, förutom P index beräkningarna, fältspecifik information om troliga orsaker för P förluster och förslag på möjliga motåtgärder. På detta sätt kan P-index användas som ett pedagogiskt verktyg där användaren får en riktad och fältspecifik information om processer och faktorer som är viktiga för P transport.

På liknande sätt som man i ett avrinningsområde kan identifiera fält med hög risk för fosforförluster, kan man identifiera tre typer av jordprofiler med hög risk
• Dränerade lerjordar:
  - Höga P-AL tal förstärker problemen
  - Ingår mineralet illit slammas lätt kolloider upp vid låga pH
• Struktursvaga mjälajordar
  - Låg bördighet med låg halt organisk substans förstärker problemen
  - Lågt pH antagligen negativt
• Uppgödslade kalkfattiga sand/mo – jordar
  - Lågt innehåll av järn och aluminium i både matjord och alv ger stora problem

Vad vet vi om tänkbara motåtgärder för fosforförluster från dränerade lerjordar?
Man bör se både på kort och lång sikt och man bör skilja på effekter för den partikelbundan och den lösta fosforn (Tabell 1). Vilka principer som är viktiga kan man diskutera fram men vi har ingen aning om den kvantitativa betydelsen av de flesta åtgärderna.

Tabell 1. Tänkbara åtgärder på dränerade lerjordar. Ju fler plus, ju bättre effekt

Åtgärd Tidsperspektiv	PartP		Löst P	
	kort	kort+lång	kort	kort+lång
Gödsla enligt rekommendationer	+	+	++	++
Undvika applicering på våt jord	++		+++	
Öka jordkontakten vid appliceringen	++		+++	
Odla vegetationstät mark under vintern	+++			
Plöja tidig höst + torra förhållanden	++	++	+	+
Minska packningen av jorden	+++	+++	++	++
Förbättra jordstruktur + infiltration	+++	+++	++	++
Bortleda ytvatten + kantzon (gräs/kalk)	++		+	
Kalkåterfylla vid dränering	++		+	
Reglera dräneringen	+		+	
Sköta allmänt underhåll, backdiken etc.	+++		++	

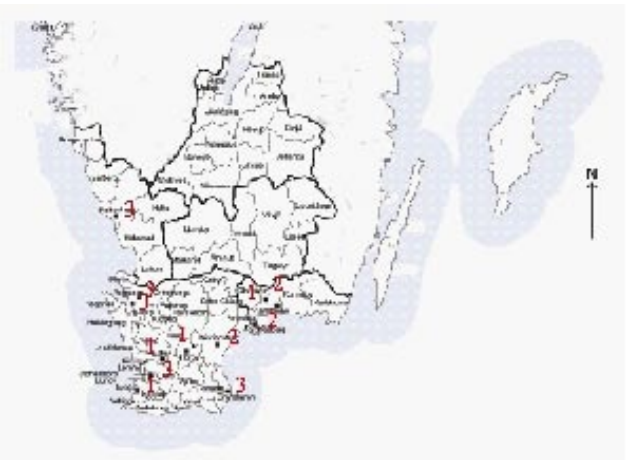
Hur rangordnade intressenter olika motåtgärder i ett avrinningsområde vid ett 'stakeholder meeting'?

Det finns en motvilja att erkänna enskilda avlopp som ett problem om man riskerar att drabbas ekonomiskt (Tabell 2).

Tabell 2. Ranking (röster) vid möte för intressenter i ett område med mjälajord

Typ av åtgärd		(%)	∑(%)
Öka bördighet			**40**
	Vårplöjning	13	
	Vegetationstät mark (vall, fånggröda)	8	
	Vall eller grönträda på sluttningar	7	
	Ökad organisk halt (vall, grönträda)	7	
	Lokal köttproduktion (mer beten)	5	
I vattendraget			**29**
	Muddring av vattendraget	13	
	Stora sedimentationsdammar	12	
	"Filter"(små våtmarker mm)	3	
	Förbättrade kantzoner	2	
I sjön			**23**
	Utfiskning av skräpfisk	11	
	Förstoring av vattenspegeln	5	
	Höjning av vattennivån	4	
	Förbättring av cirkulationen i sjön	3	
Enskilda avlopp			**5**
Kommunikation			**3**

Hur vanliga är uppgödslade jordar med stor risk för läckage av fosfatfosfor?
Resultat från riskkartering av södra Sverige visas i figur 2. Totalt indikerades 4 procent av analyserade jordar att ha hög risk för läckage av löst fosfor.



Figur 2. Problemjordar I södra Sverige baserat på tre kriterier;
1) Lerjord med hög grad av fosformättnad i matjorden
2) Sandjord med hög grad av fosformättnad i matjord+alv
3) Kalkjord med högt P-AL tal i förhållande till sorptionsindex.

Hur lågt kan vi nå?
Bakgrundsnivån för fosforläckage kan definieras på flera nivåer (figur 3). Bakgrunden bör lägst vara 40%, men kan i ett kortare tidsperspektiv vara ända upp till 90% av den nuvarande nivån.



Figur 3. Olika typer av bakgrundsnivåer för fosforförluster. För fosfor tar det längre tid att minska en förhöjd nivå än för kväve.

Frågor

Peter Edling **Upplever ni någon motsats till kvävefolket?**
– Vissa åtgärder kan ha motsatta effekter för kväve och fosfor, men med riskindex tar man hänsyn till var kväve- respektive fosforproblemet är störst. Ett fält med fosforproblem kan t.ex. ligga närmast vattendragen, medan fält som ligger lite längre bort kan ha kväveproblem.

Håkan Alfredsson **Har ni skattat vad det kostar att ta fram underlaget i en praktisk odlingssituation? Och vad det kostar om man ska vidta åtgärder för att minska läckaget av fosfor med ett visst antal kilo från ett område?**
- Vi har en försöktsruta som har strukturkalkats historiskt. Den läcker minst och ger de bästa skördarna. Så det är en investering att vårda sin mark, inte bara en kostnad.
- Fosforindex är inte en kvantifieringsmetod där du får resultatet i mg/l eller kg/ha. Fördelen med metoden är att vi lär oss gödsla rätt, bearbeta rätt, vid rätt tidpunkt osv. Varje åtgärd behöver inte kosta extra, men vi har goda grunder när vi tar ett beslut.

Göte Bertilsson **Du hade gödslingstid som indata till fosforindex; gäller det också mineralgödsel? Vilka praktiska åtgärder är lätta att göra i det enskilda fallet?**
- I verktyget finns rekommendationen att det är bra att gödsla enligt rekommendationerna. *Kjell Ivarsson* Kanske går det att knyta ihop åtgärderna med olika miljötjänster. Våtmarker, bassänger och skyddszoner kan t.ex. vara intressanta för biologisk mångfald, även om fosforeffekten är svag. Det kanske är lättare att sälja in det här som en miljötjänst.

Lennart Mattsson **Hur stort är ett typiskt fosforläckage; 0,5 kg eller 2 kg/ha och år?**
- Vi räknade på det i TRK och då var medelförlusten ca 0,4 kg/ha.

Markus Hoffman **I Danmark tog man förra året fram ett par rapporter om kväve och fosfor. I fosforrapporten finns ett diagram där forskarna bedömde att fosforläckaget från danskt jordbruk var lika stort i dag som år 1900, alltså för 100 år sedan. Kan det ligga något i det?**
- Jag tror det är större. Jordbruket är intensivare i dag och vi bearbetar jorden mer. Dessutom har Danmark ett mycket högre fosföröverskott än Sverige. Vi har bara 1,6 kg P/ha och år. I Danmark har de 13 kg tror jag.

Jan Persson **Tror man fortfarande att fosfor kan läcka ut från frostskadat växtmaterial?**
– Ja, hur stor betydelse det har är ännu inte utrett.

Mineralisering av kväve, uthålligheten i markleveransen, fördröjningsmekanismer

Jan Persson, SLU

Inledning

Framställning koncentreras till uthålligheten i markleveransen samt till fördröjningseffekter i kvävemineraliseringen. Förståelsen av dessa processer bygger på följande basfakta.
1. Kvävets processer är intimt förknippade med kolets processer
2. Kolets mineralisering leder till att CO2 bildas – ett uttryck för att energi utnyttjas
3. Kvävets mineralisering leder till att NH3 bildas. Kan senare nitrifieras.

Uthålligheten i markleveransen

Vid diskussion av markleveransen måste man skilja på omsättning av primärt, färskt material och omsättning av sekundärt, omsatt humusmaterial.

Färskt material omsätts snabbt och leder till nettomineralisering eller nettoimmobilisering beroende på materialets N-halt (Jansson & Persson 1982). C/N-kvoten och omsättbarheten kan ge en ungefärlig bild av omsättningsförloppet. Försök har dessutom gjorts att öka precisionen i bedömningen (Gunnarsson 2003). En del av kvävet i det färska materialet kommer att stabiliseras och ingå humuspoolen. Stabiliseringen sker normalt snabbt (Bartholomew 1965, Jenkinson 1977). Remineraliseringen av det stabiliserade materialet går i allmänhet långsamt (Stevenson 1986, Jansson 1968). Man kan således inte räkna med att allt kväve i det organiska materialet kortsiktigt blir växttillgängligt. Men markens kväveförråd ökar och därmed den långsiktiga kväveleveransen.

Avslaget grönt material, som blir liggande på ytan kan förorsaka ammoniakförluster. Växten lever fortfarande och dess enzymer bidrar till nedbrytning och kvävemineralisering. Någon fästläggning i mikroorganismer sker knappast. Likaså binds inte kvävet till markpartiklar. Kvävet har ingenstans att ta vägen – det avdunstar (Marstorp 1995).

Den helt dominerande delen av markkvävet (mer än 90%) finns i stabila humussubstanser. För en långsiktig och uthållig mineralisering krävs att nya humussubstanser tillförs. Vägen för detta går via färskt material, som omsätts under bildning av nya humussubstanser. Drastiska förändringar i odlingsåtgärderna kan leda till snabba förändringar i kväveleveransen. En sådan åtgärd kan vara att bryta permanenta eller långvariga vallar (Persson 1978).

Mineraliskt kväve har ingen direkt inverkan på kvävemineraliseringen men en ökad biomassaproduktion som följd av gödsling påverkar humusbildningen och därmed den kvävelevererande förmågan. Tidsförloppet för förändringar i humusens kväveleverans rör sig om några decennier. Observera skillnaden i tidsperspektiv mellan omsättning av färskt material (några år) och humus (några decennier). Det har visat sig vara svårt att finna en invändningsfri analysmetod för att beskriva markens kvävelevererande förmåga (Adolfsson 1996).

Ammmoniafixering (inte att förväxla med ammoniumfixering) är en process, som bör beaktas under vissa bettingelser. Processen kan äga rum vid riklig tillgång till NH3. En förutsättning för att kvävet ska föreligga som NH3 är att pH-värdet är högt. Urin är ett substrat, som kan leda till ammoniakfixering när den kommer i marken. Den är kväverik och den har ett högt pH-värde. Gödselmedlet urea kan ha samma effekt. Denna hydrolyseras i marken under bildning av NH3 varvid pH-värdet stiger. Fixerat NH3-kväve är mycket resistent mot mineralisering. Grupper, som kan reagera med NH3 finns i fenoler och kinoner. (Mattson & Koutler Andersson 1943, Melin 1986, Johansson 1998).

Fördröjningseffekter

Halmen är kvävefattig och vid omsättning kan betydande mängder kväve immobiliseras. Omkring 30 kg N kan bindas av en normal halmgröda. Efter kriget kom budskapet från Tyskland att man måste ge en extra kvävegiva för att undvika kvävedepression. Nya svenska undersökningar tyder på att den negativa

halmeffekten ”äts upp” av en ökad mineralisering av humuskväve som följd av en ökad jordbearbetning vid nedbrukning av halmen. Men budet variera. I Danmark får man räkna en del av halmen som ”grön mark” (Jensen 2000). Man kan tillägga, att vid effektiv finfördelning av halmen och gynnsam nedmyllning hinner nedbrytningen så långt på hösten att immobiliseringen på våren blir liten.

Senarelagt höstbearbetning minskar kvävemineraliseringen på hösten eftersom jorden får ligga orörd under den tidiga hösten (Lindén & Wallgren 1993). Fånggröda kan ta upp kväve, som mineraliseras under hösten. En del av kvävet i grönmassan mineraliseras snabbt efter nedbrukning. Helst ska detta ske först på våren. En annan del av kvävet i grönmassan binds in i humussubstanser. Långsiktigt leder det till ökad humusbildning, som på sikt resulterar i ökad kväveleverans. Men någon kvävebomb blir det aldrig (Kirchmann, Persson & Calgren 1994).

Flytgödsel innehåller mycket NH3/NH4 och ofta mycket lättomsättbart organiskt material, bl.a. i form av fettsyror. Denna situation kan leda till stor immobilisering av kväve. Om spridningen sker på våren kan en kraftig remineralisering av kväve ske senare på hösten (Olsson 1985, Zagal & Persson 1994, Lindén, Carlgren & Svensson 1998).

Referenser

Adolfsson, Y. 1996. Kvävemineralisering i Leror från Uppsalatrakten. Examensarbete i växtnäringslära nr 98.

Bartholomew, W.V. 1965. Mineralization and Immobilization of Nitrogen in the Decomposition of Plant and Animal Residues. In: Soil Nitrogen. (W.V.Bartholomew and F.E. Clark eds.). Agronomy. Monograph 10, 285-306.

Gunnarsson, S. 2003. Optimisation of N Release. Influence of Plant Material Chemical Composition on C and N Mineralisation. Sw. Univ. Agr.Sci. Agraria 381.

Jansson, S.L. 1968. On the role of immobilized Fertilizer Nitrogen in the long-term Nitrogen Economy of cropped Soil. Festskrift for Hans Laurits Jensen.

Jansson, S.L. & Persson, J. 1982. Mineralization and Immobilization of Soil Nitrogen. In Nitrogen in Agricultural Soils (F.J.Stevenson ed.). Agronomy 22, 229-252.

Jenkinson, D.S. 1977. Studies on the Decomposition of Plant Material in Soil. J. of Soil Sci., 28, 424-434.

Jensen, E.S. 2000. Prospects for Manipulating Crop Residues to Control Nitrogen Mineralisation – Immobilisation in Soil. Kungl. Skogs- o Lantbr.akad. Tidskr. 139:8, 25-42.

Johansson, G. 1998. Chemical Fixation of Ammonia to Soil Organic Matter after Application of Urea. Acta Agric. Scand.Sect.B. Soil and Plant Sci. 48, 73-78.

Kirchmann, H., Persson, J. & Carlgren, K. 1994. The Ultuna Lont-term Soil Organic Matter Experiment, 1956-1991. Sw. Univ. Agr.Sci. Dept. Soil Sci. Rep. and Diss. 17.

Lindén, B. & Wallgren, B. 1993. Nitrogen Mineralization after Leys ploughed in early or late Autumn. Sw. J. Agric. Res. 23, 77-90.

Lindén, B. Calgren, K & Svensson, L. 1998. Kväveutnyttjande på en Sandjord i Halland vid olika Sätt att sprida Svinflygödseln till Stråsäd. Inst. Markv., Avd. Växtn.l. Rap. 199.

Mattsson, S. & Koutler-Andersson, E. 1943. The Acid-Base Condition in Vegetation, Litter and Humus: VI Ammonia Fixation and Humus Nitrogen. Ann. Agr. Col. Sw. 11. 107-134.

Melin, J. 1986. Omsättning och Fördelning av Gödselkväve i tre Skogsekosystem i Mellansverige. Skogekologi & Skogl. Marklära Rap 55.

Olsson, P-I. 1985. Stallgödselkvävets Växttillgänglighet. Examensarbete i Växtnäringslära.

Persson, J. 1978. Kulturåtgärdernas Inverkan på Markorganismerna – Markvård eller Markförstöring? I Mikrobaktivitet och humusbalans. Skogs- o Lantbr.-akad- Tidskr. 117, 43-48.

Stevensson, F.J. 1986. Cycles of Soils. John Wiley o Sons.

Zagal, E. & Persson, J. 1994. Immobilization and Remineralization of Nitrate during Glucose Decomposition at four Rates of Nitrogen Addition. Soil Biol. Biochem. 26:10, 1313-1321.

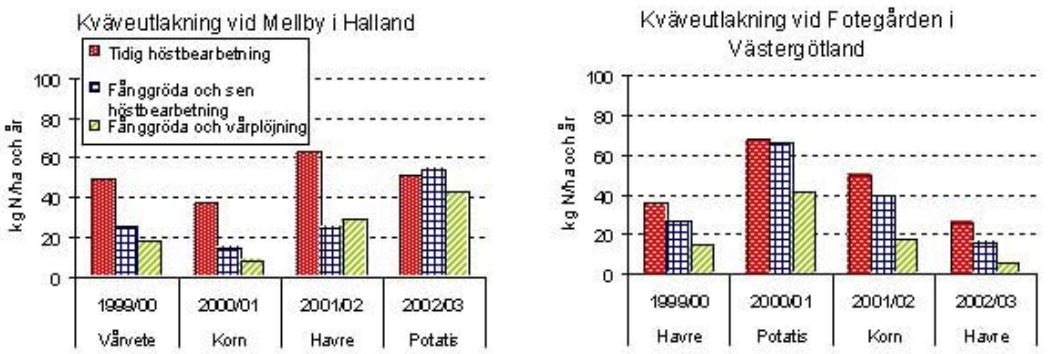
Aktuella resultat från de långliggande utlakningsförsöken

Gunnar Torstensson och Helena Aronsson, Inst. för markvetenskap, SLU

De långliggande utlakningsförsöken i södra Sverige har bidragit till ökad kunskap kring orsakerna till kväveutlakningen och hur den kan påverkas. När utlakningsstudierna inleddes på flera håll under 1970-talet var det främst sambandet mellan kvävegivans storlek och utlakningen som stod i centrum. Under årens lopp har andra frågor dykt upp. I försöken idag ligger fokus på att utforma odlingssystem där bearbetning, fånggrödor, gödslingstidpunkt m.m. används som redskap att styra kvävedynamiken i marken och därmed utlakningen.

Studierna, som finansieras av Jordbruksverket och SLU, bedrivs på fyra olika platser i separat täckdikade rutförsök. Försöksplatserna är Lönnstorps försöksstation (moränlättlera) i Skåne, Mellby försöksfält (mojord) i Halland samt Lanna försöksstation (styv lera) och Fotegården (mojord) i Västergötland. I vissa av försöken utsätts försöksrutorna för samma behandling år efter år för att utvärdera långsiktiga effekter av olika åtgärder på kväveomsättning, kväveutlakning, mullhalt, odlingssäkerhet m.m. I andra försök studeras olika typer av odlingssystem och åtgärder arbetas fram efterhand för att optimera växtföljderna med avseende på avkastning och miljöeffekter. Både konventionella och ekologiska växtföljder, med och utan djur ingår i försöken.

Utlakningsnivåerna skiljer sig åt mellan de olika försöksplatserna. Störst är kväveutlakningen på mojordarna i Halland respektive Västergötland. Dessa två försöksplatser beter sig mycket likartat i sin respons på odlingsåtgärder trots att klimatet skiljer sig åt en hel del både temperatur- och nederbördsmässigt. De långliggande studierna visar att senarelagd bearbetning (till sen höst eller efterföljande vår) i kombination med insådda fånggrödor är mycket viktiga redskap för att hantera kväveutlakningen på lätta jordar (figur 1). Åtgärderna fungerar bra både på kort och lång sikt med avseende på såväl grödornas odlingssäkerhet som utlakning. Det kväve som sparas undan utlakning genom senarelagd bearbetning och fånggrödor bidrar till en långsam ökning av jordens mullhalt. I de olika växtföljdsförsöken har därför insådder och bearbetningstidpunkter en central roll för att styra kväveomsättningen i marken och utlakningen. Det är särskilt tydligt i de ekologiska växtföljderna vid Mellby och Lanna, där vallar och gröngödslingsgrödor har stort utrymme i växtföljden. Figur 2 visar exempel på vad brytningstidpunkten för foder- respektive gröngödslingsvallar kan betyda för kväveutlakningen. Studierna vid Lanna har också visat att brytning av gröngödslingsvallar på hösten kan leda till ökade



Figur 1. Insådd rajgräsfånggröda och senarelagd bearbetning är effektiva åtgärder mot kväveutlakning på lätta jordar, särskilt om fånggrödan får stå kvar under vintern. Effekten av höstråg som fånggröda efter potatis varierar.

fosfatkoncentrationer i dräneringsvattnet. Utlakningsförlusterna av kväve och kalium har betydande inverkan på växtnäringsbalanserna i de ekologiska odlingssystemen, särskilt på lätt jord. I odlingssystemet utan djur vid Mellby var utlakningsförlusterna av kväve och kalium lika stor som bortförseln av dessa ämnen med skörden, vilket visar på hur viktig det är att arbeta fram metoder för ett effektivt näringsutnyttjande i den här typen av odlingssystem.

I syfte att öka lantbrukarnas och rådgivarnas förståelse för orsakerna bakom kväveutlakningen och ge en bild av hur olika odlingsåtgärder påverkar risken för utlakning har en metod tagits fram för beräkning av kväveutlakning på fält- och gårdsnivå. Arbetet har skett i samarbete med Jordbruksverket och är en vidareutveckling av utlakningsmodulen som under några år funnits i rådgivningsprogrammet STANK. Med hjälp av erfarenheterna från de långliggande utlakningsförsöken och andra försök i kombination med logiska antaganden har det varit möjligt att ta fram ett verktyg för att synliggöra odlingsåtgärdernas inverkan på utlakningen i olika odlingssituationer, se exempel i tabell 1.



Figur 2. Tidpunkten för vallbrott har stor betydelse för kväveutlakningen. Gröngödslingsvallar innehåller mer kväve än skördade fodervallar, vilket märks i utlakningsmätningarna.

Lästips
Resultat från de långliggande försöken finns publicerade i serien Ekohydrologi vid Avdelningen för vattenvårdslära. Aktuella nummer är 57, 71–75 samt 78.

Referenser

De senaste årens resultat från de långliggande utlakningsförsöken finns bland annat publicerade i:

Aronsson, H., Torstensson, G. & Lindén, B. 2003. Långliggande utlakningsförsök på lätt jord i Halland och Västergötland. Effekter av flytgödseltillförsel, insådda fånggrödor och olika jordbearbetningstidpunkter på kvävedynamiken i marken och kväveutlakningen. Resultat från perioden 1998-2002. Ekohydrologi nr 74. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Aronsson, H. & Torstensson, G. 2003. Höstgrödor-Fånggrödor-Utlakning. Kvävedynamik och kväveutlakning i två växtföljder på moränlättlera i Skåne. Resultat från 1993-2003. Ekohydrologi nr 75. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Aronsson, H. & Torstensson, G. 2004. Beräkning av olika odlingsåtgärders inverkan på kväveutlakningen. Beskrivning av ett pedagogiskt verktyg för beräkning av kväveutlakning från enskilda fält och gårdar. Ekohydrologi 78.

Tabell 1.En beräkningsmetod (Aronsson & Torstensson, 2004) användes för att förklara orsakerna till kväveutlakning i en växtföljd på mojord i Halland.

	VÄXTFÖLJD MED DJUR VID MELLBY								
	Effekt av:								
	Grund-utlakning	Bear-betning	Gödslings-intensitet	Höst-gödsling	Höst-väx. gröda	Efterverkan Stallgödsel	Efterverkan Gröda	Beräknad utlakn.kg/ha	Mätt utlakn kg/ha
Vårkorn+ins.	46	-19	0	0	-11	+1	+1	18	20
Vallträda	46	-19	+3	+8	-10	0	0	28	29
Vårraps	46	+5	-2	0	-8	0	+20 (13+7)	62	72
Höstvete+fg	46	-19	-1	+14	-15	+3	0	28	45
Matpotatis	46	0	0	0	-7	0	+24	63	78
Rågvete+fg	46	-16	+7	0	-13	+4	0	28	29

Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Torstensson, G. & Håkansson, M. 2001. Kväveutlakning på sandjord – motåtgärder med ny odlingsteknik. Miljöanpassad stallgödselanvändning och odling i realistiska odlingssystem. Resultat från perioden 1991-1999. Ekohydrologi nr 57, Avd. för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Torstensson, G. & Ekre, E. 2003. Kväveutlakning på sandjord - motåtgärder med ny odlingsteknik. Miljöanpassad stallgödselanvändning och odling i realistiska odlingssystem. Resultat från en grovmojord i södra Halland, perioden 1999-2002. Ekohydrologi nr 71, Avd. för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Torstensson, G. 2003. Ekologisk odling - utlakningsrisker och kväveomsätt-ning. Ekologiska odlingssystem med resp. utan djurhållning på sandig grovmo i södra Halland. Ekohydrologi nr 72.

Torstensson, G. 2003. Ekologisk odling - utlakningsrisker och kväveomsättning. Ekologiska odlingssystem med resp. utan djurhållning på lerjord i Västra Götaland. Ekohydrologi nr 73.

Frågor

Gustav Skyggeson **Engelskt rajgräs börjar få lite dåligt rykte p.g.a. kvalitetsförändringar. Har ni observerat det? Det kanske går att använda ängssvingel i stället, det har inte lika kraftigt rotsystem som ska brytas ner.**

- Jag vet inte om rajgräs har undersökts specifikt, men kan man nöja sig med lite mindre effekt så är det tänkbart att ängssvingel fungerar.

Christel Cederberg **Ökar systemen med fånggrödor glyfosatbehovet?**

- Fånggröda är bättre än ingenting, eftersom den hämmar kvickroten. Men det stämmer att en senare bearbetning ökar behovet av bekämpningsmedel och att många lantbrukare dödar fånggrödan med glyfosat. Vad säger du Gustaf, som odlar fånggrödor?

Gustaf Skyggeson Jag tycker inte man ska sätta likhetstecken med att använda fånggröda och att man måste döda fånggrödan med glyfosat. Men visst anser många att användningen ökar.

Reglerad dränering

Harry Linnér, Inst. för markvetenskap, SLU

Väl fungerande markavvattning är en grundförutsättning för ett effektivt och lönsamt jordbruk i humida områden. Täckdikning utförs för att sänka grundvattennivån så att växtrötterna får tillgång till syre och så att marken kan bära maskiner även under nederbördsrika perioder. Hydrologiskt innebär täckdikning ökad infiltration, minskad ytavrinning och lägre flödestoppar. Totalavrinningen minskar ofta på grund av att växternas evapotranspiration ökar när förhållandena i rotzonen blir mera gynnsamma. Täckdikningen innebär också att transporten av partikelburna ämnen som fosfor och organiskt kväve minskar. Transporten av lättrörliga ämnen som nitrat och vissa pesticider ökar vanligen eftersom en större andel av avrinningen passerar genom markprofilen på fält som är täckdikade.

Behovet av dränering på ett fält varierar med gröda, årstid och mellan åren. Vanliga täckdikessystem dränerar marken till ett bestämt djup oberoende av hur behovet varierar. Det innebär i vissa situationer att onödigt mycket vatten dräneras bort från rotzonen.

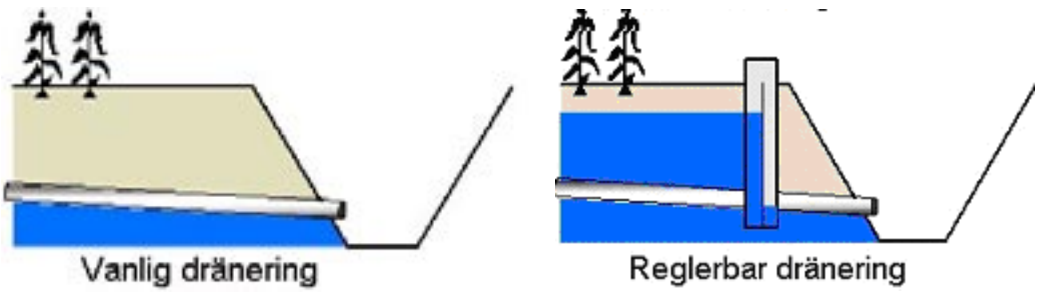
Genom att komplettera dräneringssystemet med reglerbrunnar (Figur 1) blir det möjligt att variera dräneringsintensiteten efter behovet och att anpassa dräneringen så att läckaget av näringsämnen minimeras. När behovet av dränering är stort, vid sådd och skörd och under perioder med hög nederbörd, fungerar dräneringssystemet som vanligt dvs. när grundvattnet befinner sig ovanför dräneringsledningarna sker avrinning. När dräneringsbehovet är litet kan dämningsnivån i reglerbrunnarna höjas så att vatten hålls kvar i marken och blir tillgängligt för växterna.

Reglerad dränering tillämpas på cirka 800.000 hektar i USA. I Finland har miljöstöd utgått sedan 1995 och tekniken har installerats på 30-40.000 hektar hittills. Ekonomiska beräkningar har visat att det finska miljöstödet varit såväl samhällsekonomiskt som företagsekonomiskt lönsamt på grund av de positiva effekterna på kväveläckage och skörd.

Omfattande forskning i främst USA och Kanada har visat att reglerad dränering innebär förbättrad vattenförsörjning för grödorna, reducerad avrinning, reducerade N- och P-förluster med dräneringsvattnet och högre skördar. I genomsnitt har reglerad dränering minskat N- och P-förlusterna med 30-50 procent och skördarna har ökat med 5-20 procent. Mot tekniken talar högre anläggningskostnader och större behov av tillsyn.

Svenska undersökningar i Skåne och Halland har bekräftat de utländska resultaten. Effekterna på näringsförlusterna har varit stora, såväl näringskoncentrationen i vattnet som mängden avrinning har minskat och avkastningen har ökat.

För att reglerbar dränering skall vara användbar i praktiken måste en del topografiska och agrohydrologiska förutsättningar vara uppfyllda. Fältlutningen bör vara högst 1-2 procent eftersom behovet av regleringsbrunnar blir alltför stort vid större lutning. Jordarna bör vara relativt genomsläppliga så att de reagerar snabbt på höjning eller sänkning av grundvattenytan.



Figur 1. Normal respektive reglerbar dränering

Dessutom måste det finnas ett dräneringsbehov för att reglerad dränering skall vara möjlig.

De hydrologiska och jordartsmässiga förutsättningarna för reglerad dränering i södra Sveriges kustnära områden har analyserats. I studien ingick 730.000 ha åkermark. Därav befanns cirka 150.000 ha vara mycket lämpliga för reglerad dränering (<1 % lutning och hög/medelhög genomsläpplighet). Ytterligare cirka 100.000 ha var lämpliga (1-2 % lutning, hög genomsläpplighet). Siffrorna kommer emellertid att reduceras när arealer som saknar dräneringsbehov dras ifrån. Ändå kan man konstatera att potentialen för reglerad dränering är stor i de kustnära områden i södra Sverige där kväveläckaget är stort.

Referenser

Evans, R.O., Gilliam, J.W. & Skaggs, R.W. 1989. Effects of agricultural water table management on drainage water quality. Tech. Rep. 237, Water Resourses Institute, University of North Carolina, Raleigh, USA.

Joel, A., Wesström, I. & Linnér, H. 2003. Reglerad dränering. Topografiska och hydrologiska förutsättningar i södra Sveriges kustnära områden. Inst. För Markvetenskap, SLU, Uppsala. Avdelningsmeddelande 03:1.

Kliewer, B.A. & Gilliam, J.W. Water table management effects on denitrification and nitrous oxide evolution. Soil Sci. Soc. Am. J. 59:1694-1701.

Skaggs, R. W. 1999. Water table management: Subirrigation and controlled drainage. In: Agricultural drainage. R.W. Skaggs and J. van Schilfgaard (Eds.). Agronomy 38. ASA, CSSA & SSSA, Madison, WI. 695-718.

Skaggs, R.W., Breve, M.A. & Gilliam, J.W. 1994. Hydrologic and water quality impacts of agricultural drainage. Critical Reviews in Environmental Science and Technology 24, 1-32.

Wesström, I. 2002. Controlled drainage – effects on subsurface runoff and nitrogen flows. Swedish University of Agricultural Sciences. Doctoral Thesis. Agraria 350.

Frågor

Gustav Skyggeson **Det här är alltså samma teknik som man använder för att förhindra rostutfällning i jordar när man dämmer?**

- Precis. Tekniken användes redan på 1970-talet när det gällde rostutfällningar i ledningar. Man ville ha dem under vatten så lång tid av året som möjligt.

NN **Man måste ju komma åt att plöja och harva på våren och man borde alltså samla upp vattnet tidigt på våren. Finns det några tankar kring detta?**

- Normalavrinningen från svenska fält är 2 000–4 000 kbm/ha eller 200–400 mm. Det sker alltid en avrinning i vårt klimat, men det går att spara en del avrinningsvatten i dammar som kan återföras på sommaren när det normalt är ett underskott på 100–200 mm.

Peter Edling **Vad händer med täckdikessystemet om jag dämmer i huvudavvattningsdiket?**

- Vi har inte kunnat konstatera att det skulle bli mer igenslamning och liknande.

Karin Hermanrud **Har ni tittat på kostnadseffektiviteten när det gäller miljöeffekterna?**

- Topografin avgör, men man klarar sig med mindre än 1 brunn/ha, eller ibland en brunn per 3 eller 5 ha, om man har idealiska förhållanden. Kostnaderna slås ut på 5, 10 eller 20 år och blir rätt så måttliga. Räknar man om det till per kg kväve så blir det också måttliga kostnader. *Siegfried Fleischer* Lustgas är väldigt löslig och kan gå ut både från markområdet och från vattnet. Det kan finnas perioder när ett ändrat vattenstånd gynnar bildningen så man bör gå vidare och titta mer på det här - Vi gjorde ett stort antal provtagningar vid Mellby, men tyvärr förlorade vi alla proverna i en brand. Men förutsättningarna för lustgas är väl att vi har denitrifikation, vilket är ett steg på vägen till nitrifikation. Vi bedömer att denitrifikationen varit liten i våra undersökningar med reglerad dränering. Den minskade kväveutlakningen beror främst på minskad avrinning.

Våtmarker som näringsfällor - var ska de placeras?

Bertil Albertsson, Jordbruksverket

Bakgrund

Utdikning av våtmarker och sjösänkningar har inneburit att en mycket stor andel av våtmarkerna försvunnit sedan mitten av 1800-talet. Detta har medfört att retentionen av näringsämnen från åkermark till recipient kraftigt försämrats.

Under senare tid har våtmarkernas betydelse för vattenrening och som landskapselement fått ny aktualitet. Från och med 1990 har statligt stöd getts för att återskapa våtmarker i odlingslandskapet, vilket har resulterat i att drygt 6 000 hektar våtmarker anlagts under perioden 1990-2003. Våtmarker har även anlagts med kommunal eller privat finansiering.

Enligt miljökvalitetsmålet Myllrande våtmarker skall minst 12 000 hektar våtmarker anläggas eller återställas i odlingslandskapet mellan år 2000 och 2010. Motsvarande arealmål anges även i underlagsmaterialet till miljökvalitetsmålet Ingen övergödning, men med genomförandeperiod fram till år 2020. Potentiell retention i detta program uppskattas till ca 2 100 ton kväve. Under 2000-2003 har omkring 2 800 hektar färdigställts.

Något kvantifierat mål för hur mycket fosfor som ska avskiljas i våtmarkerna finns inte, men för jordbruket generellt gäller att förlusterna skall minska.

Modellberäkningar som genomförts av Våtmarkscentrum (2004), visar att en stor del av våtmarker som anlagts har en reningseffekt på mindre än 100 kg N/ha, medan kväveretentionen i andra våtmarker beräknats till storleksordningen 500 kg N/ha. Den relativt låga effekten hos vissa våtmarker bedöms bero på litet tillrinningsområde samt att lokaliseringen av undersökta våtmarker inte varit idealisk med avseende på näringsrening. Beräknad fosforrening har uppgått till ca 1 % av kvävereningen. I Jordbruksverkets rapport 2000:1 skattas kvävereningen schablonmässigt till 150-200 kg N/ha våtmarksyta. Den stora skillnaden i kvävereningen mellan olika våtmarker antyder att det finns en potential som borde utnyttjas i den framtida våtmarksanläggningen.

För att ge stöd i arbetet med våtmarksplanering och för att uppnå bättre reningseffekt i våtmarker har Jordbruksverket på regeringens uppdrag, efter samråd med Naturvårdsverket, Riksantikvarieämbetet och andra berörda myndigheter och organisationer, tagit fram kvalitetskriterier för våtmarker i odlingslandskapet. I regeringens direktiv kan läsas: odlingslandskapets våtmarker ska ha en utformning och lokalisering som leder till en effektiv reduktion av växtnäringsförluster samtidigt som den biologiska mångfalden kan gynnas och hänsyn tas till platsens kulturhistoriska värden.

Placeringskriterier

Kriterierna för placering har delats in i makrokriterier (var i Sverige våtmarker bör placeras) och mikrokriterier (var i landskapet våtmarker bör placeras). Mikrokriterierna ska alltid beaktas vid anläggning av våtmarker där huvudsyftet är näringsrening. Makronivån kan användas för att styra resurser (information, miljöersättningar, regional planering av våtmarker etc.) till sådana områden där våtmarker generellt sett gör störst nytta.

Prioriterade områden

Prioritering av områden och lägen för våtmarker bör göras utifrån den effekt som våtmarkerna kan ge på miljön som helhet. Samtliga vattenområden (öppna havet, skärgårdsområden, sjöar eller vattendrag) kan utgöra en prioriterad recipient.

De faktorer, som har störst betydelse för vilka områden som skall prioriteras för våtmarksanläggning med huvudsyfte näringsretention, är belastningen av växtnäring från jordbruket, avståndet till recipienten och recipientens känslighet. Viktigt att beakta är även att våtmarker bör placeras där den naturliga självreningen (retentionen) är låg.

Utredningens förslag är att prioriterat område för våtmarksanläggning avseende

näringsretention delas in i tre olika områden, varav område 1 har högst prioritet, område 2 näst högst och område 3 lägst prioritet.

Område 1 är viktigast för att nå miljömålet att minska utsläppen av kväve till havet. Eftersom utlakningen av kväve från jordbruksmark är störst i område 1 är det här som de största möjligheterna finns att få en stor effekt på havsmiljön som helhet. Område 2, som till stor del består av kustområden med lång uppehållstid för vattnet, är viktigt utifrån syftet att skapa en god ekologisk status för de mest känsliga kustområdena. Inom område 3 finns i huvudsak jordbruksområden som avvattnas till Vänern, Mälaren och Hjälmaren. De två senare sjöarna prioriteras främst för sjöarnas egen skull, medan avrinningsområden till Vänern ingår pga. påverkan på Västerhavet.

Prioriterade lägen

Vid prioritering mellan olika lägen för våtmarksanläggning kan man använda sig av s.k. kravkriterier, där vissa kriterier måste vara uppfyllda, och s.k. stödkriterier vilka kan användas för att väga olika lägen mot varandra.

De kriterier som alltid ska beaktas vid anläggning av våtmarker för näringsretention är:

-Näringsbelastning

-Hydraulisk belastning och vat

nets uppehållstid i våtmarken

-Avstånd till och effekt på recipienten Uppmätta halter i vattnet från mark där våtmark planeras ger ett bra beslutsunderlag för eventuell anläggning. Sådana mätningar finns endast i mycket begränsad utsträckning, så därför är man hänvisad till mer indirekta faktorer (kriterier) i avrinningsområdet när näringsbelastningen i en tilltänkt våtmark skall bedömas. Hög andel åkermark, hög andel ettåriga grödor, hög djurtäthet och hög andel lättjord samt liten förekomst av våtmarker i området talar för våtmarksanläggning. Ju fler av kriterierna som är tillgodosedda desto större är sannolikheten att näringsbelastningen är hög.

Uppehållstiden bör avpassas utifrån vad som bedöms vara mest kostnadseffektivt i det enskilda fallet. Förutsatt att tillrinnande vatten i huvudsak kommer från åkermark och att vattnets uppehållstid i våtmarken bedöms vara rimlig utifrån kostnader, risk för utsköljning och att våtmarken även behöver ha en uppbromsande effekt på vattnet under högflöde, ska ett så stort tillrinningsområde som möjligt eftersträvas.

Vid val av placering ges högst prioritet till våtmarkslägen med minst 50 hektars tillrinningsområde och minst 70 % åkermark inom tillrinningsområdet. Placering där andelen åkermark understiger 70 % av tillrinningsområdet kan vara motiverat om övriga faktorer tyder på ett stort näringsutlakning.

Utformning och skötsel

Våtmarken bör utformas med varierande djup och om möjligt dimensioneras efter högflödessituationer för att undvika utsköljning av sediment. Vidare är det önskvärt med snabb etablering av vegetation i nyanlagda våtmarker för att minska risken för erosion och läckage av näringsämnen från våtmarken.

Det är mycket viktigt att våtmarkerna placeras och utformas med tanke på framtida skötsel. Detta innefattar bland annat tillgänglighet till våtmarken, släntlutningar, tömningsmöjligheter och våtmarkens form.

Slåtter och annan skötsel av vegetationen syftar främt till att motverka igenväxning. Därigenom kan den hydrauliska effektiviteten och vattnetsomsättningstidivåtmarkenupprätthållas.



Figur 1. Prioriterade områden för våtmarksanläggning med näringsretention som huvudsyfte.

Frågor

Stefan Halldorf **Vågar du säga något om stödbelopp för de olika områdena?**
- Nej, men systemet för stöd måste vara mer flexibelt än i dag.

Siegfried Fleischer Ni har helt missat ett kriterium, vertikal skiktning, i kartan över känsliga kustområden. Södra Kattegatt är världens mest skiktade hav, vilket gör att vi har döda bottnar osv. Det kriteriet måste med om man ska vara rättvis.
- Jag beklagar att vi inte har uppmärksammat det förhållandet.

Stefan Löfgren **Med tanke på vattendirektivet kan områden inne i landet, limniska miljöer, bli aktuella för åtgärder. Har ni funderat i de termerna?**
- Vi har haft havet som huvudfokus. Delmål 3, Ingen övergödning, har varit mest styrande för våra slutsatser, men vi har inte exkluderat insjöar eller vattendrag. Det framgår av huvudtexten att man kan ha olika recipienter.

Arne Joelsson **Vad menar du med ”nära” när du säger nära recipienten eller källan?**
- Det är relativt. Om man väljer mellan två jämbördiga våtmarker inom ett prioriterat område, och den ena kanske ligger 2 km från recipienten, den andra 2 mil. Då är det ganska klart att vi ska satsa på den som ligger 2 km från recipienten. Men skillnaderna kan vara mindre.

Går det att minska läckorna? - Erfarenheter från ”Greppa näringen”

Stina Olofsson, Jordbruksverket

Greppa Näringen

Rådgivnings- och informationskampanjen Greppa Näringen arbetar sedan år 2001 med miljöåtgärder på gårdsnivån och ingår som en del i åtgärdsprogrammet för minskade växtnäringsförluster inom jordbruket. I åtgärdsprogrammet ingår förutom rådgivning, lagstiftning och miljöersättningar, stöd till forskning och försök.

Alla delar behövs för att nå de miljöeffekter som vi eftersträvar, men när det gäller åtgärder såsom att anpassa foderstater, gödselgivor, sätt att bearbeta jorden etc., torde rådgivning och lantbrukarens kunskapsuppbyggnad vara viktigast. Det gäller att få lantbrukaren att inse ekonomiska fördelar med att vidta åtgärder och det positiva med att uppnå miljöeffekter. Genom att åtgärderna genomförs på frivillig väg, är man också motiverad till att få bästa möjliga effekt av åtgärden.

Projektet Greppa Näringen leds av Jordbruksverket i samarbete med LRF och länsstyrelserna. Projektet pågår i första hand t.o.m. år 2006. Under åren 2003-2006 har projektet en årlig budget på ca 38 miljoner. Finansieringen sker via statsbudgeten tillsammans med bidrag från EU och LRF (återförda miljöskatter). Förra året, 2003, utfördes drygt 5500 gårdsvisa rådgivningar inom projektet i sex län (Gotland, Kalmar, Blekinge, Skåne, Halland och Västra Götaland) till drygt 3300 lantbrukare. Närmare 200 rådgivare från lantbrukets ordinarie rådgivningsorganisationer utförde rådgivningen. Projektet vänder sig främst till gårdar i miljökänsliga områden med mer än 25 de eller 50 ha åker. Under 2004 planeras drygt 6000 rådgivningar att utföras.

Rådgivningen sker enligt olika rådgivningsteman som lantbrukaren väljer mellan och antecknar i en treårig rådgivningsplan. Huvuddelen av rådgivningarna gäller åtgärder för att öka effektiviteten i växtnäringsutnyttjandet genom att minska läckaget vid ”källan”.

Växtnäringsbalanser

Basen i rådgivningen inom Greppa Näringen är att rådgivaren tillsammans med lantbrukaren går igenom de miljömål som rör jordbruket och räknar ut gårdens växtnäringsbalans med hjälp av dataprogrammet STANK. Växtnäringsbalanserna fungerar som ett bokslut över gårdens hantering av växtnäring. Flödena är faktiska flöden av produkter och ett relativt konstant kvävenedfall. Det är endast kvävefixeringen som beräknas med en modell.

Ju större överskott i växtnäringsbalansen, desto större är risken för förluster, bl.a. utlakning. Att växtnäringsbalanserna är bra pedagogiska hjälpmedel finns goda exempel på både från Sverige och från Danmark. Ett målmedvetet arbete gör att överskotten i balanserna sjunker, särskilt på gårdar med djurproduktion. På de gårdar som ingår i Greppa Näringen beräknas gårdarnas balanser vid projektets start och sedan ytterligare 1-2 gånger för att följa upp hur de åtgärder som vidtas på gården påverkar balansen. Vid de återkommande besöken görs även beräkningar i STANK för att visa hur man kan förvänta sig att olika åtgärder påverkar utlakningen av kväve Även dessa utlakningsberäkningar är ett bra pedagogiska hjälpmedel.

Överskottet av kväve i växtnäringsbalansen ökar linjärt med ökande djurtäthet. Därför är det viktigt att den enskilda gårdens värden på överskott av växtnäringsämnen jämförs med likartad produktion. Det finns ytterligare samband som hänger samman med om förluster av växtnäring sker på den egna gården eller före eller efter gårdsgräns. Exempel på dessa samband kan vara andelen foder som köps in till gården och andelen av stallgödsel som säljs från gården.

Växtnäringsbalansen är också ett bra redskap för att bedöma fosfortillståndet på gården. Är det ett överskott i balansen på en gård med jordar i P-AL-klass III, bör man dra ner på inköpen av gödselmedel som innehåller fosfor. På vissa gårdar kommer all fosfor från

egna djur via foderinköp. Då kan man försöka justera utfodringen, byta till fodermedel med låg fosforhalt och få tag på ytterligare spridningsareal. Rådgivarens roll är att göra lantbrukaren uppmärksam på möjliga åtgärder.

För att värdera balanserna jämförs gårdens värden med normvärden från alla gårdar inom projektet som samlas i en databas och med teoretiskt framräknade referensvärden för en viss produktion. Lantbrukaren får på så sätt ett kvitto på om produktionen är bättre eller sämre än andra gårdar med liknande produktion. Genom databasen skapas också ett underlag för att utvärdera de åtgärder som sätts in.

Vid arbetet med växtnäringsbalanser fungerar dataprogrammet STANK som en viktig källa för bakgrundsdata. Samarbete mellan Jordbruksverket och SLU har resulterat i att modeller för kvävefixering och kväveutlakning används i rådgivningen.

Övrig rådgivning

Vid sidan av växtnäringsbalanser utförs ett antal rådgivningar inom Greppa Näringen där man fokuserar på de viktigaste åtgärderna som kan sättas in för att minska läckaget vid ”källan”. Rådgivning genomförs om att anpassa utfodringen till djurens behov. Minskad mängd protein i fodret ger mindre mängd utsöndrat kväve i urinen från djuren, varvid ammoniakförlusterna och totalflödena av växtnäring på gårdarna minskar. Beräkningar från Svensk Mjölk indikerar att om råproteinhalten i foder till mjölkkor minskar med 1 procent minskar mängden kväve ”bakom svans” med 10 kg N per ko och år. Minskad mängd fosfor leder på motsvarande sätt till mindre fosforrik gödsel.

Rådgivning ges även om möjligheter till att bättre anpassa gödselgivan efter vilken gröda som odlats året innan. Hänsyn tas till växtnäringen i stallgödseln och hur gödselgivan anpassas till kvävefrigörelsen under växtsäsongen. Genom att behovsanpassa gödslingen bättre till förväntad produkt, t.ex. undvika att gödsla för hög proteinhalt, på fält där man sällan når brödvetekvalitet, kan utlakningen minska. Råd kring detta och om möjligheten att odla fånggrödor och senarelägga jordbearbetning utförs under temat ”kvävestrategi”. De första preliminära sammanställningarna visar att de förslag till åtgärder som ges vid rådgivningarna, beräknas minska kväveutlakningen med 2 kg/ha på rena växtodlingsgårdar och med 6 kg/ha på gårdar med stallgödsel.

Även om alla tänkbara åtgärder för att anpassa tillförseln av näringsämnen till grödans behov tillämpas, så räcker inte detta. Åkern är ett biologiskt system där frigörelse av näringsämnen sker även vid tidpunkter då grödan inte kan utnyttja detta. Då behöver ”utflödet bromsas” genom anläggning av våtmarker och skyddszoner, så att det som förloras ur rotzonen och via ytavrinning inte når havet. Därför bedrivs rådgivning även för att väcka intresse kring våtmarker.

Eftersom arbetssättet inom projektet innebär att miljörådgivningen utförs mer systematiskt än tidigare projekt, stimuleras också rådgivarna till utökat samarbete och förhoppningsvis en bättre helhetssyn på vilka åtgärder som är mest motiverade att göra på gården.

Informationsarbete

På projektets hemsida, www.greppa.nu, publiceras fortlöpande nyheter om miljötillstånd och åtgärder som kan vara lämpliga att genomföra på gårdarna. Projektet informerar om de trender som beskrivs i olika rapporter från SLU, länsstyrelser m.fl. Rådgivare utbildas i hur man motiverar lantbrukarna för de olika åtgärder som har effekt på utlakning och ammoniakavgång. Vid fortbildningskurser för rådgivare engageras expertis som får berätta om det senaste inom sakområdena och kurserna blir en viktig kanal för forskningsinformation inom miljöområdet.

Skriftlig information sprids till en betydligt större målgrupp än de som får del av enskild rådgivning inom projektet.

Går det att minska läckorna av kväve och fosfor från jordbruket?

Uppskattningar och ny statistik tyder på att under de senaste åren 2000-2003 har läckaget av kväve från den svenska åkermarken minskat med närmare 4000 ton årligen. Greppa Näringen fyller en viktig roll i att informera om verkningsfulla åtgärder i jordbruket och medverka

till att de genomförs. De viktigaste skälen till minskningen av kväveutlakningen antas vara att:

· odlingen av fånggrödor och vårbearbetning av jorden har fått stor omfattning genom den miljöersättning för minskat kväveläckage som infördes 2001

· spridning av flytgödsel inför sådd av höstsäd på hösten har minskat i omfattning

· gödslingen med kväve har minskat p.g.a. rådgivning tillsammans med något försämrad lönsamhet för odling av spannmål

· rådgivningen har intensifierats för bättrad anpassning av utfodringen efter djurens behov

· fler våtmarker har anlagts

Enligt de nya miljömålen ska utlakningen från jordbruket minska med 5500 till 2005 och med 7550 till 2010 (Jordbruksverket, 2000). Den hittillsvarande minskningen ligger i takt med tidsplanen. Inte bara beräkningar tyder på förbättringar. I en nyligen publicerad rapport från Länsstyrelsen i Skåne (Sandsten, 2003) konstateras att både transporterna av fosfor och kväve minskar i de skånska åarna. Utbyggnad av reningsverken framhålls som en viktig faktor, men även åtgärder i jordbruket.

Referenser

Johnsson, H och Mårtensson, K. 2003. Beräkning av effekten på kväveutlakningen av miljöersättningen ”Minskat kväveläckage” år 2001 med utgångspunkt i TRK-beräkningarna för år 1999.

Jordbruksverket 2000. Sektorsmål och åtgärdsprogram för reduktion av växtnäringsförluster från jordbruket. Rapport 2000:1. Ref. Bertil Albertsson, m.fl..

Jordbruksverket 2004. Kvalitetskriterier för våtmarker i odlingslandskapet. Rapport 2004:2. Ref. Nils Lagerkvist.

Sandsten, H,. 2003. Transporter av fosfor och kväve från skånska vattendrag. Tillstånd och trender till 2001. Miljöövervakning. Miljöenheten Skåne i utveckling 2003:30.

SCB 2002. Gödselmedel i jordbruket. Statistiska meddelanden, SCB nr MI30 SM 0202.

www.greppa.nu. Projektet Greppa Näringens hemsida

Frågor

***Gustav Skyggeson* Är det för tidigt att diskutera vad den nya jordbrukspolitiken skulle kunna föra med sig när det gäller nollalternativet (nedläggning av åkermark och minskad gödsling)?**

- Ja, det är nog för tidigt, men många menar att det blir mer vallodling, och att det kanske läggs ner åkermark. Om förslaget genomförs som det ser ut nu skulle vi få mindre läckage. Men det är de marginella markerna som läggs ner först, de som kanske inte läcker så mycket.

Tabell 1 Individuell rådgivning inom Greppa Näringen 2003, antal rådgivningsbesök

Beskrivning	Skåne	Halland	Blekinge	V.Götaland	Kalmar	Gotland	Totalt
Startbesök	519	203	32	553	283	74	1664
Grundläggande växtnäringsbalans	450	118	40	229	147	45	1029
Upprepad växtnäringsbalans	904	12	20	4	0	0	940
Kvävestrategi	206	39	11	21	2	0	279
Grovfoderodling	165	43	19	0	3	0	230
Fosforstrategi	0	3	0	2	0	0	5
Markpackning	153	5	0	0	0	0	158
Säkert växtskydd - hantering	212	1	0	0	1	0	214
Våtmarksplanering	153	96	1	86	3	8	347
Stallmiljö och yttre miljö	0	5	0	0	0	0	5
Byggplanering	0	23	2	1	2	0	28
Kontroll av foderstat, mjölkkor	117	81	14	11	23	0	246
Kontroll av foderstat, övrig nöt	147	57	25	5	21	0	255
Endags utfodringskontroll, nöt	34	13	0	0	7	0	54
Utfodringskontroll, smågris	38	4	5	2	4	0	53
Utfodringskontroll, slaktsvin	37	1	5	0	3	0	46
Totalt	3135	704	174	914	499	127	5553

Erfarenheter från Göta älv

Mats Wallin och Lars Sonesten, Inst. för miljöanalys, SLU

Göta älv består av 1 500 delavrinningsområden. I modellen delades närområdet kring Vänern in i ett trettiotal avrinningsområden, något fler än i SMHI:s indelning. Arbetet utgick från TRK-data, men upplösningen i tid och rum utökades. Projektet använde utsläppsdata för perioden 1985–2000, tidsserier om möjligt.

Huvudresultat

De arealspecifika kväve- och fosforförlusterna är höga till mycket höga i jordbruksdominerade områden, medan förlusterna är låga, måttliga eller mycket låga i skogsdominerade områden. Ju närmare kusten man kommer, desto större del av närsaltläckaget når havet.

- År 1999 var kvävebelastningen på Vänern 20 000 ton och ca 16 000 ton nådde havet. Samma år var fosforbelastningen på Vänern 430 ton och ca 320 ton nådde havet.

I vissa områden är kväve- och fosfortransporten förhöjd med upp till 8–9 gånger bakgrundsvärdet. Men det är stor variation mellan skogsälvarna i norr och jordbruksåarna i öster och söder. En del vattendrag har mycket förhöjda transporter av fosfor, men de flesta ligger kring omkring 3 gånger bakgrunden.

– Göta älv står för halva näringsbidraget till Kattegatt, men läckaget har störst betydelse för fjordarna norr om Bohuslän (Skagerack).

Kväveåtgärder

Referensgrupper i Värmland och Västra Götaland föreslog åtgärder för sin region. Av ett hundratal förslag kördes ett trettiotal scenarier. Datakörningarna visade vilka åtgärder som effektivast minskar näringsläckaget:

• halverad kvävedeposition – vattenytor, hårdgjorda ytor
• halvering av större punktutsläpp – mer än 20 ton kväve/år
• etablering av våtmarker på åkermark – minskar utförseln och ger retention i våtmarken
• ta högeffektiv åkermark ur drift och ersätta med extensiv vall eller betesmark, samt öka mängden djur och stallgödselgivorna på bekostnad av handelsgödsel

Enligt miljömålet Ingen övergödning ska kvävebelastningen på havet minska med 30 procent till 2010, från 1995 års värden.

- För att Göta älv ska komma i närheten av målet krävs att minst tre av de bästa åtgärderna som simulerats fram genomförs fullt ut. De ger, var och en, en reduktion på 7–8 procent, utgående från 1999 års värden. Men det tar ca 20 år för att systemet ska komma i balans och innan olika åtgärder får full effekt nedströms Vänern.

Fosforåtgärder

När det gäller fosfor är det Vänern och lokala vattensystem som står i fokus, inte havet. Det effektivaste sättet att reducera fosforbelastningen är att åtgärda enskilda avlopp, eller anlägga våtmark på åkermark.

- Varje åtgärd skulle minska fosforbelastningen på Vänern med ca 40–50 ton, betydligt mindre på havet.

Slutsatser och erfarenheter

Källfördelningsmodellering är ett bra verktyg som visar vilken effekt olika åtgärder kan ha på belastningen. Det är också ett sätt att kostnadsoptimera och se vilka åtgärder som ska sättas in.

Samarbetet med lokala intressenter var fruktbart och lärorikt, även om det var ett problem att veta vilka åtgärder som redan görs. En viktig aspekt är också trögheten i systemet; speciellt Vänern bromsar upp effekterna av olika åtgärder.

Frågor

Christel Cederberg **Ni sa att en halverad kvävedeposition på vattenytor och hårdgjorda ytor var en effektiv åtgärd. Vi har klarat av ammoniakmålet (15 procent) i Sverige, men era slutsatser är att vi måste göra mer?**

- Det är inte helt lätt att säga hur mycket som är en intern ammoniakdeposition. Siffran 50 procent som har figurerat på länsstyrelserna är antagligen en skattning av vad som maximalt skulle kunna göras nationellt för att minska belastningen i regionen. Men det är en väldigt hög siffra, och kanske inte riktigt uppdaterad. Den borde nog revideras.

VASTRA:s erfarenheter från Rönne å - Vad skulle kunna vara möjligt och vad kostar det?

Martin Larsson, SLU och Berit Arheimer, SMHI

Det vattenstrategiska forskningsprogrammet (VASTRA) forskar kring strategier för en långsiktigt hållbar vattenförvaltning. Fokus ligger på minskad övergödning och helhetsperspektiv som inkluderar alla källor av kväve och fosfor inom avrinningsområden. Målet är att ta fram kunskap och användbara verktyg som möjliggör väl motiverade avvägningar mellan olika åtgärdsalternativ, där hänsyn även tas till kostnader och social acceptans. Modeller som beskriver dagens tillstånd, åtgärders potential och kostnadseffektivitet har tillämpats för Rönne å avrinningsområde i Skåne.

Åtgärder och kostnader för jordbruket

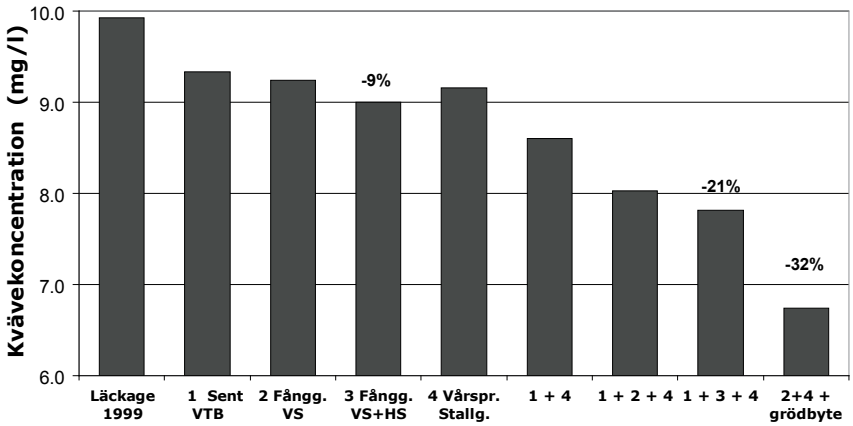
För beräkning av förlusterna av N från åkermark har resultat från TRK–projektet använts där läckagekoefficienter räknats fram med den fysikaliskt baserade simuleringsmodellen SOILNDB. Olika åtgärders effekt har kvantifierats för åkermarken inom Rönne å avrinningsområde genom att applicera läckagekoefficienterna från TRK på den areal av olika grödor som odlades år 1999. Beräkningar har utförts för fyra enskilda åtgärder:
1. senareläggning av vall- och trädesbrott,
2. fånggröda samt vårplöjning i enbart vårsådda grödor,
3. fånggröda samt vårplöjning i både höstsådda och vårsådda grödor,
4. vårspridning av all stallgödsel,

samt tre kombinationer av dessa: 1 och 4; 1, 2 och 4; 1, 3 och 4.

Dessutom har beräkningar utförts för kombinationen fånggröda, vårplöjning och vårspridning av stallgödsel där all höstsådd spannmål och alla höstsådda oljeväxter ersätts med motsvarande vårsådda. Detta innebär att arealen fånggröda kan öka väsentligt eftersom fångrödor, som tidigast kan brytas i oktober, inte kan följas av höstsådda grödor eftersom dessa måste etableras betydligt tidigare på hösten. Som framgår av figur 1 varierar reduktionen i kväveläckage för de enskilda åtgärderna mellan 6 och 9 %, medan de kombinerade åtgärderna ger upp till 21 % reduktion. Åtgärden där all höstsäd byts ut mot vårsäd kombinerat med vårspridning av stallgödsel, vårplöjning och en maximering av fånggrödeodlingen ger en nettoreduktion (d.v.s. före retention) på 32 % inom Rönne å avrinningsområde. Resultaten visar att trots att fånggrödan i genomsnitt sänker läckaget med 35 % för enskilda grödor, så är den möjliga läckageminskning inom området inte större än 9 % med nuvarande grödsammansättning. Det är först om man slutar odla höstsådda grödor som arealen med fånggröda kan öka väsentligt.

Till utlakningsberäkningarna har kopplats ekonomiska kostnadsberäkningar för de olika åtgärderna. Kostnader har beräknats för Gården kort sikt vilket visar den omedelbara effekten för gårdens ekonomi när en åtgärd införs, för Gården lång sikt som är ett företagsekonomiskt mått gällande på 10-års sikt, och för Samhället som är ett långsiktigt samhällsekonomiskt mått.

Den ekonomisk konsekvensen av att införa olika åtgärder varierar mellan en kostnad för Gården kort sikt på 530 kr/ha för stallgödselspridning på våren i höstsäd upp till en vinst på 570 kr/ha för odling av fånggröda. För Samhället är sent vall- och trädesbrott inte förknippad med någon kostnad medan kostnaden för att byta ut alla höstsådda grödor mot vårsådda samt maximering av arealen fånggröda beräknad till 1560 kr/ha. Uttryckt i kronor per kg minskat kväveläckage så varierar kostnaderna för Samhället mellan ungefär 20 kr/kg N för fånggröda i vårspannmål upp till 90 kr/kg N för vårspridning av stallgödsel i vårspannmål. Den åtgärd som har störst potential inom området, d.v.s. all höstsäd byts ut mot vårsäd för en maximering av arealen fånggröda, inklusive vårspridning av stallgödsel och vårplöjning kostar 50 kr per kg reducerat kväve.



Figur 1. Effekter av åtgärder för att minska kväveläckaget från åkermark inom Rönne å avrinningsområde.

Åtgärder och kostnader för avrinningsområdet

För beräkningarna av närsalttransport i hela avrinningsområdet har HBV-NP modellen använts. Denna inkluderar alla källor, transport och retention från utsläppspunkten till mynningen. Retention omfattar här den naturliga avskiljning eller tillförsel av närsalter som kan ske via biologiska och kemiska processer i flödesvägarna. Det är viktigt att beskriva hur transporten ändras från källa till hav för att få en uppfattning om vilka källor och områden som bidrar mest till övergödningsproblemen i recipienten.

De mest kostnadseffektiva åtgärderna för fosfor (våtmarker, skyddszoner) visade sig ha låg potential att påverka fosforförlusterna från området. Störst potential fanns i förbättring av reningsverk och enskilda avlopp till godkänd standard (dvs. slamavskiljning med markbädd eller infiltration). I genomsnitt var färre än 50 % av de enskilda avloppen av godkänd standard inom området. För kväve såg bilden annorlunda ut och de mest kostnadseffektiva lösningarna var också de som hade störst potential till kvävereduktion. Det gick inte att nå miljömålen via enskilda avlopp och reningsverk utan åtgärder i jordbruket är nödvändigt.

Genom att förbättra de enskilda avloppen till godkänd standard, öka reningsgraden i reningsverken (via fördenitrifikation där sådan saknas och våtmarkspolering), samt införa de våtmarker i jordbrukslandskapet som redan planerats, så kan man räkna med att nå 26 % reduktion av den antropogena fosforn och 9 % reduktion av det antropogena kvävet. För fosfor skulle följaktligen miljömålet nås, men inte för kväve. Totalt kostar dessa åtgärder drygt 60 miljoner kr. Beräkningsmodellerna kan användas till att arbeta fram mer kostnadseffektiva lösningarna, vilket torde vara speciellt viktigt för att nå kvävemålet.

Frågor

Barbro Ulén **Hur stor är osäkerheten i din fosformodell?**

- Det går inte att svara på hur stor osäkerheten är. Naturligtvis bygger den på mycket antaganden. Vi har försökt utgå från kunskapsläget i dag, men det är ganska dåligt när det gäller fosfor.

Lennart de Maré **En fråga både till Mats och Lars, och till er två. Känner ni er säkra på det här; blir det X procent reduktion om åtgärderna genomförs?**

- Jag tror man ska fråga sig vad alternativet är. Om vi inte använder de här verktygen, vad ska vi göra i stället? Jag tror det här är den säkraste vägen som är vetenskapligt baserad.

Mats Wallin Modellerna bygger på bästa möjliga kunskap om processer, läckage osv. som sedan omsätts i typhalter. Men modellen fungerar bäst i startläget; när den beskriver hur det ser ut just i dag, och de förändringar som vi beskriver när vi börjar använda den. När vi lägger på fler åtgärder blir osäkerheten större. Men återigen; vad är alternativet?

Sam Ekstrand **Det är ganska höga bidrag från enskilda avlopp i Rönne å och Göta älv. Vad har ni använt för bakgrundsinformation?**

- Vi har haft mycket kontakt med kommunerna och gått igenom deras material. Det bygger på den statistik de har från sina inventeringar på kommunnivå, inte TRK. Stina Olofsson. Ni sa att osäkerheten i beräkningen av retentionen blir större när man adderar flera processer. Att byta ut all höstsäd mot vårsäd och sprida all stallgödsel på våren är ju ganska orealistiskt. Dels får man dåliga växtföljder och ogräsproblem som ökar bekämpningsbehovet, dels ska allt göras vid samma tidpunkt. Den brasklappen måste vara med: att vi kan göra en del av åtgärderna som tar 31 procent, men vi kan inte göra alla på alla ställen.

- Det var bara ett scenario som visar vad som maximalt skulle kunna nås med de åtgärder vi känner till i dag. Det jag presenterade var bruttoförlusterna från åkern.

Ulla-Britt Fallenius **I vilken utsträckning samarbetar ni med forskare i andra länder? Framför allt de som jobbar med ramdirektivet och dess problemställningar. Hur står sig er modell i relation till andra länders**

- Jag kan referera till //Euroharp-projektet// som nämndes igår. Där jämför vi 10 europeiska modellansatser. Målet är att modellerna ska kunna tillämpas inom ramdirektivet för vatten. När det gäller utvecklingen av exempelvis fosformodellen har vi andra kontaktnät som bygger mer på processnivå, bl.a. med holländare, danskar och finnar.

Kväve- och fosforförluster från skogen

Stefan Löfgren, Inst. för Miljöanalys, SLU

Nettoförluster av N&P representativa för mosaikartade skogslandskap

Den vanligaste jordmånen i svensk skogsmark utgörs av podsol, men inte ens på beståndsnivå är markerna helt enhetliga. Normalt, och sett över lite större områden, finns det betydande inslag även av andra marktyper som t.ex. torv, brunjord, berg i dagen etc. En del av dessa ytor klassas som impediment, medan andra områden uppvisar god tillväxt. Dessutom återfinns ofta ytvatten i form av gölar, diken och små bäckar. Det mesta av den kunskap som inhämtats om utlakningen av kväve (N) och fosfor (P) till ytvatten baseras på undersökningar utförda i små, heterogena områden med varierande inslag av olika marktyper och förekomst av ytvatten. De näringsförluster som uppmäts är därför inte representativa för enhetliga skogsbestånd på enhetliga jordar utan de är snarare representative för den mosaik i landskapet som lite större skogsområden uppvisar.

Näringsförlusterna skattas dessutom normalt från uppmätta halter och vattenflöden i små bäckar, vilket innebär att retention i vegetation och mark haft full verkan både i in- och utströmningsområden (nettobelastning). Detta skiljer skattningarna från jordbruksmark där kväveförlusterna skattas direkt under rotzonen (bruttobelastning) varefter markretentionen simuleras för att beräkna nettobelastningen på ytvattensystemen.

Är N&P-förlusterna representativa för dagens skötselmetoder?

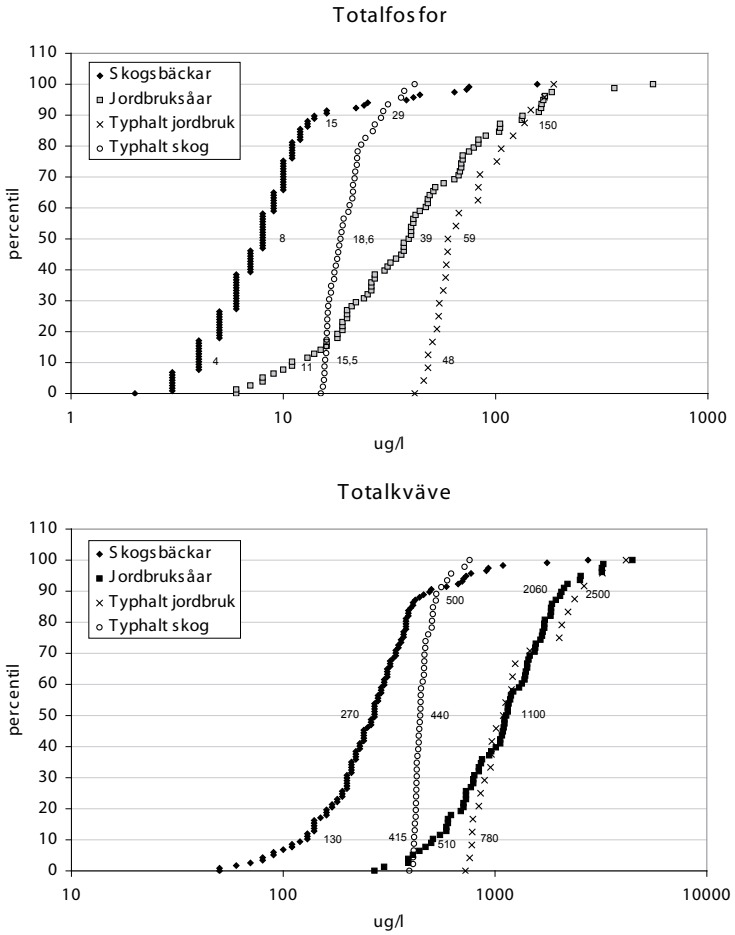
Effekterna av skogsbruksåtgärder har studerats i ett 40-tal tämligen små avrinningsområden (median 0,9 km2) inom ramen för olika forskningsprojekt. Omkring tre fjärdedelar (78%) av objekten är ej längre i drift. Undersökningsperioden har ofta varit kort (median = 4 år) som en följd av finansiering via forskningsmedel (Löfgren & Olofsson 2002). I flera av objekten har effekter av enskilda skogsbruksåtgärder (avverkningsfas, näringstillförsel, kalkning etc.) undersökts. Vid ett fåtal har åtgärden omfattat hela avrinningsområdet. I de övriga har den samlade effekten kvantifierats genom uppräkning med hjälp av opåverkade referensområden eller före-/efterstudier, vilket försvårats i de fall där åtgärdsarealen varit liten i förhållande till avrinningsområdet.

Eftersom huvuddelen av studierna genomfördes redan under 70-talet, då skogsvårdsåtgärder som t.ex. gödsling och slutavverkning genomfördes med en lägre miljöhänsyns än i dagens skogsbruk, kan resultaten dessutom förväntas vara mindre representativa för dagens skogsbruk. Den geografiska lokaliseringen av objekten till södra halvan av landet antyder också att det medför osäkerheter i att tillämpa resultaten för norra Sverige. Inga undersökningar av enskilda skogsbruksåtgärders effekter har utförts norr om Ljusnan. Resultaten från dessa undersökningar utgör dock dagens informationsunderlag vid uppskattningar av ämnesförluster från olika skogsbruksåtgärder.

Vad avser N-läckaget från hyggen används idag sambandet mellan kvävedeposition och halten oorganiskt kväve i markvatten (rotzonsdjup) för att skatta typhalter för kväve i avverkade områden (Löfgren & Westling 2002, Brandt & Ejhed 2002). Eftersom markvattenhalterna normalt är något högre än i ytvattnen sker retention på vattnets väg från rotzon till ytvatten. Detta motverkas dock av att avrinningen ökar från hyggen, vilket inte kompenseras för vid beräkningarna av avrinning. Typhalter baserade på markvattenhalter i kombination med underskattad avrinning antas ge nettobelastningen från hyggen.

Dagens källfördelningsmodeller överskattar N&P-läckaget från skog

Markläckaget av N&P från skog är normalt låg, men varierar högst påtagligt mellan olika delar av landet och mellan år. För N och P är intervallen ca 10 ggr (0,5-5 kg N/ha, år) respektive 5 ggr (0,015-0,075 kg P/ha, år, Löfgren



Figur 1. Uppmätta (nForest=161, nAgriculture=110) och skattade (nForest=47, nAgriculture=25) koncentrationer av kväve (övre) och fosfor (nedre) i små bäckar med antingen jordbruksmark (>10%) eller skogsmark (>70%) som markslag inom varje avrinningsområde (Figurer från Tröjbom & Lindeström 2002).

& Olsson 1990, Westling, Löfgren & Akselsson 2001, Löfgren 2002). Denna variation kan dagens modeller för att skatta N&P-avrinningen från skogsmark inte återskapa, vilket bl.a. visats av en studie i Dalälven (Figur 1). Använder man de typhalter som använts inom ramen för TRK-projektet, finner man att man i en stor del av fördelningarna (>90%) kraftigt överskattar både N&P-halterna i avrinningen från skog i Dalälvsområdet. Halterna överskattas mer ju lägre halterna är. Kvävehalten överskattas med 3,2 och 1,6 ggr vid 10- respektive 50-percentilen (Figur 1), medan motsvarande siffror är 3,9 och 2,3 ggr för fosfor (Figur 1). Detta har man även konstaterat med avseende på kväve inom TRK-projektet (Brandt & Ejhed 2002). I en nyligen utförd sammanställning av fosforläckaget från skogsmark drar man samma slutsats (Uggla & Westling 2003).

Stort behov av förbättrat kunskapsunderlag

Överskattningarna i N&P-läckage från skogsmark är oacceptabelt stora och medför en överskattning av skogens bidrag till belastningen av N&P på limniska och marina miljöer. Skogbärande mark utgör ca 70% av den svenska landarealen (Sveriges Nationalatlas)

vilket ger betydande fel över stora arealer. Detta leder till att retentionen i vattensystemen överskattas och att fördelningen mellan N&P-bidragen från olika källor snedvrids. Även analyser av var det kan löna sig att genomföra åtgärder mot N&P-tillförsel både från diffusa bidrag och punktkällor kan bli felaktiga om retentionen påtagligt felskattas.

Nedanstående tabell visar hur stora felen i retentionsuppskattning kan bli i ett hypotetiskt avrinningsområde som enbart består av skogs- och jordbruksmark. Det ”sanna” bidraget av kväve från respektive markslag antas vara 0,5 respektive 15 kg N/ha, år. Vid 75% skog i avrinningsområdet och en överskattning av kväveläckaget med 1 kg N/ha, år får man ett relativt fel på 18%. Med 90% skog skulle motsvarande fel vara 46%. Dessa fel, som är resultatet av rimliga antaganden, hänförs i källfördelningsmodeller som retention.

Tabell 1 Fel i retentionsuppskattning i ett hypotetiskt avrinningsområde

kg N/ha, år	50% skog	75% skog	90% skog
0,5	0%	0%	0%
1	3%	9%	23%
1,5	6%	18%	46%
2	10%	27%	69%

Trots de geografiska och tidsmässiga begränsningarna i kunskapen om N&P-läckaget från skog används resultaten från undersökningar och källfördelningar som underlag för att sprida information till skogsägare och allmänhet om skötselmetodernas miljöeffekter, för undervisning, för att formulera miljömål, för att upprätta åtgärdsprogram etc. och de används även internationellt i olika konventionsarbeten som OSPARCOM, HELCOM, LRTAP etc. Resultaten används även till scenarier och prognoser av skogsbrukets miljöpåverkan med avseende på t.ex. N&P-förluster till ytvatten.

Det föreligger följaktligen ett stort behov både hos samhället i stort och näringen av att dels förmedla säkrare analyser över skogsbrukets långsiktiga påverkan på näringstillståndet i svenska ytvatten och dels erhålla underlag för att förbättra skötselmetoderna. En nödvändig komponent i denna kunskapsuppbyggnad är att utveckla mätprogram som kan användas för att rumsligt och tidsmässigt skatta olika skogsskötselåtgärders effekter via faktiska mätdata och i kombination med modeller.

Förslag till framtida insatser

· Initiera relevanta övervakningsprogram av de akvatiska systemen i brukad skogsmark
· Initiera forskning av hur dagens skötselmetoder påverkar olika ämnesflöden bl.a. N&P
· Utveckla modeller för att relevant skatta flödet av N&P från skogsmark till ytvatten

Referenser

Brandt, M. & Ejhed, H. 2002. TRK, Transport – retention – Källfördelning. Belastning på havet. Naturvårdsverket rapport 5247, 117 sidor.

Löfgren, S. 2002. Löfgren, S. 2002a. Nitrogen and acidity leakage to surface waters from forest soils in Sweden. The Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry report 141(7):57-68.

Löfgren, S. & Westling, O. 2002. Modell för att beräkna kväveförluster från växande skog och hyggen i Sydsverige. Inst. f. miljöanalys, SLU rapport 2002:1, 23 sidor.

Löfgren, S. & Olofsson, H. 2002. Övervakning av akvatiska system i brukad skog – nuvarande status och förslag till framtida program. Inst. f. miljöanalys, SLU rapport 2002:1, 34 sidor.

Löfgren, S. & Olsson, H. 1990. Tillförsel av kväve och fosfor till vattendrag i Sveriges inland. Underlagsrapport till Hav’90. Naturvårdsverket rapport 3692. 100 pp.

Tröjbom, M. & Lindeström, L. 2002. Närsalter i Dalälven 1990-2000 – halter & mängder, ursprung & trender, samband & konsekvenser. Länsstyrelsen Dalarnas län rapport 2002:17, 110 sidor + bilagor.

Uggla, E. & Westling, O. 2003. Utlakning av fosfor från brukad skogsmark. IVL rapport B 1549, 21 sidor.

Westling, O., Löfgren, S. & Akselsson, C. 2001. Arealförluster från skogliga avrinningsområden i Västra Götaland. Skogsstyrelsen rapport 2, 78 pp.

Vad ska nu lantbrukaren göra och vilka incitament finns?

Peter Edling, lantbrukare AgrD

Detta är den förelagda titeln. Min egen hemliga titel på mitt inlägg är, ”Varför är kväve och fosfor i jordbruket en så spännande fråga? Det främsta skälet är att kontroll av växtnäringen är en förutsättning för det goda livet. Utan ordnad produktion från jordbruket- ingen föda för människomiljarderna, utan kontroll av växtnäringen- ingen ordnad produktion.

Frågan är gammal. Kontroll av växtnäring har varit en av vår Akademis stora ämnen sedan den föddes och var dessförinnan ett viktigt ämne för Vetenskapsakademien. Greppa näringen kan alltså utan vidare fira ett tvåhundraårsjubileum. Då var växtnäring ett resursproblem. Nu förefaller växtnäring övervägande vara det stora samhällets miljöproblem. Oberoende av detta, är växtnäring ett resursproblem för bonden. Det kanske kan uttryckas som så, att växtnäring på fel ställe är en ekonomisk förlust för bonden och i de flesta fall ett gift för recepienten, ett miljöproblem.

Ytterligare ett skäl, varför växtnäringsfrågan är så spännande, är den osäkerhet som vidlåder rådgivningen. Såsom en gång lovande lantbrukare brukade jag med intresse taga till mig vårens rådgivning rörande kväve baserad på analys av restkväve i markprofilen. Det var ytterst sällan jag kunde finna någon samstämmighet mellan rådgivning och utfall. Detta beror sannolikt på att vädret inte i detalj låter sig prognosticeras. De studier som gjorts i Rååns avrinningsområde är ett vackert exempel på svårigheterna.

Rune Anderssons doktorsavhandling var en väckarklocka för mig. Den brist på kontroll av växtnäringen, i sagda studie kväve och fosfor, som blivit en följd av jordbrukets effektivisering efter andra världskriget ledde för vår del till ekologiskt jordbrukande. Jag vill inte betala för produktionsmedel, som uppenbarligen ligger utanför all möjlighet att kontrollera. Kretsloppen vill vi gärna tänka oss definierade. Min erfarenhet är att kvävets kretslopp liknas bäst vid ett garnnystan som katten jobbat med ett par dagar samt att fosforns kretslopp, bortsett från ett par krusiduller i människans tjänst , är en rät linje.

Samtidigt är det så, att producerade volymer är den globala livsmedelsförsörjningens mest framskjutna fråga. Volymer kräver resurser. En avgörande resurs är miljön i alla dess aspekter, bland annat odlingsjordarnas fysikaliska och kemiska tillstånd, användbart vatten och användbar luft. En annan avgörande resurs är växtnäringsämnena.

Detta för oss till det förhållandet att det i skuggan av denna problematik förs en destruktiv diskussion om konventionellt kontra ekologiskt lantbrukande. Vad som helst tycks gå att bevisa i sammanhanget om man väljer att referera till rätt tolkning av rätt försök. I verkligheten är det istället så att den mest brännande resurs- och miljöfrågan, de ändliga reserverna av fosfor, är olöst dödligt farlig för all livsmedelsproduktion, och borde förena istället för att orsaka en söndrande diskussion om superfosfatets verkningar.

Refererande till Sten Ebbersten finns, eller fanns, tre uthålliga odlingssystem, Asiens risjordbruk, Afrikas svedjejordbruk och Europas växtföljdsjordbruk, allt detta före befolkningsexplosion och 1900-talets effektivisering. Det intressanta är, att när vi på 30-talet gjorde allting fel, svarträdade, vinterspred dynga, saknade gödselstäder och –brunnar, hade brädgolv i ladugårdar, hade 1,8 miljoner kor, odlade mycket baljväxter, använde 50% mer mark än nu osv., så tror vi att jordbruket inte hade någon framträdande negativ miljöpåverkan. Det är omöjligt för mig att ha någon kvalificerad åsikt i frågan, men sannolikt var det i huvudsak så.

Den för mig intressanta slutsatsen av detta är, att frågorna om orsak och verkan beträffande jordbrukets miljöpåverkan är fel ställda. På min fråga till en rörande vattenmiljöfrågor mycket väl renommerad tjänsteman vi Länsstyrelsen i Södermanlands län, ”kan Du se någon enskild åtgärd som haft någon som helst betydelse för vattnen i Södermanland?” blev svaret ”Nej, vi ser inga

effekter av insatta åtgärder". Vi måste fråga bättre och skaffa oss underlag att svara bättre!

Om vi backar till 1930 och tittar framåt har det hänt saker. Det som ändrat sig rör insatsen av icke solbaserad energi, dvs. olika former av externt producerad energi, intensiteten, strukturen samt volymerna i jordbruket. Dessa förändringar har inte orsakats av jordbruket som sådant, utan av den yttre verklighet som omger jordbruket, i huvudsak de krav som försörjning och organisation av det urbana samhället kräver.

Den stora utmaning som förestår är, med mitt sätt att se det, att klara de för framtiden nödvändiga volymökningarna från jordbruksmarken utan att odlingsmiljön kollapsar och utan att den genetiska potentialen i naturen kollapsar. Denna utmaning omfattar givetvis också det urbana samhället. Det märkliga är, att det stora samhället mycket tydligt inte är berett att taga något ansvar i sammanhanget. Hur mycket de globala volymerna från jordbruket måste öka under de närmast förestående decennierna är för mig oklart. De måste dock öka. Jag har gjort den erfarenheten, att diskuterar man ökning på svensk grund kan man glömma det, miljön tar stryk. För mig är det fel att skyffla detta problem på andra, som har sämre förutsättningar för uthålligt jordbrukande än vad vi har. Allt bruk av naturen påverkar omgivningen. Skall Australien bli en öken, skall Niger bli en ny Aralsjö, skall grundvatten i Kina och Kalifornien bli en saga som farföräldrarna kunde berätta?

Som praktiker upptagen av att det gros och befruktas, är det svårt att sätta det ultimata fingret på de punkter som kan lösa alla problem. Min slutsats är, att det är det mödosamma gnetandet som kan föra oss framåt. Två steg framåt, ett, två eller tre tillbaka. Vi vill inte gärna betänka att naturen fungerar genom aktion och reaktion, eftersom vi inte i förhand kan genomskåda reaktionen. Detta problem förstoras av att vi i Sverige inte vill någonting med vårt jordbruk. Den politiska cirkeln, uppmärksamma problem - överväga en lösning - implementera en lösning-få effekter som ger nya problem – uppmärksamma dessa osv. om igen, är, när man inte vill någonting, hänvisad till att i efterhand reagera på uppmärksammade problem, inte till att kreera lösningar. Detta vill jag ha en ändring på.

De stora greppen ligger utanför min sfär som lantbrukare. Jag kan bara leva med i att de tages eller inte tages. Om vi bortser från den riktigt stora världen och begränsar oss till vad jag kan göra, bortsett från att göra det jag gör väl och på rätt tidpunkt, vilket inte är detsamma som att följa gällande lagar och förordningar, finns det några saker jag tror har betydelse.

Den första är, att hejda vattnets framfart. Det är de stora flödena, som transporterar växtnäring. Vad som sedan händer när breddade diken och anlagda dammar och våtmarker svämmar över ligger utanför min framställning, men är en viktig fråga.

Det andra är, att hejda erosion, såväl från vind som från vatten, eftersom de försvinnande markpartiklarna medför växtnäring. Allt bruk av mark medför erosion, betesgång, slåtter och åkerbruk. Erosionsproblematiken är en hos oss försummad fråga.

Det tredje är, att utveckla nya metoder för växtnäringstillförsel. För att undvika förluster från marken måste växtnäringsföråden i marken vara små. Detta går inte ihop med volymkraven. Naturvårdsverket vill ha upp mullhalten i våra jordbruksjordar. Det är underbart men går inte att kombinera med minskade förluster. Den stora fasan för mig är ideerna om kvävefixerande spannmålsgrödor. Blir det verklighet behöver vi inte längre bekymra oss om jordbrukets miljöpåverkan. Den saken sköter sig självt i form av okontrollerbar kvävehushållning hos spannmålsgrödorna.

Den fjärde är vår kost, hur är den sammansatt, hur är den producerad och var är den producerad. Jag vill påstå, att om frukostägget är producerat i en Nederländsk polder är miljönyttan negativ, är det producerat i Åsbergets hönseri och getgård är miljönyttan betydande. Jag erfor nyligen att komponenterna i en normal och trivial frukost har åkt sammanlagt över 3000mil. Jag avvisar tanken, att detta är bra för miljön. Sannolikt bör vi också äta mer vegetariska livsmedel. Våra husdjur äter för närvarande människoföda i form av spannmålsprodukter och –substitut istället för att äta avfallspro-

dukter och gräs. Detta är inget som helst försvar för vegetarianism eller liknande rörelser.

Det femte är, att vi måste utan förutfattade meningar eller fruktan kunna diskutera de diffusa miljöfrågorna, energi, struktur och intensitet.

Det sjätte är attt vi måste lära känna goda exempel. Det är nödvändigt med jämförande fullskaleförsök omfattande avrinningsområden.

Det sjunde är att vi måste acceptera regionala olikheter. I Vollerim finns det en fin dikobesättning. Förmodligen har det större positiv betydelse för miljön att den finns där och om så skulle vara, vilket jag inte vet, smutsar ner, än att den inte fanns där och inte smutsade ner.

Till sist vill jag återvända till det mödosamma gnetandet, de små, små stegen som tages varje dag genom att citera, jag tror, det är Viktor Rydberg:

Bön med lyfta händer är ej nog, Lantman.
Be med handen på Din plog,
Så välsignar bönens kraft Din möda!

Med andra ord, ”Gräv där Du står”. Det är min övertygelse, att om vi alla gör det, och då menar jag vill någonting definierat positivt, kan vi tillsammans bända utvecklingen framåt till gagn för allt levande, vilket i synnerhet gagnar oss som är människor.

Slutdiskussion

Slutdiskussion leddes av akademiens preses, Mårten Carlsson, och Markus Hoffman, LRF. Mårten Carlsson inledde med att lista de frågor som borde tas upp i slutdiskussionen:

• Finns det några myter och konflikter mellan forskarna?
• Finns det några kunskapsluckor?
• Hur genomför vi detta?
• Vad kan vi uppnå?

Finns det några myter eller konflikter?

Markus Hoffman Det finns en typ av konflikt som inte har kommit upp här. På SFL:s vattenkonferens i november/december 2003 blev det spontana applåder när det kom jordbrukskritiska uttalanden. Det finns förväntningar, eller missuppfattningar, hos olika grupper som jobbar med vattenvård. Vi pratar inte riktigt med varandra och går om varandra. Då blir det ofta fel.

Stefan Löfgren Jag tror det finns en inbyggd konflikt med limnologer som jobbar med vattenvård. De har kvalitet i sjöar och vattendrag som riktmärke och ser negativt på jordbruket. Jag tror det finns en förväntan på att man kan uppnå mer än vad som i praktiken är genomförbart. Det är viktigt att det kommer fram en rimlig bild; vad kan vi uppnå? Under förutsättningen att vi fortfarande ska ha livsmedelsproduktion på markerna.

Finns det några kunskapsluckor?

Håkan Alfredsson Just nu är produktivitetsutvecklingen bättre inom lantbrukssektorn än inom många andra sektorer. Man slår ihop gårdar, ökar skördarna och behovet av gödsel. Det ökade behovet av insatsmedel, relativt ambitionen att vi inte ska öka utlakningen och belastningen på miljön, tror jag inte vi vet tillräckligt om ännu.

Jan Persson Spridning av stallgödsel är en viktig fråga. Huvudbudskapet är att den ska spridas på våren, men Peter Edling menar att det är sämre. Jag menar att vi måste tänka oss för. Om vi inte ger några tillskott så räcker kvävet och kolet knappt till en generations förnyelse av mikroorganismerna. Om vi tillför skörderester så blir det mer kol och kväve och en måttlig förökning av mikroorganismerna. Om vi ger ett väldigt stort tillskott av kol och kväve får vi däremot en stor ökning av mikrofloran och nästan allt kväve immobiliseras. Men kvävet kommer tillbaka på hösten, mycket snabbt. För vissa grödor, som korn, är det tveksamt med flytgödsel på våren.

Göte Bertilsson Man tittar på ett basår och riktar sig efter det när man gör modeller. Men det skulle behövas en framtidsvision också. Hur kan vi driva utvecklingen åt rätt håll så att frågorna kan bli en del av utvecklingen och komma in på ett tidigt stadium, inte bara efteråt?

Per-Åke Sahlberg Vi talar mycket om jordbruket, men många andra källor förorenar också. Samspelet mellan källorna hörde vi lite om igår, exempelvis att om vi minskar kvävet från åarna så kunde det bli en kvävebindning i havet. Det samspelet och dess relativa betydelse vet vi alldeles för lite om. Och våra beslutsfattare har dessutom inte kunskap om de övriga källorna på det sätt de borde ha.

Stefan Halldorf Stina nämnde ett kväveöverskott på 158 kg vid 1–1,5 djurenheter. Det är svårt att förklara de där kilona hos bonden vid köksbordet. Våra modeller räcker inte till. Kanske har man räknat fel på utlakningen, ammoniakavgången eller några andra faktorer. Vi behöver bättre grepp om hela kväveöverskottet i en växtnäringsbalans.

Berit Arheimer Jag skulle vilja ha fler experiment, mer mätningar och långa mätserier. Jag

tycker underlaget för fosfor är dåligt och även effekterna när det gäller t.ex. reglerad dränering, våtmarker och andra jordbruksåtgärder. Vi har dålig jordartskartering i Sverige och då är det väldigt svårt att uppskatta utlakningen.

Faruk Djordjic Jag tycker det är viktigt hur vi översätter resultaten till en skala och sedan applicerar den på en annan. Från laboratorieförsök, via testytor och försöksfält, och sedan hela avrinningsområden. De här faktorerna betyder inte lika mycket i varje skala, men vi behöver få bättre koll på dem.

Mårten Carlsson sammanfattar Ni säger att konflikten inte är mellan forskare i det här teamet, utan den består mer av förväntningskonflikter ute i samhället; vad man ska kunna åstadkomma. Och ni har pekat på produktivitetskravet och att det ständigt kommer nya sätt att producera. Ni menar att vi måste följa upp vårspridning, ha en framtidsversion och ett samspel mellan källor och inte bara titta på vår bit. Vi har pratat om långa mätserier, bättre jordkartering och behovet av att veta om det är legitimt att skala upp ett litet försök till kanske ett helt avrinningsområde.

Kan vi lita på modellerna?

Mårten Carlsson **Kan vi fortfarande lita på modellerna? Är ni som har gjort modellerna beredda att stå till svars om modellerna används i beslutsfattande?**

Stefan Löfgren Jag tror att dagens källfördelningsmodeller ger ungefär samma resultat som skattningarna i början på 1980-talet, eller på 1950-talet: Vi får ut mer kväve och fosfor i områden med mycket jordbruksmark. Jag tror inte modellerna gör särskilt fel när det gäller de stora bitarna. En annan aspekt har att göra med skalor. När man ska ner på små områden och fatta beslut om åtgärder enligt vattendirektivets krav, är det lämpligt att använda modellerna. De underlättar beräkningsrutinerna och hanteringssättet. Min uppfattning är att modellerna är bra på att skilja stort från smått, men kanske dåliga på att ge möjligheter att skatta: vad händer om vi gör så här?

Håkan Alfredsson Man måste också se till vad som är möjligt att genomföra. Alla åtgärder som föreslås går inte att genomföra och inte på det sätt som är tänkt. Det är viktigt att ha med brukar- och användarperspektivet.

Sam Ekstrand Men den kunskap som finns i dag kan man kanske inte lita exakt på procentsiffrorna för källfördelning, och kanske inte på de ton man får när det gäller läckage. Men det går att prioritera och ser vilka källor som är små och stora. Och man kan försöka modellera de åtgärder som troligen ger bäst effekt. Nästa steg som jag ser det är att börja i ett mindre avrinningsområde, genomföra åtgärderna. Och sedan mäta och se om det verkligen blev som man trodde.

Göte Bertilsson De framställningar som jag har sett här i dag ger en realistisk bakgrund till diskussionen kring vad man kan åstadkomma i de här systemen. Men är hela sanningen speglad om förluster av utspridd stallgödsel? Det är viktigt att modellerarna använder rätt data när de går vidare. Och att de fortsätter diskussionen med andra discipliner som producerar grunddata.

Siegfried Fleischer Vi behöver nog alla en pedagogisk undervisning för att komma underfund med vad vi jobbar med. Modellerna jobbar bara med delsystem, trots allt. Ett exempel: för att producera oxkött som innehåller 1 kg kväve måste vi stoppa in 25 kg kväve i systemet. Vad vi än gör så når vi aldrig den totala effektiviteten, vi kommer alltid fylla på vår omgivning någonstans. Vi måste inse att det här är ett av de mest ineffektiva resursanvändningssystemen som finns. Ingen annan bransch skulle nöja sig med 4-5 procent effektivitet. Jordbruket är ett emissionssystem och vi behöver stora ytor på jorden där vi har immissionssystem som fungerar. Skogen är ett av de viktigaste.

Ingrid Rydberg Modellen gör bara det vi ber den göra. När vi tolkar den så lyfts den från modellägaren och används någon annanstans där det kan vara svårt att förstå dess begränsningar. Där tror jag det lätt blir ett problem som man måste vara medveten om. Jag diskuterar

gärna modellresultaten, men vi måste komma ihåg att det är vi människor som använder dem.

Mårten Carlsson Det är också min erfarenhet; vi kommer inte förbi människan. Kan man lära ut modellens begränsningar så är det mycket lättare.

Stefan Löfgren Många modeller har en klar pedagogisk förtjänst, det är t.ex. lätt att konstruera kartor från resultaten. De har ett stort värde genom att de möjliggör en diskussion som på sikt kan leda till beslut. Men det är viktigt att se till att resultaten hänger ihop pedagogiskt för att det ska finnas en tilltro till modellerna. Ett problem med exempelvis rotzonsläckage är att det är skattat från ett normalvärde. Men vi har inte ett normalvärde utan extremvärden som uppträder med jämna mellanrum. Normalvärdet säger t.ex. att läckaget av kväve har minskat med 15–20 procent, samtidigt som vi mäter en lika stor ökning i vattendragen.

Mårten Carlsson Jag sammanfattar era synpunkter ungefär så här: Ni har gjort ett fantastiskt jobb. Men med erfarenheter från andra områden kan man notera att det inte är tillräckligt. Det krävs en försiktighet i användningen. Modellerna kan vara bra för att skilja stort från smått, för att utarbeta nästa direktiv, tumregler eller något. Men användarna måste känna till de svagheter som finns.

Vad kan vi uppnå?

Mårten Carlsson **Barbro sa att grupper hjälpte till, att det var ett kollektivt lärande. Man tror inte på resultaten om det inte finns någon typ av lokala försök, referensytor eller liknande. Och det måste till en ekonomisk uppbackning. Vad säger ni lantbrukare om detta, Lena?**

Lena Persson Kollektivt lärande tror jag mycket på. Har vi en studiecirkel eller liknande, då får vi lite av allt på en gång och snappar upp det ordentligt. Man kan få tryck på åtgärderna om andra berättar om att de gör det. Man får chansen att lufta sina argument och kanske kan hitta sådant som passar lokalt.

NN Det är klart att en delaktighet från jordbrukets sida är väldigt värdefull. Den kommer att mynna ut i att jordbruket tar sitt ansvar om alla andra också gör det. Det är så man tänker som jordbrukare. Den här modellen är bra eftersom man kan se reaktionerna på olika åtgärder.

NN Det är viktigt att kunskapen från forskarna förs ut till allmänheten. Om det är något politiker och beslutsfattare lyssnar på, så är det vad allmänheten tycker. Vi har modeller som kan tala om att jordbruket står för 30–40 procent av näringsläckaget och att vi bara kan påverka en liten del. Den informationen måste ut. När vi är ute och träffar vanliga människor möts vi av attityden att jordbruket är boven. Där har forskarna ett ansvar.

NN I Halland har vi knappt någon försöksgård kvar där man kan ha goda förebilder, lokala försök och kanske lite större experiment. Det bör vi försöka uppmuntra.

Per-Åke Sahlberg Jag tror man måste ha en allmän förståelse och försöka brygga över den konflikt som finns. Och att budskapet kommuniceras till olika källor, bl.a. jordbrukare. Vi tar vår del av ansvaret, men det måste stå i relation till hela bilden. Sedan är det också en trovärdighetsfråga. De åtgärder som föreslås måste vara rimliga och nå ut till de människor som ska genomföra dem.

Mårten Carlsson Ett exempel på att sprida information till allmänheten och höja kunskapsnivån är programmet Mat 21 där projektledningen träffade jordbruksministern och jordbruksutskottet, vilket var väldigt uppskattat. Det kanske är en uppgift för akademin att ta fram, särskilt som många lärosäten är inblandade. Å andra sidan jobber Mistraprojektet eller Vastra med en del av det här.

Mårten Carlsson **Jag vill fråga Stina om Greppa Näringen har varit svår att genomföra? Vad möter du för attityder? Var det svårt att få gehör för genomförandet?**

Stina Olofsson Många tycker det är väldigt intressant, men vi måste ha något nytt att komma med hela tiden. Det är viktigt att ha med ekonomiska beräkningar på rådgivningarna och inte bara prata allmänt om frågorna.

NN De som skulle behöva det här arbetet bäst kommer kanske in i det sist. Många som är med i Greppa Näringen har ju redan gjort väldigt mycket. Den aspekten måste man hela tiden ha med sig.

Gustav Skyggeson En grundförutsättning hos lantbrukaren är att man månar om miljön och är van att jobba med djur och natur. Så jag tycker att det här är något som går lantbrukets väg. Sammanställningen över miljöåtgärderna i lantbruket som LRF och SCB har gjort visar absolut att man är på rätt väg.

NN I Västergötland minskar marknadsföringsinsatserna av Greppa Näringen, samtidigt som medlemsantalet ökar. Så intresset är stort. Jag tror som Gustav att man är väldigt miljömedveten och söker kunskapen.

Mårten Carlsson Ska man sätta stjärnor på era gårdar? Något att visa utåt mot grannar och andra. Ett incitament.

NN Inom Greppa Näringen har jag förespråkat att man skulle kunna få credit på något sätt. Någon form av creditsymbol tycker jag vi ska ha, men det behöver inte vara pengar. Jag tror den goda renommén är viktigare än tusenlappen i detta fall.

Per-Åke Sahlberg Att sätta stjärnor och plus kan vara vanskligt om vi tittar på jordarterna och hur läckaget ser ut i Sverige. Vi har många djurtäta områden där man egentligen inte skulle ha djur, men vi kan inte flytta djuren. Naturen och historien gör att vi producerar och påverkar miljön, som Peter sa. Vi måste vara realister och lära oss att det går att förändra en del, men vi kan inte lösa hela problemet.

NN Genom Greppa Näringen har lantbrukaren möjlighet att ställa krav på rådgivaren som måste vara välutbildad och väl insatt i forskningen. Det systemet måste fungera.

Mårten Carlsson Vi organiserar forskningen i smala remsor på 200 mil från norr till söder. Men problemen ser olika ut i Syd- och Mellansverige jämfört med Norrland. När det gäller att få fram ett nytt kunskapsunderlag tycker jag det skulle lämpa sig väl för diskussioner i östvästlig riktning. Jag är sekreterare i Nordiska jordbruksforskares förening, vilket jag nästan alltid nämner eftersom problemställningarna är väldigt lika i de olika länderna. Här står det EU och här står det Baltikum. De kommer att behövas exakt samma saker och exakt samma jobb. Det vore bra om alla goda krafter kan samverka.

Sammanfattning och syntes

Mårten Carlsson **Vad tror vi kan uppnås?** Den frågan fick koppling till allmänhetens kunskapsnivå och vad som är realistiskt. Jag tror många har uppfattningen att man kan ha ett jordbruk som inte läcker. Då är det svårt att ändra någonting. Det finns ett antal saker vi måste veta mer om innan vi förbättrar våra modeller. Och när vi har gjort det kommer en ny omgång frågor och så går det hela vidare. Det är väl närmast Greppa Näringen och vår kommitté som får fundera på hur vi för detta vidare och hur får vi någon typ av förändring.

Modellerna har vi diskuterat och jag tror vi har kommit ner på ett realistiskt synsätt; stort och smått, makronivå. Vi är nere på genomförandet och ni understryker att det är mycket lättare att få något gjort om man själv har varit med. Försöksgårdarna är säkert ett problem. Men hur många kan vi ha i landet och kan vi t.ex. använda oss av resultat från en sandjord på Jylland? Den ekonomiska uppbackningen och att bli uppmärksammad på något sätt har nämnts. Och att vi kanske inte klarar frågorna själva i Sverige framöver.

Till sist ett varmt tack för fantastiska presentationer. Det har varit pedagogiskt, det har varit genomtänkt och engagerat, och det har varit väldigt hög kvalitet. Jag vill också tacka vår kommitté och Greppa Näringen för det här initiativet. Keiko och Agnetha är inte här, men vi framför ett tack till dem också.

Förteckning över tidigare utgivna nummer

År 2003; Årgång 142
Nr 1 Det sydsvenska landskapet, framtidsvisioner och framtidssatsningar SAMT Idéer för framtidens skogslandskap
Nr 2 Viltets positiva värden
Nr 3 Inför toppmötet i Johannesburg
Nr 4 Kapital för landsbygdsföretagare
Nr 5 Kompetensförsörjningen i svenskt jordbruk
Nr 6 Fiskets miljöeffekter – kan vi nå miljömålen?
Nr 7 Verksamhetsberättelse 2002
Nr 8 De glesa strukturerna i den globala ekonomin – kunskapsläge och forskningsbehov
Nr 9 Tro och vetande om husdjurens välfärd (Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 10 Svenska satsningar på ökad träanvändning (Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 11 Kapital för landsbygdsföretagare (Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 12 Feminisering av Moder natur? Östrogener i naturen och i livsmedel
Nr 13 Crop and Forest Biotechnology for the Future
Nr 14 Landskap och vindkraft – i medvind eller motvind (Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 15 Lantbrukskooperationen – Hållbar företagsidé eller historisk parentes
Nr 16 Utvecklingen i Polen
Nr 17 Mid Term Review Vad händer i Sverige när EU ändrar jordbrukspolitik?
Nr 18 Soil and surface water acidification in theory and practice
Nr 19 Skogsindustrinsråvaruförsörjningskedja – pågående utveckling och utblickar mot andra branscher
Nr 20 CAP och folkhälsan
Nr 21 Vilda djur i stadsmiljö – Tillgång eller problem?
Nr 22 Översvämningar och deras orsaker
Nr 23 Sötvattenfisk – Framtidens resurs (Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 24 Mat med mervärden – Goda affärer (Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 25 Hur planeras boendet på landsbygden? OCH Trädgården som rekreation och terapi (Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 26 Det nya uppdraget – högre utbildning för landsbygd och landskap (Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 27 Hör göken han gal – Hur kan ekologiskt lantbruk och samhället gynna den biologiska mångfalden?
(Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 28 Den svenska modellen för husdjursavel och dataregistrering samt datautnyttjande inom husdjursoch växtodlingsområdet
(Enbart publicerad på www.ksla.se)

År 2004; Årgång 143
Nr 1 Ecosystem services in European agriculture – theory and practice
Nr 2 Vad gör vi när vi inte vet? (Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 3 Ekologiskt Forum mönstrar köttet och marknaden (Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 4 Jordbruk – ekologi – samhälle (Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 5 LBU-programmet, skogen och landsbygden – till vilken nytta? (Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 6 Framtida forskning inom den gröna sektorn (Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 7 Ekologisk produktion med miljönytta (Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 8 Har jord- och skogsbruk en roll i framtidens kultur? (Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 9 Aktuella trämekaniska alternativ (Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 10 Mat för livet eller dödlig diet? (Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 11 Verksamhetsberättelse 2003
Nr 12 Kvävehushållning och kväveförluster – förbättringsmöjligheter i praktiskt jordbruk
Nr 13 Sigvard Andersson – En nyskapande forskar- och lärargärning i markfysik
Nr 14 Vem köper biologisk mångfald? (Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 15 Svenskt jordbruk i EU-25 – Östutvidgningens betydelse för jordbruks- och livsmedelsnäringen i Sverige
(Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 16 Vad är tvivelaktigt med vattenorganisationens direktiv? What's fishy about the Water Framwork Directive?
(Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 17 Behövs en tredje aktionsplan för ekologisk produktion? (Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 18 Climate change and forestry in Sweden – a literature review
Nr 19 Skall vi ha någon livsmedelsproduktion i Sverige i framtiden?
Nr 20 Ekologiska ägg, tack! Vilket eko ger eko i hönsgården? (Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 21 Översyn av Miljö- och landsbygdsprogrammet 2000–2006 (Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 22 För mycket och för litet - barn och lantbruk i Sverige och i världen (Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 23 Odlingen, Naturen och Människan
Nr 24 Så blev MTR - hur blir det med lönsamhet och konkurrenskraft i det svenska jordbruket? (Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 25 New serious infectious diseases - recent history and current status (Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 26 Lantbrukets tillförsel av fosfor och kväve till vattenmiljön - vad har hänt, vad vet vi och vad måste göras?
(Enbart publicerad på www.ksla.se)
Nr 27 Mat för livet 2025 - unga forskares visioner om framtidens livsmedel (Enbart publicerad på www.ksla.se)



Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien
Drottninggatan 95 B
Box 6806, 113 86 Stockholm
tel 08-54 54 77 00, fax 08-54 54 77 10
www.ksla.se, akademien@ksla.se

Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien (KSLA) är en mötesplats för den gröna sektorn. Akademien är en fri och oberoende nätverksorganisation som arbetar med frågor om jordbruk, trädgårdsbruk, livsmedel, skog och skogsprodukter, fiske, jakt och vattenbruk, miljö och naturresurser samt skogs- och lantbrukshistoria. Vi arbetar med frågor som berör alla och som intresserar många!

ISSN 0023-5350 ISBN 91-85205-05-2