

# Översvämningar och deras orsaker



Kungl. Skogs- och  
Lantbruksakademiens  
Årg. 142 • Nr 22 • År 2003

TIDSKRIFT

*Ansvarig utgivare:* Akademiens sekreterare och VD: Bruno Nilsson  
*Redaktör:* Gunilla Agerlid

# Översvämningar och deras orsaker

Konferens den 25 oktober 2001



Respektive författare ansvarar för sitt inlägg

Redovisningen sammanställd under medverkan av  
akademiråd Agnetha Alriksson



## Innehåll

Inledning	
<i>Per Wranner</i> .....	7
Risken för höga flöden	
<i>Gunn Persson och Göran Lindström</i> .....	9
Betydelsen av skogsbruksåtgärder för höga vattenflöden och översvämningar	
<i>Lars Lundin</i> .....	15
Betydningen av jordbrukets drenering för flom	
<i>Arnor Njøs</i> .....	23
Vikten av översvämningar och vattnets betydelse i landskapet	
<i>Per Angelstam och Johan Törnblom</i> .....	35
Hur hanterar länsstyrelsen översvämningar?	
<i>Göran Bengtsson</i> .....	43
Kan översvämningar förhindras i reglerade vattendrag?	
<i>Gustaf Sandgren</i> .....	47
Diskussion .....	51
Hur beaktas risken för översvämningar i kommunernas översiktsplanering?	
<i>Assar Lundqvist</i> .....	57
Kan hydrologiska prognoser bidra till att översvämningar undviks?	
<i>Maja Brandt</i> .....	65
Miljöbalkskommitténs arbete	
<i>Anna Tibergh</i> .....	69
Slutdiskussion .....	73

Tidigare utgivna nummer finns uppräknade på omslagets tredje sida



# Inledning



PER WRÄMNER  
Södertörns högskola  
Huddinge

På akademiens och dess vattenkommittés vägnar vill jag hälsa alla hjärtligt välkomna till den här konferensen. Den tar upp ett kanske just nu inte så hett ämne, men det blir förmodligen aktuellt igen och vi tyckte att det är viktigt att diskutera de här frågorna inte bara när de är som mest akuta. Det gläder oss att så många är här. Ni representerar en hel rad olika intressen och aspekter på dagens breda ämne.

Innan jag går in lite mer på översvämningarna skulle jag vilja säga några ord om Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien. Jag vet att en hel del av er är här för första gången och ser det som väsentligt att ni får lite allmän information om vad som ryms i det här huset. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien eller KSLA är en allmännyttig institution som bildades 1811 och utgör en av de kungliga akademierna. KSLA skall med stöd av vetenskap och praktisk verksamhet till samhällets gagn främja jordbruk och skogsbruk samt därtill knuten verksamhet, dvs. akademien skall främja de areella näringarna i vid bemärkelse. KSLA utgör en mötesplats för dem som vill verka för de syftena. Akademien är oberoende och granskar allsidigt de verksamheter de

skall främja, givetvis på ett sakligt, kompetent och trovärdigt sätt. Den försöker anlägga ett brett tvärvetenskapligt och framtidsinriktat perspektiv på de frågor som tas upp. Viktigt är också att akademien befinner sig i framkanten av idé- och kunskapsutvecklingen på de här områdena och att den tar upp frågor som innebär att etablerade värderingar ifrågasätts. Akademien lägger också stor vikt vid miljöfrågorna. KSLA är indelad i tre avdelningar, jordbruks, skogs och allmänna avdelningen. Vattenkommittén är knuten till den allmänna avdelningen som bl.a. arbetar med övergripande frågor om miljövard och naturresurser och också ta upp t.ex. fiskefrågor. Akademien arbetar i betydande utsträckning genom permanenta eller tillfälliga arbetsgrupper, främst utskott och kommittéer av olika slag som består av både ledamöter och utomstående experter. Vattenkommittén är ett exempel på en sådan. KSLA anordnar, utöver de ordinarie akademisammanskomsterna, 8 gånger per år, ett flertal särskilda konferenser och seminarier liknande dagens.

Vi skall idag ägna oss åt översvämningar och deras orsaker. Alla är naturligtvis medvet-

na om bakgrunden. Varje gång det sker en översvämning blir det en intensiv debatt i massmedia om orsakerna. Är det klimatförändringar, åtgärder inom jord- och skogsbruket eller kraftindustrin som ligger bakom eller är det SMHI som inte har varnat i tid? Är det så att vi har en lagstiftning som inte är anpassad till de här frågorna? Det är en rad aspekter på översvämningar som vi kommer att ta upp på dagens konferens. Vi skall naturligtvis särskilt försöka se på de här frågorna utifrån de areella näringarnas perspektiv. Vi vet att översvämningarna drabbar de areella näringarna men också en massa annat, t.ex. bebyggelse och infrastruktur som vägar, broar, VA-system och liknande. Inte minst drabbar översvämningarna ett stort antal enskilda människor i form av ekonomiska förluster, extra arbete och besvär, minskade trivselvärden och en ökad osäkerhet och oro. Men för

oss inom KSLA och för dagens konferens står de areella näringarna i fokus. De drabbas på olika sätt. Det gäller inte bara jordbruk och skogsbruk utan också fiske som vi kunde konstatera senast vid Vänerens översvämning. Samtidigt vet vi att jord- och skogsbruket många gånger påverkar de hydrologiska förhållandena på ett påtagligt sätt. Vi skall försöka att spegla den här dubbla aspekten, hur de areella näringarna drabbas av översvämningar och vilken roll de spelar för uppkomsten av dessa. Vi vill samtidigt sätta in de areella näringarna i sitt större sammanhang och även diskutera översvämningar mer allmänt. Det är mycket vi skall ta upp. Men vi har dagen på oss och jag hoppas att vi skall hinna inte bara få olika presentationer utan också rikliga tillfällen att diskutera. Än en gång varmt välkomna!



# Risken för höga flöden

GUNN PERSSON

GÖRAN LINDSTRÖM  
SMHI

*Det kan tyckas ha blivit vanligare med översvämningar under senare år. En analys av långa mätserier visar dock att detta inte går att säkerställa statistiskt. Sant är dock att perioden från slutet av 1960-talet till mitten av 1980-talet var relativt sett befriat från kraftiga sommar- och höstflöden. Vi befinner oss nu i en varmare och blötare period.*

De senaste 15 åren har vi i Sverige och Norge upplevt flera översvämningar och även ovanligt hög vattenkraftproduktion. Översvämningarna i Arvika hösten 2000 och i Sundsvall hösten 2001 har vi i färskt minne. Förra året (år 2000) blev det nederbördsrikaste som någonsin uppmätts i Sverige och 1998 var det näst nederbördsrikaste. Kommer denna tendens att fortsätta? I Norge har man anpassat sig till de senaste årens blötare förhållanden genom att basera normalvärdena för vattenkraftproduktion på perioden 1970–1999. Det innebär en höjning med 4% jämfört med perioden 1931–1990.

Mannaminnat är kort och för att få perspektiv på dagens situation måste vi studera längre tidsserier.

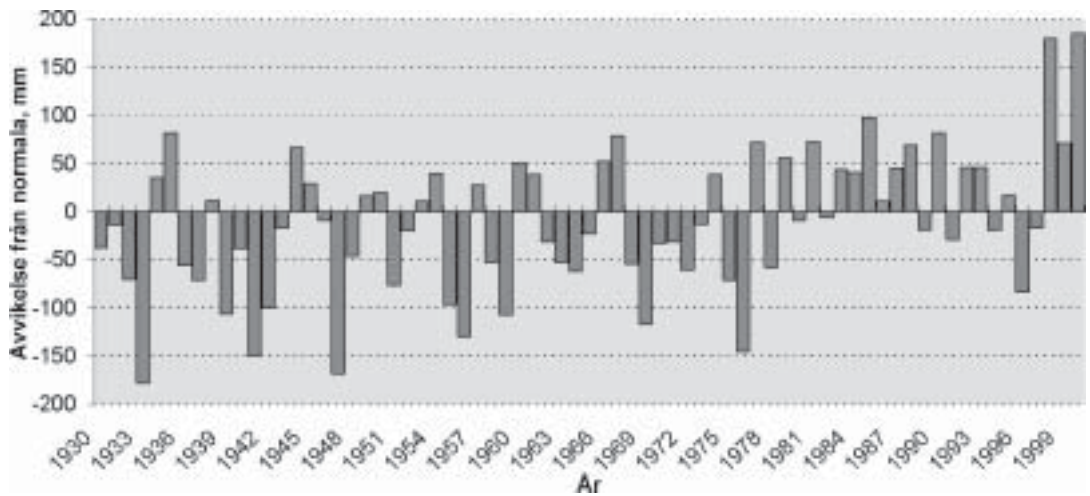
Nederbördsserier som sträcker sig före 1930-talet är svåra att tolka. Det finns stora

osäkerheter vad gäller mätarnas tillförlitlighet, placering etc. Temperaturserier är mer tillförlitliga. Av figurerna 1 och 2 framgår att vi för närvarande i Sverige och sedan drygt 10 år, befinner oss i en blöt och varm period. Även under 1930-talet hade vi en liknande mild period men inte lika nederbördsrik som nu.

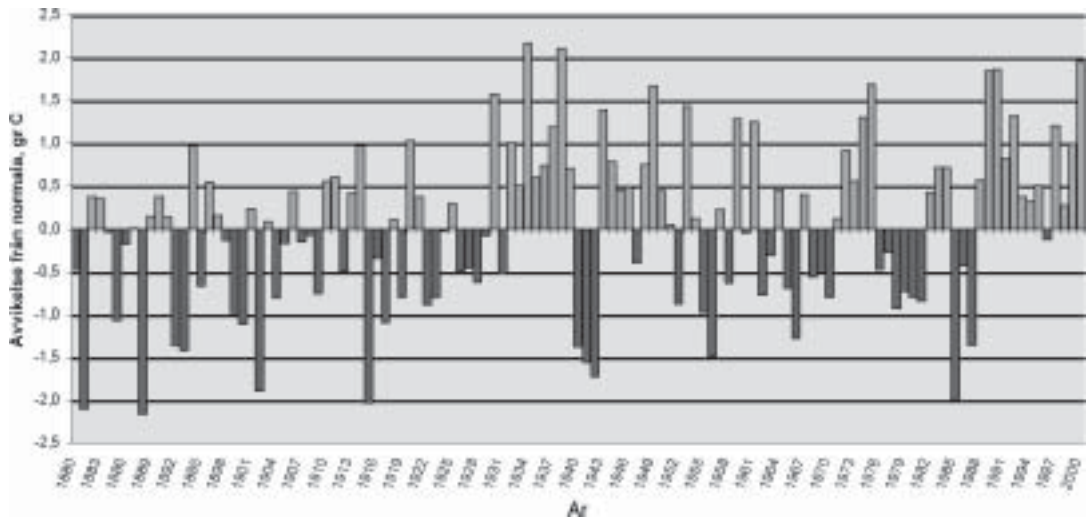
Våra längsta vattenföringsserier sträcker sig bakåt till 1800-talet och för Göta Älv ända till början av 1800-talet (figur 3). Variationen i medelvattenföring är stor mellan åren. Högsta medelvattenföring är 3–5 gånger högre än den lägsta årliga medelvattenföringen. I Dalälven har hittills högsta årsmedelvärdet uppmätts år 1860. För Motala ström är motsvarande år 1867 och för Göta älv år 1951. Noteras kan att 1999 årsmedelvärde för Dalälven ligger under medelvärdet för perioden, men för Motala ström och Göta älv uppmättes värden nära toppnoteringarna. Det går ej att urskilja någon ökande trend i serierna. Det löpande 30-årsmedelvärdet visar snarare på en sjunkande tendens för Dalälven och Motala ström.

För en analys av extremsituationer är det nödvändigt att titta på maximala flöden. Eftersom de långa vattenföringsserierna är påver-

Figur 1. Årsnederbördens avvikelse från normalnederbörden perioden 1961–1990 i Sverige.



Figur 2. Årsmedeltemperaturens avvikelse från normaltemperaturen perioden 1961–1990 i Sverige.

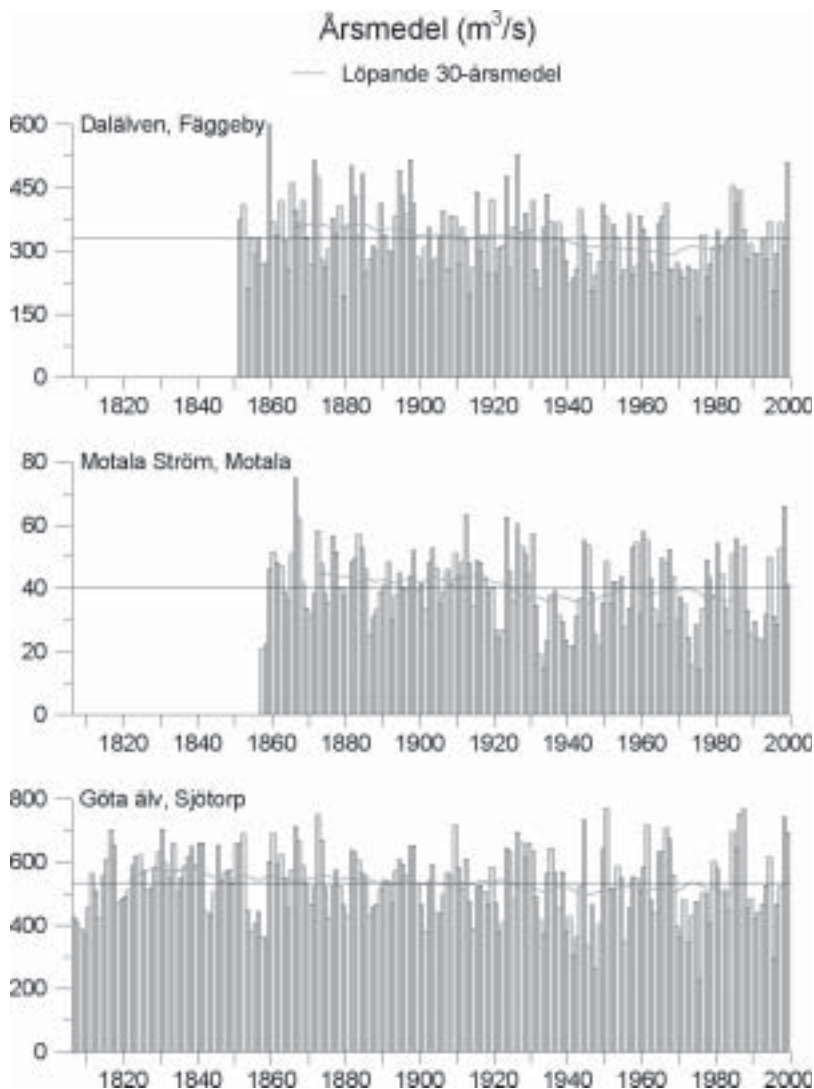


kade av regleringar är de olämpliga för en sådan analys. Istället har 51, i det närmaste oreglerade, stationer från Torneträsk i Norrbotten till Hålabäck i Blekinge valts ut för en extremvärdesanalys. Sverige har därvid delats i en nordlig del med 32 stationer och en sydlig del med 19 stationer. Totalt omfattar analysen 4072 stationsår. Den kortaste sta-

tionsserien är 60 år och den längsta 100 år. Eftersom avrinningsområdenas areor varierar mycket (5–34 000 km<sup>2</sup>) och därmed också flödet i vattendragen beräknades ett flödesindex så att värdena kan jämföras.

Analysen baseras på dygnsvärden och varje års högsta flöde normaliserades genom att dividera med långtidsmedelvärdet för de

Figur 3. Årsmedelvärden för våra längsta vattenföringsserier samt löpande 30-årsmedelvärden. Medelvärden för hela perioden är markerade med horisontella streck.

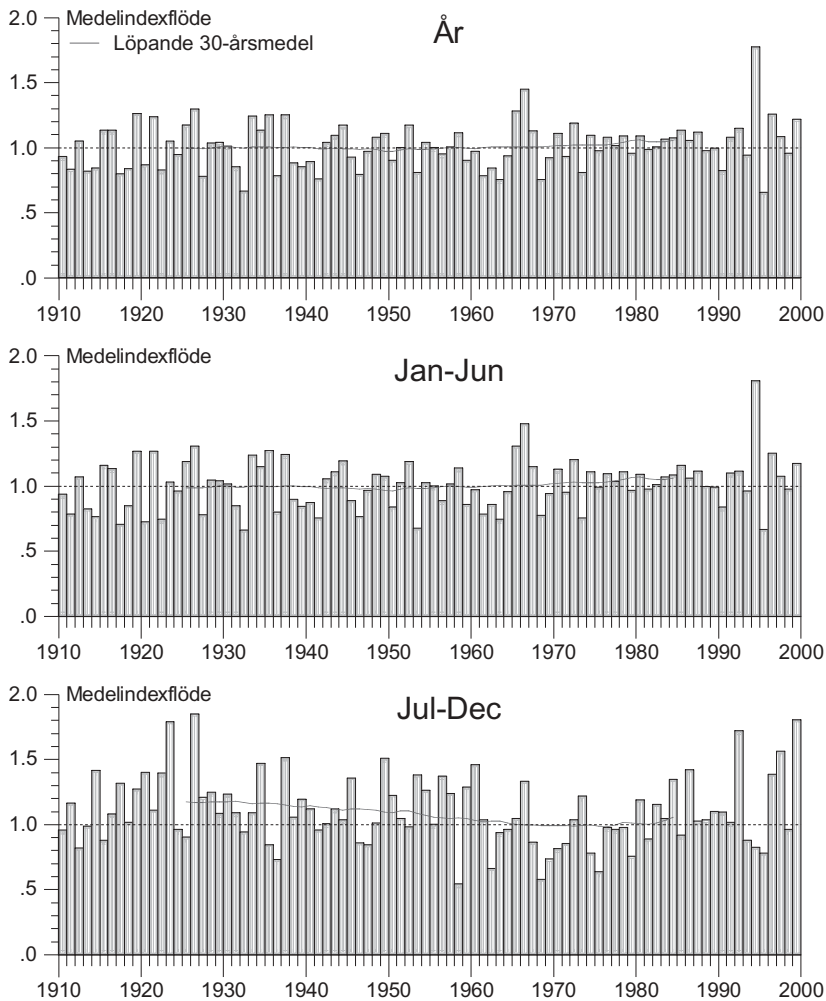


längsta gemensamma observationsperioderna, 1951–1980 i norr och 1971–1990 i söder. Därefter beräknades medelvärdet av dessa stationsvisa flödesindex för norra respektive södra Sverige (figur 4 och 5).

I norra Sverige är nivån på de högsta flödena i oreglerade älvar tämligen stabil. Det är vanligen vårfloden som orsakar toppvärdena

och århundradets flöde återfinns vi 1995 som var anmärkningsvärt högt. Höstflödena uppvisar större variation och de flödesrika höstar, som vi nu upplever, återfinns under 1920-talet. I reglerade älvar omhändertags vårflodena i magasinen men sommar–höstflöden kan ställa till problem eftersom magasinen då oftast är fyllda.

**Figur 4.** Medelvärdet av indexflödena för varje år i norra Sverige baserat på 32 stationer. Långtidsmedelvärdena för respektive station beräknades för perioden 1951–1980. Den heldragna linjen representerar det löpande 30-årsmedelvärdet och den streckade linjen representerar index 1,0.



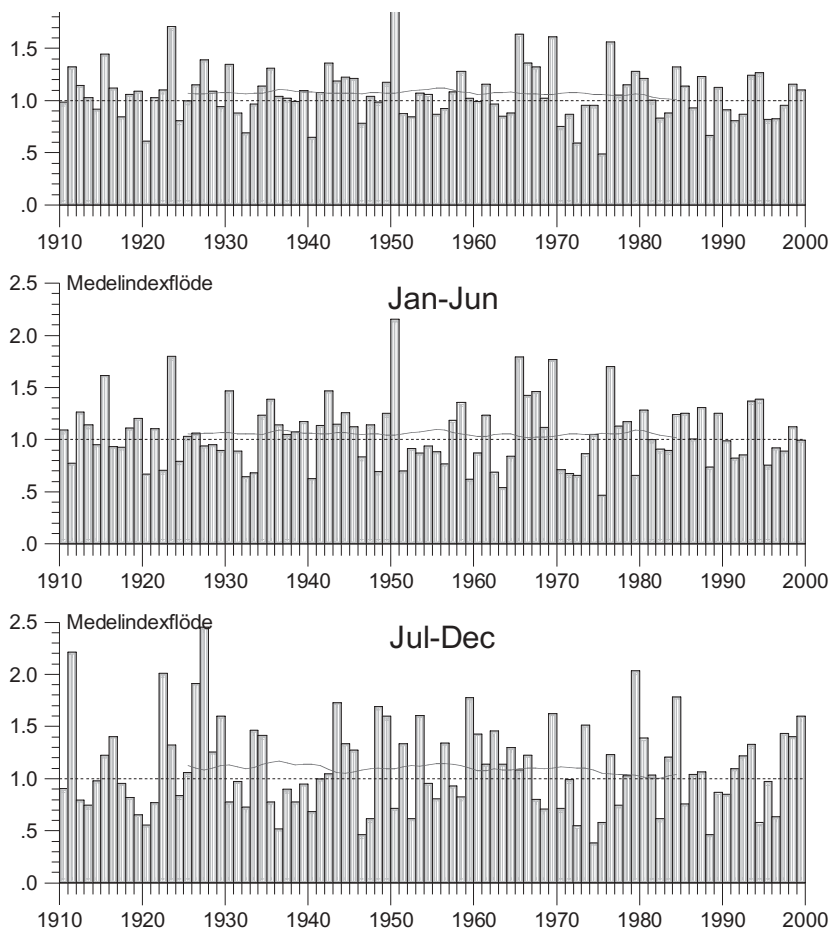
I södra Sverige varierar medelindexvärdena mer än i norra Sverige men i det löpande 30-årsmedelvärdet syns ingen tendens till ökande flöden. Högsta årsindex uppnåddes 1951 och detta orsakades av första halvårets höga flöden.

Trots att vi upplevt flera översvämningar de senaste åren så visar denna flödesanalys av långa mätserier att vi inte kan fastställa en

bestående förändring. Att med bestämdhet hävda motsatsen låter sig inte heller göras. I ett kortare tidsperspektiv, från slutet av 1960-talet och framåt, så ser vi en ökande flödes-trend åtminstone för älvarna i norra delen av Sverige. Denna tendens utjämnas dock i ett längre tidsperspektiv.

Det är inte enbart höga flöden under kort tid som kan orsaka problem. Naturen bjuder

**Figur 5.** Medelvärdet av indexflödena för varje år i södra Sverige baserat på 19 stationer. Långtidsmedelvärdena för respektive station beräknades för perioden 1971–1990. Den heldragna linjen representerar det löpande 30-årsmedelvärdet och den streckade linjen representerar index 1,0.



även på tillfällen då nederbörden är ihållande under lång tid, vilket leder till att de naturliga magasinerna mätts. Att översvämningssproblemen ökar beror också på den ökade urbani-

seringen och därmed tillhörande fysiska planeringen. Många problem kan kopplas till olämplig byggnation, underdimensionerade vattenvägar och bristande underhåll.



# Betydelsen av skogsbruksåtgärder för höga vattenflöden och översvämningar



LARS LUNDIN

Institutionen för Skoglig marklära, SLU  
Uppsala

## Inledning

Höga vattenflöden förekommer varje år i Sverige liksom flerstädes i vår klimatzon. Ibland leder dessa flöden till översvämningar. Internationellt kan de senaste åren uppmärksammas länder som Holland, Polen och England. Särskilt accentuerat är höga flöden under snösmältningen på våren och vid hög nederbörd under senare delen av hösten men förekommer även under andra årstider. Vårflöden i bl.a. Torne älv leder ofta till större eller mindre översvämningar. Under andra tider av året har ett otal högvattenflöden med tillhörande översvämningar förekommit och några kan erinras här, t.ex. 8–9 juli 1973, 4 augusti 1977 och september 1985 i Bergslagen, slutet av augusti 1991 i Uppland, augusti 1999 i Ångermanland och hösten 2000 i Värmland. Till detta kan läggas många fler händelser. Flödena i sydöstra Dalarna 1985 var särskilt uppmärksammade genom det dammbrott som inträffade. Detta föranledde regeringen att tillsätta en utredning vars betänkande blev klart

1987 (SOU, 1987). Utredningen till trots, översvämningarna fortsatte att inträffa.

När översvämningar inträffar dyker, naturligt nog, regelmässigt upp frågor om orsaker. Betydelsen av avrinningsområdet förstås av många. Markanvändningen är viktig. Den dominerande användningen i Sverige är skogsbruk och därmed borde skogen och dess brukande ha en inverkan. Det har den också. Mindre uppenbar är dock funktionerna och bruksformernas betydelse för översvämningar med påtaglig samhällskonsekvens. Viktigt i detta sammanhang är då den skala som måste beaktas. Kraftig påverkan på mindre bäckar når knappast påtagliga effekter på hela samhällen utan för detta erfordras större vattendrag, t.ex. våra större åar och älvar.

De skogliga åtgärder som särskilt kan ha betydelse för den mer storskaliga hydrologin är beskogning, avverkning och dikning. Det system som måste beaktas är då markvattenväxt. Välbekant är växternas upptag av vatten och att denna främst sker från ett markvattenmagasin. Upptaget leder till att vatteninnehål-

let minskas och att grundvattennivån ligger ett stycke ned i marken. Detta åtminstone under vegetationsperioden. Tas växterna bort så blir följden ökat vatteninnehåll och höjd grundvattennivå samt att avdunstningen minskar.

Detta för då in på hydrologin och vattenbalansen. Denna innebär ett ständigt utbyte av vatten mellan atmosfär och mark. Tillförsel sker genom nederbörd och returflöde genom avdunstning, där vegetationens interception (direkt avdunstning av nederbördsvattnet till atmosfären) och transpiration (vattenupptag från marken) utgör uppemot hälften av årsnederbörden. Hälften av vattnet tar omvägen via bäckar och sjöar innan det återbördas till atmosfären. Denna del tar till övervägande del vägen via marken innan vattnet bildar yt-vatten. Det är just transporten via marken som är problemet med översvämningar. I normalfallet klarar marken att ta emot vattnet. Infiltrationskapaciteten är tillräcklig. För svensk skogsmark kan den uppgå till över 100 mm per timme och inte ens när allvarliga översvämningar sker är nederbörden i närheten av detta. Kanske 100–200 mm på ett dygn är vanlig översvämningsmängd. I extremsituationen så inträffar ändå översvämningar.

Förutsättningar för sådana situationer föreligger nästan ständigt på vissa marker. Intresset för dessa och för att nyskapa sådana har hög prioritet idag. För 100–200 år sedan var utbredningen av sådana marker vidsträckt även i vår land. Det gäller våtmarker och torvmarker. Betydande delar av dessa ursprungliga arealer har omförts och utgör idag jordbruksmark och högproduktiv skogsmark. Kanske 3 miljoner hektar har dränerats och utgör till delar av vår åkerareal. Inom skogsnäringen beräknas åtminstone 1,5 Mha ha dikats under förra seklet. Fortfarande finns dock betydande arealer kvar, 7–10 Mha. Dessa marker har nästan ständigt ett högt vatteninnehåll.

Varför har de det? Jo, främst pga. det humida klimatet men också beroende på att borttransporten genom marken är liten. Orsaker är en låg vattengenomsläpplighet (hydraulisk konduktivitet) och liten drivkraft, dvs. höjdpotentialen, lutningen är liten. Samtidigt är ofta transportvägarna långa till frigörande av vattnet i vattendrag och sjöar. Detta medför så små vattenflöden i marken att tillflödena passerar nära under eller över markytan, där konduktiviteten är hög.

Nå, vad har detta att göra med våra översvämmade marker, som ofta är relativt torra och väl-dränerade? Jo, det är just när också dessa marker tillförs mer vatten än vad som kan bortföras med grundvattnet som översvämningar uppstår. Alltså, genomsläpplighet och marklutning är liten och avståndet till avledande ytvatten stort. Vattnet lagras ovan mark.

Dessa blöta marker är ju just de som tagits i anspråk för odling genom att vattennivån reglerats genom dikning. Redan nämnt här är att denna varit omfattande under förra seklet och också givit upphov till högavkastande skogar. Dock, i slutet av seklet så identifierades skillnader mellan skogliga produktionsvärden och naturvärden, särskilt en biologisk mångfald. Dessa senare har tilldelats större betydelse än tidigare och särskilt noterades stora värden i anslutning till vatten. Myllrande våtmarker identifierades. Bidrag till dikning försvann och på några år vände myndigheterna från stöd till markavvattning, till att förbjuda denna. Under det förra seklets sista decennium var nydikningen nästan obefintlig. Endast försiktig skyddsdikning gjordes på förnygringsytor i skogsmark. Syftet med denna är främst att förnygra skogen till ett tillstånd då den själv sköter vattenregleringen med en vattennivå under skyddsdikeyns botten. Men, även denna form av dikning är mindre önskvärd och nya brukningsformer med skogsförnygring utan dikning eftersöks.



## Skogen, dikningen och hydrologin

Topografin har avgörande betydelse för hydrologin och därmed också översvämningarna. Det är de lågt liggande markerna som är blöta, utsatta för dikning och där översvämningar främst förekommer. Flerstädes utgörs dessa marker av torv och en hög vattennivå är naturlig och därtill också orsaken till torvbildningen. Vattennivån bibehålls hög genom dels tillförseln av vatten bl.a. från omlandet, dels den begränsade avrinningen i marken. Avrinningsområdet blir här fundamental och de åtgärder som vidtas inom detta påverkar de lågt liggande markerna genom vilka omlandets vatten skall transfereras. Denna typ av torvmark utgör kärret, som till stor del främst utgör ett transitområde för högre liggande markers vattentransport till ytvattnen. En annan typ av torvmark förekommer – mossen, som främst tillförs vatten från nederbörden. Detta gör mossen näringsfattig och följden är ofta att den inte nyttjas till skogsodling och därmed inte dikas.

Ofta framförs torvmarkernas funktion som lagrande vatten och upprätthållande av vattenflöden under torrperioder. Funktionen är dock ofta den motsatta med genomflöde vid hög vattennivå och obetydligt utflöde när vattennivån ligger några decimeter ned i den nästan ogenomsläppliga torven. Torvmarksdikning innebär en vattenreglering där grundvattenytan förväntas avsänkas till 0,4–0,5 m djup för lämplig syresättning av trädens rotzon. Följden av detta blir en i jämförelse med odikade förhållanden mäktigare omättad markvattenzon. I denna kan tillfälligtvis tillförd nederbörd lagras för att i ett utdraget förlopp avvattnas till ytvattensystemen. En mängd motsvarande en månadsnederbörd, ca 70 mm, kan mycket väl inrymmas i denna markzon. Detta motverkar bildandet av höga flöden samtidigt som en lågvattenföring kan

upprätthållas. Emellertid är syftet med skogsdikning att möjliggöra skogsproduktion och då tillkommer vegetationens dränerande inverkan genom interception och transpiration. Den så tillskapade avdunstningen leder till dränering av markvattenzonen och därmed starkt begränsad möjlighet till ytvattenbildning. Risk för uttorkade bäckfåror uppstår. Särskilt påtaglig är detta i sommartorra områden, såsom östra delen av södra Sverige.

Sammantaget kan alltså sägas att vegetation och skogsbestånd har avgörande inverkan på vattenomsättningen i de blöta skogsmarkerna, dvs. de som mer direkt bidrar till vattenflödet i vattendragen. Från ej trädbevuxna marker är avdunstningen låg och avrinningen relativt hög medan skogbevuxna blöta marker har betydande avdunstning med avgörande inverkan på avrinningen. Årsmedelavrinningen från dikad kal myr är ofta högre än från odikad myr medan den blir lägre från skogklädd dikad blöt mark (Braekke, 1970).

Samtidigt som dikning kan medföra fördröjd avrinningsbildning medför dikena avkortad strömningsväg genom marken och underlättad vattentransport i dikena. Ofta genomförs dikning med avskärningsdiken, som når mineraljorden i kanten mot fastmarken. Genom en högre konduktivitet i mineraljorden jämfört med i torven upprätthåller dikningen en uthållig lågvattenföring så länge skogen inte dränerar marken.

De höga flödena, vare sig på fastmark eller torvmark, kan antas sammanhänga med ytliga grundvattennivåer inför större nederbördsmängder. Med vattenfyllda markmagasin och därmed ytliga grundvattennivåer, liksom på naturliga myrar, kommer vattenföringen även från dikade områden att bli hög. Vid ytterligare nederbörd under sådana förhållanden sker en snabb och omfattande avrinning medförande höga flöden. Den inverkan skogsbruksåtgärder har på höga flöden belyses i några genomförda projekt.

## Metoder

De fältbaserade undersökningarna baseras på bestämning av nederbörds mängder, grundvattennivåer och avrinning i små avrinningsområden med betydande andelar fuktiga och blöta marker. En rad fältförsök har nyttjats och kan främst hänföras till tidsperioden 1978–1994. I huvudsak relateras undersökningar redovisade i ett särskilt projekt om höga flöden (Lundin, 1994 och Iritz et al., 1994).

Undersökningarna har genomförts som jämförelser mellan två likartade och närbelägna små avrinningsområden. I en första kalibreringsperiod har vattenföringen från de två områdena bestämts och jämförts i naturligt tillstånd för att upprätta ett regressions samband, som nyttjas under den senare perioden då ett av områdena avverkats eller dikats medan det andra bibehållits som orörd kontroll. Genom att i regressions sambandet sätta in data från kontrollen under den senare perioden kan naturlig vattenföring beräknas för det område som åtgärdats. Dessa beräknade värden kan jämföras med de uppmätta efter åtgärd och avvikelserna mellan värdena utgör åtgärdens effekt.

De avrinningsområden som huvudsakligen ligger till grund för undersökningen finns i Bergslagen, det s.k. Siksjöbäcksområdet norr om Hällefors och i Klottenområdet i norra Västmanland. Uppgifter från Dock Smyren i Jämtland och försök i Uppland ingår också.

## Effekter av avverkning, dikning och beskogning

### *Årsavrinning*

Inverkan av skogsbruksåtgärder på hydrologin inbegriper såväl tidsskalor som areella skalor. Avseende tiden bör beaktas effekter på såväl årsbasis, hela nederbördsperioder och momentan vattenföringsfördelning. På årsbas noteras ofta ökning på 200–300 mm

efter avverkning, 50–100% av avrinningen från skog. Dikning visar en mer oklar bild av ändringen i årsavrinning beroende på vattenregimen, dvs. avrinningens fördelning över året. Både ökning och minskningar kan förekomma. Vårflodens dominans har här betydelse och de ändringar som sker då kan bli avgörande för hela årsavrinningen. Höga flöden orsakade av stor vattentillgång har genomslag på hela året medan en måttlig dominans kommer att medföra större inflytande också från andra perioder under året. På detta sätt har noterats såväl ökning som minskningar men ofta med måttliga mängder om  $\pm 10$ –20%. Detta är relaterat till dikning av kala marker. Men, orsaken till skogsdikning är/har varit att etablera ny skog. Denna kommer att vid gynnsam tillväxt konsumera vatten och blir då omvändningen till avverkning, dvs. minskad avrinning, vilket under torra perioder kan leda till sinande vattendrag.

Den areella fördelningen av åtgärder har betydelse och då särskilt hur stor andel av ett avrinningsområde som påverkas. Från ett avrinningsområde med relativt stor andel fuktiga och blöta marker noterades en ökning med 12% efter avverkning av 50% av området. Skydds dikning av området medförde 50% högre avrinning än för skogklädda förhållanden. Jämfört med avverkade förhållanden var avrinningen 33% högre efter hyggesdikning. Motsvarande värden för ett annat område visade 80%, 100% respektive 9%.

Just fördelningen av hygges- och dikningsareal inom ett avrinningsområde har betydelse. För små avrinningsområden av storleken 10–50 ha, kan upp till 50% eller t.o.m. högre andelar avverkas, dock knappast dikas då det främst är de fuktiga och blöta markerna som dikas och dessa ofta inte når högre andelar än 20–30%. För små avrinningsområden kan ökad avrinning knappast kraftigt påverka samhällen eller städer då vattendraget inte är större än ordinära bäckar och även en dubbling i vattenflöde inte kan innebära stora vattenolymer. Det erfordras lite större vattendrag

av storleksordningen åar eller älvar för en påtaglig påverkan.

Inventeras avrinningsområden till vattendrag, som kan förväntas medföra påtagliga översvämningar, så noteras att ofta inte mer än en tredjedel av området utgörs av hyggen och ungskogar medan dikningsområdena knappast överskrider 15% (Tabell 1).

**Tabell 1. Fördelning av arealer inom tre avrinningsområden 1990.**

	Öre älv	Hedströmmen	Alsterälven
Areal, ha	290000	97800	42600
Ytvatten, %	5	11	10
Skogsmark, %	71	63	66
Åker+bete, %	2	11	16
Myr, %	19	11	4
Hygge+ungskog, %	34	33	40
Dikad areal, %	11	8	10
Fuktig+blöt mark, %	28	7	9

### Höga vattenföringar

Vattenföringstoppar från de små undersökta avrinningsområdena, som relateras här, jämfördes med toppar exklusive åtgärd beräknade från de upprättade regressionsambanden för kalibreringsperioden. Efter avverkning noterades att de högsta dygnsvattenföringstopparna ökade med 26% och 126%. Efter att de även dikats var ökningarna ca 100%. Vid jämförelse av avverkning och dikning med enbart avverkade förhållanden, alltså dikningsåtgärdens effekt, var ökningarna 70–90% och 20% för två områden. En dikning av kal myr resulterade i 14% ökning i medeltal och 27% vid den allra största vattenföringstoppen.

Istället för kalavverkning av högproduktiv granskog på torvmark, dvs. potentiellt blöta marker, som beskogats genom dikningsåtgärder ofta för ca 100 år sedan, börjar alternativa avverkningsmetoder nyttjas. En sådan är s.k. skärnhuggning. Vid försök i Uppland lämnades 300 skärnträd och effekter på grundvatten och vattenföring studerades. Ändring-

arna i grundvattennivå blev likartad i skärm och på hygge. Effekterna på vattenföringstoppar visade lägre flödestoppar från odikat hygge men högre såväl från dikat hygge som från skärmskog. Det skall dock noteras att inga markant höga flödestoppar förekom under försöksperioden utan främst måttligt höga toppar kunde beaktas.

Efter intensiv dikning för torvtäkt och extrema situationer med höga vattenföringar (ca 200 l/s, km<sup>2</sup>) noterades ökade högvattenflöden med 1.6–2.1 ggr. Det är dock vanskligt att bestämma dessa relativt sällan inträffande situationerna och beräkningarna blir osäkra.

Tidsförloppet under höglödesperioder undersöktes avseende start och varaktighet i vattenföringstoppen. På dygnsbasis kunde inga skillnader i tidsförlopp noteras. Möjligen kunde vid några tillfällen urskiljas 1–2 timmars tidigare vattenföringstoppar efter dikning.

Varaktigheten i höga flöden har också betydelse för vattenvolymerna. Det är ju dessa som fyller markmagasin och kanske också hus och källare. Varaktigheten i de höglödesperioder som studerades var mellan 4 och 10 dygn. Medelökningen i flöden efter avverkning var 2 mm/dygn, 40% och efter dikning likaså 2 mm/dygn, 40% medan ökningen efter dikning av hygge kunde vara ytterligare ca 20%, men också minskning förekom.

### Grundvattennivåer vid höga flöden

Grundvattennivån före högvattenföringsperioden antogs påverka storleken på högsta högvattenföringen. Vid myrrikning noterades också större minskningar i höga vattenföringar, 24%, vid grundvattenytan 0,1–0,2 m under markytan än vid ytligare grundvattennivåer. De vattenföringar, som förekom vid dessa grundvattenförhållanden var företrädesvis av måttlig storlek. Med grundvattennivån i de översta 0,1 m var minskningen 15%. Vid relativt höga vattenföringar och även vid de allra högsta låg grundvattenytan i markytan nära skikt och kunde noteras både ökning och minskningar.

För det relativt fuktiga och blöta avrinningsområdet på fastmark minskade höga vattenföringar med 10% om grundvattenytan i utströmningsområdena låg djupare än 0,2–0,3 m. Med ytligare grundvattennivåer ökade de höga vattenföringarna med 50%. Med grundvattenytan i dessa ytliga skikt förekom också de allra högsta flödena men att då särskilja olika flödessituationer med avseende på grundvattennivåer var vanskligt.

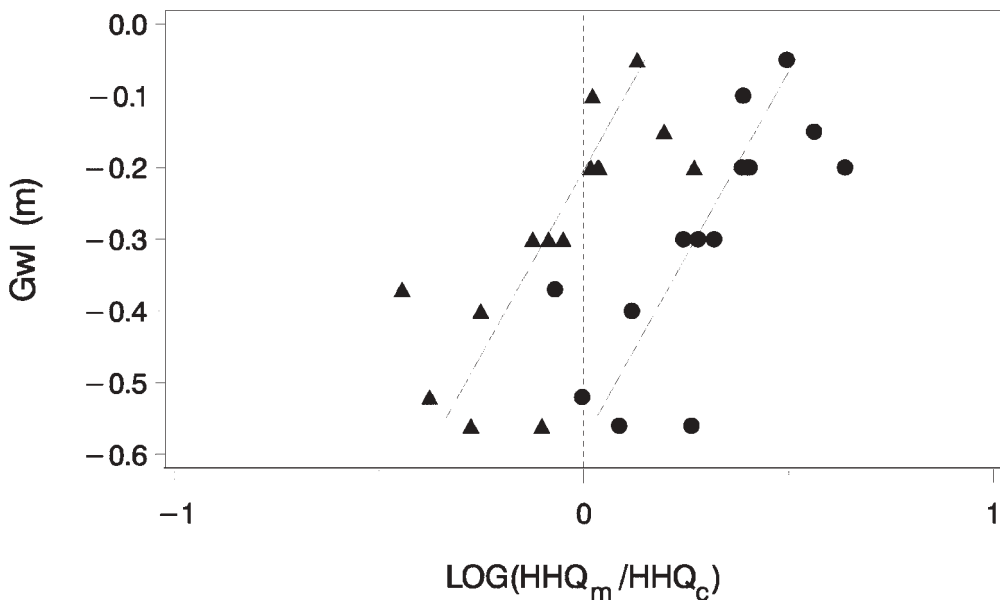
Från ett avrinningsområde med både fuktig och blöt fastmark samt också torvmarker ökade högvattenföringarna efter avverkning vid grundvattennivåer ytligare än 0,6 m djup i utströmningsområdet. Ökningen var större vid ytliga nivåer. Efter dikning noterades ökning i högvattenföring vid grundvattennivåer före högvattenföringsperioden högre än 0,2 m medan lägre nivåer medförde minskade högvattenflödena i jämförelse med avverkade förhållanden (Figur 1).

## Sammanfattning

Genomförda undersökningar visade på ökande årlig avrinning efter både avverkning och dikning. Detta överensstämmer väl med tidigare erfarenheter (Grip, 1982; Rosén, 1984; Braekke, 1970). Vid dikning av kala torvmarker både minskade och ökade de högsta vattenföringarna vilket överensstämmer med en del tidigare resultat (Burke, 1963; Heikurainen, 1980). Efter både avverkning och dikning av fuktiga och blöta fastmarker ökade de högsta vattenföringarna vilket också tidigare observerats (Howe et al., 1967). Ändringar efter dikning i flödesperiodens tidsförlopp kunde inte märkas.

Den ökade vattenvolymen under en högvattenflödesperiod (5–10 dygn) var i medeltal 2–3 mm/dygn. Appliceras detta på större vattendrag med ungskogs- och kalmarsarealer

Figur 1. Förhållanden mellan vattenföringar avsatta mot grundvattennivån (Gwl) för GI-området i Kloten. Kvoter mellan uppmätta högvattenföringar efter avverkning ( $HHQ_m$ ) och beräknade vattenföringar för skogklädda förhållanden ( $HHQ_c$  cirklar) och kvoter mellan uppmätta vattenföringar efter både avverkning + dikning ( $HHQ_m$ ) och enbart avverkning ( $HHQ_c$  trianglar).



av 30–40% och dikad areal av 8–11% av avrinningsområdet nås ökning i högvattenföring av mindre än en mm/dygn utan hänsyn tagen till eventuella ytvattenmagasins dämpande inverkan. Detta tillskott skall jämföras med normala högvattenföringar på >10 mm/dygn.

Effekten av dagens omfattning vad avser avverkning och skogsdikning på större vattendrag i Sverige måste anses vara liten. Där emot kan effekter i små vattendrag bli kraftiga men får då genom vattendragens storlek begränsade effekter.

## Referenser

- Burke, W. 1963. Drainage of blanket peat at Glenamoy. In Proc. of the Second Int. Peat Congr., Leningrad, USSR 1963. Vol. 1.
- Braekke, F.H. 1970. Myrgröfning for skogsproduktion. Inflytelse på vannhusholding og flomfare. Tidskrift for skogsbruk 78:227–238. (In Norwegian.)
- Grip, H. 1982. Water chemistry and runoff in forest streams at Klotten. UNGI Report No 58, 144 pp.
- Heikurainen, L. 1980. Effects of forest drainage on high discharge. Proc. of the Int. Symp. on Influence of man on hydrological regime. 23–26 June 1980. IAHS-AISH Publ. 130:89–96. Helsinki.
- Howe, G., Slamaker, H. & Harding, D. 1967. Some aspects of the flood hydrology of the upper catchments of the SEvern and Wye. Transactions and Papers of the Inst. of British Geographers, No 41.
- Rosén, K. 1984. Effects of clear-felling on runoff in two small watersheds in central Sweden. Forest Ecology and Management 9:267–281.
- Iritz, L., Johansson, B. & Lundin, L. 1994. Impacts of forest drainage on floods. Hydrological Sciences Journal 39, 637–661.
- Lundin, L. 1994. Impacts of forest drainage on flow regime. Studia Forestalia Suecica 192, 22 pp. Uppsala.
- SOU 1987:64. Dammsäkerhet och skydd mot översvämningar. Betänkande av utredningen om dammsäkerhet m.m. Stockholm. 253 s.



# Betydningen av jordbrukets drenering for flom



ARNOR NJØS

Jordforsk  
Ås, Norge

## Bakgrunn

### *Virkning av drenering på avrenning*

I 1861 arrangerte The Institution of Civil Engineers en konferanse i London om dreneringens virkning på vassdrag. Det var imidlertid ikke mulig å bli enige om virkningene. Se Bailey Denton (1862). Diskusjonen om virkningene av drenering har gått langs to hovedlinjer. Den ene gruppen fremhever dreneringens reduserende virkning på toppavrenning gjennom økning av jordas drenerbare porevolum ved en senking av grunnvannsnivået. Den andre gruppen hevder at dreneringen øker toppavrenningen på grunn av større strømhastighet gjennom kanaler og rørledninger.

Primærmålet for drenering (tørrelgging) er å senke grunnvannsnivået. Delmål er å

- \* fremme planteproduksjonen i landbruket ved å øke lengden av den nyttbare veksttida, samt skaffe optimale forhold i rotsonen
- \* øke jordas fasthet og bæreevne, slik at arealet tåler trafikk, helst også i perioder med

positiv vannbalanse, f.eks. ved høsting av rotvekster og poteter

- \* ta i bruk våtmarker eller sjøbunn til matproduksjon
- \* sikre stabil bæreevne og unngå frost- og teleskader for vei- og jernbanefyllinger

Regulering av vannfaktoren i landbruket ga grunnlag for mange elveslette-sivilisasjoner, f.eks. Nilen i Egypt, Hoangho i Kina, Indus på det indiske sub-kontinent, Helmand i Afghanistan/Iran og Mesopotamia mellom Eufrat og Tigris. Fra Egypt har vi Herodots beretning om Sesostris (ca 3800 f.Kr.), som gjennomførte en kanalisering av elveslette og delta og en oppdeling av arealene i ruter. Flomskader ble beregnet som tapt areal i forhold til totalareal per rute, og skatten ble redusert tilsvarende.

I Norden fins gode eksempler fra Middelalderen på at drenering og vedlikehold av drenering var behandlet i gamle landskapslover (Håkansson, 1973). I Sverige ble det utført en storstilt senking og tørrelgging av sjøer i tids-



rommet 1880–1930 (SMHI, 1995). Også i de andre nordiske land er våtmarks- og sjøområder tatt i bruk som jordbruksland.

#### *Forfall av sivilisasjoner – forsømt vedlikehold av hydrotekniske tiltak*

Et eksempel på virkning av forsømt vedlikehold av vannveier/kanaler har vi fra Mesopotamia, der det intense jordbruket mellom Eufkrat og Tigris ble utsatt for sterke påkjenninger. Det er større materialtransport i de to elvene enn i Nilen, og behovet for vedlikehold av kanaler var derfor større. Kanalene ble fylt med jord, og grunnvannet steg. Forfallet i de hydrotekniske tiltakene førte til at områdene utviklet seg til saltsumper i det tørre klimaet. Men forfallet skyldtes også fiendtlige nomadefolk som okkuperte landet. Et lignende sammenbrudd foregikk langs elva Helmand i Afghanistan. Den munner ut på slettelandet på begge sider av grensen mot Iran. Den tyrkisk-mongolske herskeren Timur Lenk ødela de hydrotekniske anleggene i det 14. århundre, og det fruktbare området gikk i retning av saltørken.

#### *Fra dreneringsfelt til nedbørfelt for større vassdrag*

Det er nødvendig å ta hensyn til at virkningene av drenering går videre enn drenerte arealer på den enkelte gård. Dreneringsmønsteret i landskapet – og virkning på mottakervassdraget betinger inndeling av landskapet i nivåer.

#### Dreneringsfelt

Her er avrenningen direkte relatert til feltforhold (jordtype, vegetasjon, høyde av grunnvannsnivå, overflateavrenning i forhold til lukket avrenning i rør eller hulrom). Ved overflateavrenning føres vannet til åpne grøfter og videre til kanaler. Ved lukket drenering går vannet som umettet strømming gjennom jordsmonnet fram til nærmeste rørsystem (sugegrøfter på norsk), derfra til samler, videre til en hovedsamler, og ut i bekk, sjø eller kanal.

Kanaler/samlere fra dreneringsfelt til hovedutløp

Dette transportsystemet har som oppgave å føre vannet raskt fram til en hovedkanal eller jordbruksbekk. Vi kan si at vannet er i en transportetappe.

#### Jordbruksbekkens nedbørfelt

Dette er en landskapsenhet som er en hydrologisk enhet. Delprosessene er nedbør, bortledning ved overflateavrenning, infiltrasjon, direkte fordamping fra jordoverflaten (evaporasjon), mellomagring i plantedekket (intersepsjon), fordamping fra plantedekket (transpirasjon), umettet strømming gjennom jordsmonnet til grøfterør, og mettet strømming i grunnvannsfasen fram til bekken. Nedbørfeltet for en jordbruksbekk kan ha et viss areal jordbruksmark, derav en andel drenert jordbruksmark.

#### Vassdragets/elvas nedbørfelt

Nedbørfeltet for hele vassdraget samler mange små enkeltavløp. Jordbruksmark omfatter en mindre del av totalarealet for nedbørfeltet, og av jordbruksmarken en mindre andel drenert jordbruksmark. Fordelingen av jordbruksmark, drenert jordbruksmark, og annen mark og av samt størrelse og tidspunkt for toppavrenning fra delnedbørfeltene for sideelvene gir en samlet avrenning i hovedvassdraget, der flombølgens vandring er av særlig interesse. Reguleringer, forbygninger, utretting og fordypning av vassdraget, påvirker vandringshastigheten og toppavrenningen.

## Tidligere hypoteser

#### *Jordtype, lagringsevne for vann og vannbalanse*

I diskusjonen om virkning av jordbrukets drenering har det vært fremmet synspunkter på tørrelegging i forhold til jordegenskaper. En hypotese er at i permeabel jord gir dyp senking av grunnvannsnivået stor økning av drenerbart porevolum. Dermed skulle topp-



avrenningen bli mindre etter drenering. Motsatt kan drenering av tette leirjorder gi liten økning av det drenerbare porevolumet. Liten dreneringsdybde skulle derfor være mest aktuell for tett jord, og drenering ville da ventes å gi større toppavrenning.

Det er behov for noen begrep som angår vannbalansen. Den omfatter nedbør, mellomlagring i vegetasjon, inntak (infiltrasjon) i jord, forbruk ved evapotranspirasjon. Det er i store deler av Norden positiv vannbalanse vår og høst og negativ vannbalanse vår og forsommer. Begreper for vann i jord er drenerbart porevolum, feltkapasitet, visnegrense, plantenyttbart vann. Drenerbart vann vil si vanninnholdet mellom full metning og feltkapasitet. Feltkapasitet er vanninnholdet i jorda når det drenerbare volumet er tømt ved avrenning. Visnegrense er vanninnholdet i jord ved permanent visning av vanlige kulturplanter. Plantenyttbart vann er volumet av vann mellom feltkapasitet og visnegrense. Når jorda er drenert, kan plantene ta opp denne vannmengden. På Sørøstlandet i Norge er vannbalansen negativ fra slutten av april til siste del av juli. Det potensielle lagringsvolumet for ny nedbør omfatter drenerbart porevolum + fordampet volum. Det vil være på sitt største i siste del av juli. Deretter fylles jordas vannlager sakte opp mot feltkapasitet, som blir nådd omtrent midt i september. Etter dette er bare drenerbart porevolum tilgjengelig for fylling. Sand- og grusjorder har et stort drenerbart porevolum, men lite volum av plantenyttbart vann. Stive leirer har et lite drenerbart porevolum og et moderat nyttbart vannvolum. Lettleirene har større drenerbart porevolum og større nyttbart volum for planteopptak. Siltjordene har et stort nyttbart vannvolum, men lite drenerbart porevolum.

De tidligere hypotesene gikk stort sett i retning av at drenering av tette leirer ville gi økt avrenningstopp, drenering av sand- og lettleirer (loams) minsket avrenningstopp. Internasjonal litteratur er summert opp i Robinson & Rycroft (1999).

### *Dreneringstype – overflatedrenering og lukket drenering*

I mange områder der det normalt er *overflatedrenering*, vil åpne kanaler føre bort vannet raskt og dermed øke toppavrenning. Overflateavrenning har et forholdsvis enkelt forløp. Den starter når det drenerbare porevolumet er fylt av vann. Overflateavrenning har sammenheng med jordas overflateegenskaper og lagringsegenskaper. Disse kan endres gjennom planering, jordarbeiding, jordpaking ved høste- og transportarbeider, samt av vekstvalg og vekstskifte. Overflatedrenering ved teigpløyning var en viktig dreneringstype i mange hundreår. Jorda ble pløyd regelmessig mot midten av en teig, og så var det fårer mellom teigene. Det berettes fra Mellan-Sverige (Gustafsson, 1955) at det var en god del variasjon i teigenes utforming. Mellom Arboga og Örebro var teigryggene så høge at en hest som gikk i fåra på en 50–60 skritt bred teig ikke kunne sees fra fåra på den andre siden. Teigformen bidro til et godt drenert område over midten av teigryggen.

*Lukket drenering* (rørdrenering) forsinker avrenningen ved å øke inntaket (infiltrasjonen), dermed blir det mindre toppavrenning, fordi vannet "tvinges" gjennom jorda. Lukket drenering var kjent av romerne. Cato (234–149 f.Kr) beskrev behovet for lukket grøfting. I olivenlunder anbefalte han fire fot dybde, tre fot bredde i toppen og 11/2 fot bredde i bunnen. Over et vannførende materiale av steiner ble det lagt på jord. I Sverige ble det rundt 1920 fastsatt en normal dreneringsdybde på 1,2 m. Effektiviteten av systemet kan stige ved å bruke torpedoplog tvers på rørgroftene. (Trafford & Rycroft, 1973; Schuch, 1978). Dette er en form for hulromsdrenering, med mindre varigheten enn rørdrenering.

Tiltak som rørgrofting (subsurface drainage) og kanalisering virker på hydrologiske forhold i vassdragene. I situasjoner når jordbruksproduksjonen blir redusert, forfaller dreneringstiltakene. I stedet for tørrlegging får vi forsumping. Fra miljøsynspunkt kan

forsumping være del av en planlagt restaurering av våtmarker.

Dypere drenering gir større senking av grunnvannsnivå, det vil si større lagringsevne for vann. Mindre dreinsavstand gir kortere transportvei for vannet, altså økt toppavrenning. (Howe et al., 1967). Hvis drenering gir større lagringsevne, vil jordvannslagret ta opp i seg de regnvær i episoden som er mindre eller lik lagringsevnen. Etter metning blir det overflateavrenning, og infiltrasjonen blir langsommere (Pickels, 1925; Oberlin 1981). Under forhold med ekstremt stor nedbør er effekten av underjordiske dreinssystemer på toppavrenning ubetydelig (Oberlin, 1981). Naturen overtar! Lite har vært diskutert om lågvannsavrenning. Oppfatningen var at den avtok fordi jorda ble tørrere etter drenering.

Lite er endret siden det store møtet i London i 1861 (Bailey Denton, 1862) for å oppklare virkningene av drenering. Bailey & Bree (1989) hevdet at spørsmålet om virkninger av drenering har vært en kilde til mye diskusjon, men ikke tilsvarende mye forskning.

## Resultater av målinger i felt

Mangel på instrumenterte stasjoner har gitt begrensede databaser for modellsimulering. Stasjonene må være representative for sitt felt, dvs. det må være klare avgrensinger for nedbørfeltet. Det må utføres målinger av grøfteavrenning og totalavrenning. Klima- og jorddata er nødvendige for tilpasning og rådgivning. I mange tilfelle mangler udrenerte forsøksruter. I noen tilfelle er udrenert målt ved en avskjæringsgrøft inntil feltet.

### *Drenering av stive leirer*

*Overflatedrenering* består normalt av overflateplanering for å lede vannet mot avløpsordninger, som åpne grøfter. Det er enighet om at fjerning av mikrodepresjoner (søkk) og graving av åpne kanaler begge bidrar til større toppavrenning. Strømhastighet i åpne ka-

naler er av størrelsesorden  $3000 \text{ m h}^{-1}$ , og overflateavrenning er av størrelsesorden  $300 \text{ m h}^{-1}$ . Jord med særlig mye av småsøkk er gillgai på svarte leirer (vertisols) i tropiske områder med tørt eller halvtørt klima.

På 1800-tallet var det vanlig med overflatedrenering av gårdens felter ved hjelp av åpen grøft rundt hvert felt, eller ved å pløye teiger med sammenslag i midten. Dette kan sees som en basislinje mot moderne drenering.

Et langvarig forsøk er Sanduskyfeltet på stiv leire i N. Ohio, beskrevet av Schwab et al. (1963). Dette er et dreneringsforsøk: med 0,23 ha ruter, omgitt av 0,15 m høge voller som grenser for overflateavrenning. Dessuten er det 1,2 m dyp plastvegg for å hindre gjennomstrømming under overflaten. Fall etter finplanering: 0,2%. Feltet inneholder ruter med rødrenering med 10 cm teglrør, dybde 0,9 m, avstand 12 m. Jord: Mollic haplaquept, gleyflekker opp til 0,2 m dybde, leir 45–50% i toppen, 60% i underjorda, Hydraulisk ledningsevne  $0,7 \text{ m d}^{-1}$  i matjord og  $<0,003 \text{ m}^{-1}$  i underjorda. Nedbør i vekstsesong mars–september 600 mm. Årsnedbør 800 mm.

Overflateavrenning virket til å redusere røravrenning, og vice versa. Etter vanning med 100 mm ( $5,8 \text{ mm h}^{-1}$ ) på våt jord (36 vol% vann) førte overflateavrenning til en reduksjon i røravrenning på 48%, mens røgrøfting av mark som var overflatedrenert, reduserte overflateavrenning med 30%. Avrenning startet umiddelbart etter start vanning. Totalavrenning var 64–88 mm. Ny måling ved 27% vann ga en totalavrenning på 31–37 mm, altså en betydelig nedgang. Avrenning startet i dette tilfelle 6 timer etter vanning. Tabell 1 viser avrenning etter rødrenering, overflatedrenering og kombinasjon.

Seuna og Kauppi (1980) studerte to nedbørfelter på stiv leire i Finland. Etter en 17 års kalibreringsperiode på to felt med åpne grøfter ble de åpne grøftene erstattet med et lukket system av røgrøfter på et 10 ha felt. Det nærliggende kontrollfeltet med åpne grøfter

Tabell 1. Totalavrenning ved 36 vol % vann og toppavrenning ved 36 og 27 vol % vann

Vanninnhold	36 vol %	36 vol %	27 vol %
Dreneringstype	Totalavrenn. i mm	Toppavrenn. mm d <sup>-1</sup>	Toppavrenn. mm d <sup>-1</sup>
Rør	64	46	46
Overflate	81	125	105
Rør + Overflate	88	142	119

*Konklusjon: Rørdrenering gir minst toppavrenning. Overflatedrenering gir høyere toppavrenning. Kombinasjon av de to formene gir størst toppavrenning. Ved lukket drenering/rørgrofting har vi kombinasjon av umettet strøm og grunnvannsstrøm.*

fortsatte som før. Etter en 7 års måleperiode var konklusjonen: *Toppavrenningen var mindre ved rørgrofter (lukket drenering) enn ved åpne grofter (overflatedrenering).*

McLean & Schwab (1982) arbeidet videre med Sanduskyfeltet i Ohio. De mente det er en form for overflateavrenning i all jord. De sammenlignet avrenningskurver fra overflateavrenning med midlet av rørgrofting og rør- + overflate-drenert. Ved stor nedbørintensitet var det størst reduksjon i toppavrenning for rørgrofting. Toledo leire er kjent for å sprekke opp til større dybde. Ved å konsentrere hydrogrammene om stormer med større toppavrenning enn 150 mm d<sup>-1</sup>, (tilsvarende flom), fant de at rørgrofting ville halvere antall toppavrenninger over denne grensa og generelt redusere toppavrenningen med 34%.

Rennes et al. (1976) i New Zealand fant at på udrenert mark var overflateavrenningen først og fremst avhengig av jordas vanninnhold, mens på rørdrenert land avhang avrenningen langt mer av av episodevariable som intensitet og varighet av regnet.

I England har Robinson & Beven (1983) beskrevet resultater fra et dreneringsforsøk i Grendon Underwood nord for Oxford. Årsnedbøren er ca 650 mm. Jorda var stiv leire (55% leir, 35% silt). Jorda var vassjuk, forsumpet om vinteren og hadde gleyflekker opp til 0,2 m under overflaten. Mettet vannledningsevne for toppjorda var rundt 0,1 m d<sup>-1</sup> og for underjorda 0,002 m d<sup>-1</sup> eller mindre. Forsøket besto av to 0,25 ha ruter, en udrenert, en drenert med torpedoplog (mole drained) til 0,45

m dybde og 2 m avstand. Den totale avrenningen var samlet i nedre ende av hver rute. Vannmålinger viste at metning til overflaten var vanlig i den udrenerte, men ikke i den drenerte jorda. *Avrenningskurver fra vinterperioden viste mye lågere toppe på den drenerte enn den udrenerte jorda.*

Andre dreneringsforsøk i England har bekräftet de resultater som er oppnådd i Sandusky, USA og i Grendon, England. *Hovedkonklusjon for stive leirer: Drenering senker avrenningstoppene.* Det er imidlertid grunn til å se på variabiliteten. Trafford & Rycroft (1973) nevner at i leirer går mesteparten av vannstrømmen i makroporer/sprekker. Robinson & Beven (1983) viste at etter tørkesomre i Grendon var toppavrenning større for rørdrenert enn ikke drenert jord. Robinson et al. (1987) fant for en stiv leire ved Ballinamore i Irland at om vinteren var toppavrenningen størst på udrenert mark. Etter oppsprekking om sommeren til dybde som hulrommene etter torpedogrofting, var toppavrenningen størst etter drenering.

#### *Drenering av lettleirer og andre permeable jordarter*

På lettere jorder er det færre dreneringsmålinger. En studie ble utført i Witherwick øst for York i England (Robinson et al., 1985) på lettleire (20% leir, 33% silt) i de øvre 0,5 m over en lite permeabel leire. Feltet var 18 ha. Her var mettet hydraulisk ledningsevne 2 m d<sup>-1</sup> i toppjorda og 0,02 m d<sup>-1</sup> i underjorda. Metning av jorda opp til overflaten var sjelden på

udrenert jord, bortsett fra tilfelle med jordpakking. Det var ikke gleyflekker i den øverste halvmeteren. Nedbør var 650 mm per år. Det ble dyrket korn. Dreneringen besto i rørgrøfter på 0,8 m dybde og avstand 10 m. Det ble utført djupløsning til 0,5 m dybde med avstand 1,5 m. *Her var avrenningstoppene større for drenert enn for udrenert.* Forskjellen avtok over tid, bl.a. fordi djuparbeidingseffekten avtok.

Ytterligere bevismateriale for effekter av drenering på permeabel jord finnes f.eks. i Tyskland (Schuch, 1978) og England (Armstrong, 1983). Robinson (1990) stilte sammen en rekke variable og fant at den eneste signifikante stedsvariable for forskjell mellom tett og permeabel jord var jordvannsregimet før drenering. *Drenering reduserte toppavrenning ved våtere jord, høyere leirinnhold i toppjorda, og mindre dybde til sjikt med begrensende ledningsevne i underjorda. Disse stedene hadde dårlig naturlig drenering og lange perioder med metning til overflata om vinteren.* Under tempererte nord-europeiske forhold har Robinson & Rycroft (1999) summert resultatene av dreneringsforsøk så langt. *Sett i forhold til kornfordeling har lettleirer og siltige lettleirer med mindre enn ca 20% leir, økt toppavrenning etter drenering. Siltige mellomleirer og mellomleirer med sandinnhold mindre enn ca. 20–25%, samt stiv leire, har minsket toppavrenning etter drenering.*

Ved å bruke en metode for enhets hydrogrammer (Robinson, 1990) kunne det påvises (Robinson & Rycroft, 1999) at drenering tenderer i retning av å redusere ulikheter i naturlige avrenningsforhold mellom steder. Diskusjonen har så langt dreid seg om høgavrenning. Noe av det mest interessante er at i motsetning til høgavrenning, hvor variasjon mellom steder har vært stor, har *lågavrenning vist et konsistent mønster i retning av økt lågvannsavrenning for alle steder med drenering.* Dette er det motsatte av hva som ofte blir hevdet.

### Store nedbørfelter

Det mangler kvantitative opplysninger om virkninger av drenering på avrenning fra stør-

re nedbørfelter. Noen undersøkelser i USA over drenering og tidsutvikling i områder med store dreneringsarbeider viser at de ofte er spredt over lang tid. Dessuten kan det være vanskelig å skille dreneringseffekt fra klima-effekt. En undersøkelse i Iowa (Woodward & Nagler, 1929) over to tidsperioder uten og med drenering viste ikke noen klare virkninger på avrenning i hovedvassdraget av drenering. Lignende undersøkelser i Ontario i Canada (McCubbin, 1938 og Serrano et al., 1985) kunne heller ikke gi noen klare svar på virkningen av drenering i større vassdrag. Et av problemene er at det ofte er små arealer som er drenert i forhold til det totale arealet av hele nedbørfeltet. Selv i et så oppdyrket land som UK fant Robinson (1990) for 500 nedbørfelter at *generelt var under 10% av arealet drenert, og bare i få tilfelle var så mye som 25% drenert.* Det er lettere å få klare svar på undersøkelser i mindre nedbørfelter. Det er utført to langvarige undersøkelser i England av to nedbørfelter på ca 20 km<sup>2</sup>. Robinson (1990) summerer opp resultatene for disse to feltene som inneholder de to feltforsøkene Grendon og Witherwick (se s. 5–6). I perioden 1963–1978 hadde det vært en økning i toppavrenning for de mest intense avrenningsepisodene i de to store nedbørfeltene, men ingen endring i tid til avrenningstopp eller i episode avrenning/episode nedbørmengde). De to feltforsøkene hadde vist motsatte resultater. Konklusjonen ble at *forbedringer av hovedkanaler og åpne grøfter hadde gitt større toppavrenning i endestasjonene for de to store nedbørfeltene.*

Flere forfattere har funnet at forskjellen i toppavrenning mellom dreneringsbehandlinger i forsøksfelter kan bli redusert med mer enn 70% ved munningen av 10 km<sup>2</sup> store nedbørfelter (Moore & Larson, 1980; McLean & Schwab, 1982; Konyha et al., 1988). Det opptrer større reduksjon av de målte avrenningsforskjellene i feltforsøk som ligger inne i større nedbørfelter. Her betyr effektene av forbedringer av kanaler, forbygninger, m.m. for ras-

kere transport av vannet ganske mye i reisetider, spesielt langs elver med oversvømmelse av elvesletter.

## Matematiske modeller

### *Dreneringsfelter – overflatedrenering*

Behovet for overflatedrenering kan karakteriseres med omfanget av depresjonslagring. Arealer med stor depresjonslagring blir sett på som å ha dårlig overflatedrenering.

Skaggs (1974) modellerte responsen av grunnvannsnivået på nedbør i grøftet jord for tre verdier av depresjonslagring, 0–2,5 mm – 12,5 mm. Området med overflatelagring ble i modellen simulert med to situasjoner. Den ene var stor depresjonslagring (ujamn) overflate. Den andre var ideell overflateavrenning, det vil si at feltet var planert for rask overflateavrenning. Modellen ble testet på et område som var drenert med teglrør ved 15 m avstand. Som variabel ble brukt høyde av grunnvannsnivå. Høgere startnivå av grunnvann i jordprofilen reduserte lagringsevnen for infiltrert vann. Simuleringen viste at grunnvannsnivået steg, og jordvannslagringen økte, på grunn av infiltrasjon, inntil infiltrasjonsevnen ble overskredet av regnintensiteten. Deretter begynte en utvikling av smådammer på jorda med den dårlige overflatedreneringen, mens det utviklet seg overflateavrenning på jord med ideell overflatedrenering. Etter denne perioden sto vannet i smådammer i mange dager på jorda med stor depresjonslagring. Modellen bekreftet at overflateavrenning og rørsystemer for avrenning utfyller hverandre, samt at den banen vannet tar til et utløp, enten går langs overflaten eller gjennom jorda.

### *Dreneringsfelter – lukket drenering/rørdrenering*

Overflate- og grøfteavløp har blitt modellert av Skaggs (1980) ved å bruke DRAINMOD, som er en modell for kontroll av jordvann,

f.eks ved drenering. Denne modellen er beskrevet i detalj i Skaggs (1999). Modellen har vært brukt til å simulere innvirkningen av drenering på avrenningstopper (Broadhead & Skaggs, 1982; samt Konyha et al., 1988) Begge studiene tok utgangspunkt i egenskaper for våt jord (høgt grunnvannsnivå.). Simuleringene viste at drenering ville omgjøre en stor del av overflateavrenning til dreneringsavrenning i jorda. Dette ville da redusere avrenningstoppen. Simuleringene var ikke tilpasset noen spesiell jordart, så resultatene viser at *jordvannsregimet er mer viktig enn jordtypen per se* når det gjelder endringer som skyldes virkning av drenering på toppavrenning. Men klima- og jordparametre må tas i betraktning.

Modellen er også brukt på situasjoner hvor det er felldata tilgjengelige for jord, klima og avrenning. Eksempler er den stive leira i Grendon og den mer permeable lettleira i Withernwick (se s. 5–6). Her ble resultatene bare sammenlignet med målinger av grunnvannsnivå. Etter kalibrering av modellen for hvert sted, ble de simulerte toppavrenninger for drenert og udrenert mark ved ulike nedbørsituasjoner sammenlignet. Resultatene viste *mindre avrenningstopper etter drenering for den stive leira i Grendon, og større avrenningstopper etter drenering for lettleira i Withernwick*. Dette svarer til feltmålingene. Siden begge steder har lignende klima (ca 650 mm årsnedbør), vil den ulike oppførselen kunne tilskrives jordegenskapene. *For den stive leira ble flomtoppen redusert fra 0,7 mm h<sup>-1</sup> til 0,2 mm h<sup>-1</sup> på grunn av drenering*. På den udrenerte jorda var grunnvannsnivået innenfor 0,15 m fra jordoverflaten i mer enn 100 dager per år, men bare i 4 dager for den drenerte jorda.

For lettleire viste simuleringene en økning på 40% i median avrenningstopp (fra 0,15–0,21 mm h<sup>-1</sup>) for rørdrenering. De simulerte grunnvannsnivåene var dypere enn i den stive leira – innenfor 0,15 m fra jordoverflaten bare i 7 dager i året for udrenert. Undersøkelse av modellstrømmene (fluxene) og vannlagrene viste at *økningen i toppavrenning for*



*grøftet jord skyldtes brattere gradienter ved liten grøfteavstand.*

Modellen ble også brukt til å undersøke virkningen av drenering på lågavrenning. Resultater av simulering med ca 0,5 m "dreneringsdybde" for udrenert (tilsvarende mange bekkeavløp) og 1 m for drenering, ga som resultat en økning i basisavrenning for drenert. Dette stemte også med feltobservasjoner. Minkende dremsavstand førte til redusert lågvannsavrenning, økende grøftedybde førte til økt lågvannsavrenning. Det er tydeligvis den nedre delen av jordvannslagret som er buffer. Modellen kan videre brukes til å undersøke virkninger av klimafaktoren. Hvordan reagerer f.eks. ei lettleire (permeabel) på fordobling av nedbøren fra 600 mm til 1200 mm per år? Simuleringen viste at på den permeable lettleira ble det mindre toppavrenning for drenert enn for udrenert. Ved fordobling av nedbøren ble det omtrent samme virkning som av en simulering for stiv leire.

#### *Store nedbørfelter*

Det er vist ved feltforsøk at virkninger av drenering på avrenning er kontrollert av det naturlige (før-drenering) jordvannsregimet og særlig jordas permeabilitet og nedbør. Under nordiske forhold er frost og opptining, samt forhold under snøsmelting av betydning. En rekke forhold bidrar til en viss forskjell mellom et felt på noen få hektar og store nedbørfelter med en flate på hundrevis og tusenvis av km<sup>2</sup>. Disse forholdene er:

- \* *Fortynnings/Svekkelseeffekten.* Det er usannsynlig at et større nedbørfelt består av bare jordbruksmark og det er også usannsynlig at all jordbruksmark er drenert. Dreneringens virkning vil derfor bli mindre i stor skala enn fra et fulldyrket og fulldrenert jordbruksfelt.
- \* *Fordelingseffekten.* Plasseringen av dremsfeltene innen et større nedbørfelt kan virke på den hydrologiske responsen, på grunn av ulike forsinkelser og reisetider oppstrøms målepunktet. Ankomsten av topp-

avrenning fra de ulike dreneringsfeltene vil ha ulike forsinkelser. Virkninger på et vassdrag kan bli motsatt virkningen i dreneringsfeltet. Er det leirjordsområder med betydelig overflateavrenning i nedre del av et vassdrag, kan den nedre delen ha gjort ferdig toppavrenningen før ankomst av store vannmengder fra oppstrøms delnedbørfelter. Endelig kan nedbørfordelingen innen nedbørfelt for store vassdrag ha stor betydning både for generell flomfare og for hvor det blir størst fare.

- \* *Tilstandseffekten.* Vedlikehold av dreneringsystem er i dag forsømt i mange jordbruksområder. Dermed blir effekten av dremsystemer mindre med tid. Dette slår ut mest på tette jorder. Motsatt vil en forbedring av drenering på stive leirer gi en forbedret struktur over tid, fordi de jordsmonndannende prosessene får en større virkningsdybde (Bouma, 1986).
- \* *Oppholdstidseffekten.* Reisetiden for vannet i kanaler og sideelver blir forkortet gjennom fordypning, utretting og utvidelse. Slike arbeider reduserer oppholdstiden og lagringstiden i de større transportveiene og gir normalt økte avrenningstopper. Bygging av flomvoller på elvebredden reduserer lagring på elveslettene og gir tidligere ankomst av flomtoppen i hovedvassdraget.

Det er få rent fysisk baserte modeller som prøver å inkludere virkning av drenering innen nedbørfelter på grunn av manglende opplysninger om drenering og usikkerhet om hvordan den virker på forskjellige jordtyper, samt vansker med å modellere makroporestrømmer. Publiserte modellarbeider om drenering har vært opptatt av å skille ut dreneringseffekter for andre endringer, f.eks. klima, i lange tidsserier.

For å teste hypoteser for større nedbørfelter trengs måleserier over lang tid av avrenning og klimavariabel, samt terreng-, vegetasjons- og jordtypedata på GIS-basis. I det norske HYDRA-programmet ble det forsøkt å

bruke avløpsmodell basert på arealbruk (se f.eks. Rinde, 2000) koblet med objektbaserte vassdragsmodeller (se f.eks. Alfredsen & Killingtveit, 2000) for et stort vassdrag på 42000 km<sup>2</sup>. Det kunne imidlertid ikke påvises signifikante endringer i flomrisiko for arealbruksendringer, trass i at disse var ganske store i skogbruket i tidsrommet 1900–1990. (Eikenæs et al., 2000; Rinde et al., 2000). Tiltak i selve vassdraget kan simuleres med MIKE-modeller fra Danmarks hydrologiske Institutt (DHI, 1995), slik at en kan få fram tidsforløpet for avrenning i et vassdrag og dermed gi prognoser for flomutviklingen.

Konyha et al. (1992) prøvde å bruke DRAINMOD til hydrologisk modellering i forskjellige skalaer for en samling av nedbørfelter. Modelleringen av respons på drenering i ulike skalaer tok utgangspunkt i transporten av flombølgen nedover vassdraget (routing). Ved forsøksfeltskala hadde jordforskjeller stor innflytelse på hydrologiske forhold, særlig for konvensjonell drenering. I den minst permeable jorda ble overflateavrenningen redusert fra 291 mm til 99 mm.

Etter som strømmen passerte nedover hovedkanalene avtok toppavrenningen i en episode med 65 mm nedbør i løpet av 12 timer fra 101 mm d<sup>-1</sup> ved utløpet av feltforsøket, til 68 mm d<sup>-1</sup> ved utløpet av 130 ha nedbørfelt, til 30 mm d<sup>-1</sup> ved utløpet av et nedbørfelt på 1 036 ha, til 20 mm d<sup>-1</sup> ved utløpet av hovednedbørfeltet på 6 216 ha. Med rørgrofting avtok toppavrenningen fra 28 mm d<sup>-1</sup> i feltforsøket til 13 mm d<sup>-1</sup> i det store 6 216 ha nedbørfeltet. Dette viste både den svekking som skjer ved passering nedover et vassdrag eller i store kanalsystemer, samt at drenering med rør gir mindre toppavrenning.

”When men of sense and experience differ respecting matter of facts, which have come under their own observation, it will generally be found that, like the travellers disputing the color of a chameleon, neither would be wrong. if he would only allow his opponent to be right,” (Thompson, 1841)

## Sammendrag

Sammenheng mellom jordbruksdrenering og flomutvikling er ikke så enkel at en kan bruke uttrykk av typen ”er årsak til” eller ”reduserer” flomrisiko. Virkningen av drenering er mest markant i dreneringsfelt med areal på noen få titalls ha. Deretter avtar den med økende areal til jordbruksbakkens nedbørfelt, og videre med stigende areal av nedbørfeltene for sidevassdrag opp til hele vassdragets nedbørfelt.

I et dreneringsfelt er toppavrenningen avhengig av jordtype, dreneringstype og episodevariable som nedbørintensitet. På lettleire og annen permeabel jord øker toppavrenning etter drenering. Under nord-europeiske forhold har lettleirer og siltige lettleirer, samt andre permeable jordarter, økt toppavrenning etter drenering. I stive leirer, samt siltige mellomleirer og mellomleirer med sandinnhold mindre enn ca. 20–25% fører drenering til redusert toppavrenning. Rødrenering reduserer avrenningstoppen mer enn overflate-drenering, på grunn av at vannet på veien til rørsystemet strømmer gjennom jorda under samtidig oppfylling av jordvannslagret. Generelt er jordvannsregimet (dreneringstilstanden) viktig: Drenering reduserer toppavrenning i våtere jord – ved høgere leirinnhold i matjordlaget – og ved mindre dybde til sjikt med begrensende vannledningsevne. Når nedbøren i en episode blir større enn infiltrasjonsevnen overtar overflateavrenning. Hvis grunnvannsnivået er nær overflaten (på grunn av nedbør/vannbalanse, eller liten vannledningsevne/permeabilitet) vil avrenning opptre enten som overflateavrenning eller strømning gjennom de øvre, permeable jordlag. Lågvannsavrenning har vist et stabilt mønster i retning av økt basisavrenning etter drenering.

I jordbruksbakkens nedbørfelt og i det tilhørende større nedbørfeltet der bekken munner ut, blir virkningen av dreneringsfeltet redusert. Kanaler og hovedkanaler får da større betydning gjennom deres høgere transport-

evne. Dreneringsprogrammer med betydelig oveflateavrenning og kanalforbedring vil da gi større avrenningstopp. Virkningene av det enkelte dreneringsfelt avtar nedover i nedbørfeltet, og kan ved utløpet av større nedbørfelter bli svært små. Samtidig øker betydningen for en flomsituasjon med samtidigheten av store nedbørmengder over hele vassdragets areal. Reguleringsmagasiner reduserer og forsinker elveavrenningen inntil de er fylt opp. Flombølgens vandringshastighet blir også påvirket av tidsfordelingen av toppavrenningen for sideelvenes nedbørfelter. Dermed blir høydefordelingen viktig, f.eks. ved snøsmelting.

## Litteratur

- Alfredsen, K. & Killingtveit, Å. 2000. Vassdragsmodell HYDRA Tilpasning til Glom-mavassdraget. NVE, HYDRA notat 03/00, 26 s.
- Armstrong, A.C. 1983. The hydrology and water quality of a drained clay catchment Cockle Park, Northumberland. Rep. RD/FE /10. MAFF, London.
- Bailey, A.D. and Bree, T. 1980. Effect of improved land drainage on river flows. In Flood studies report-5 years on: 131-142. Thomas Telford, London.
- Bailey Denton, J. 1862 On the discharge from underdrainage and its effects on the arterial channels and oufalls of the country. Proc Inst. Civ. eng. 21:48-130.
- Bouma, J. 1986. Characterization of flow processes during drainage in some Dutch heavy clay soils. In A.L.M. Van Wijt and Wesseling, J. (eds.). Proc. Agric. Manage., Arnhem, The Netherlands. Balkema; Rotterdam, The Netherlands:3-11.
- Broadhead, R.G. and Skaggs, R.W. 1982. Drainage strategies and peak flood flows. ASAE Pap.:82-2054.
- DHI 1995. MIKE 11. Technical Reference. Dansk Hydraulisk Institutt, Hørsholm, DK.
- Eikenæs, O., Njøs, A., Østdahl, T. & Taugbøl, T. 2000. Flommen kommer. Sluttrapport fra HYDRA – et forskningsprogram om flom. 108 pp., NVE, Oslo.
- Gustafsson, Y. 1955. Några historiska notiser om dikning. Grundförbättring 8 (2-3): 73-101.
- Howe, G.M., Slaymaker, H.O., and Harding, D.M. 1967. Some aspects of the flood hydrology of the upper catchments of the Severn and Wye. Trans. Inst.Br. Geogr. 41:33-58.
- Håkansson, August. 1973. Dränering, utdikning, sjösänkning och ängsvattning. Kap.5. I Eskeröd, A 1973 Jordbruk under 5000 år: Redskapen och maskinerna. Borås.
- Konyha, K.D., Skaggs R.W., and Gilliam, J.W. 1988. Hydrologic impacts of agricultural water management. IN:hook, D.D. (ed.) The ecology and management of wetlands. Croom Helm Publ., London: 48-159.
- Konyha, K.D., Skaggs, R.W., and Gilliam, J.W. 1992. Effects of drainage and water management practices on hydrology. J. Irrig. Drain. Eng.:807-819.
- McCubbin, G.A. 1938. Agricultural drainage in southwestern Ontario. Eng. J. 21:66-70
- McLean, J.J.J. and Schwab, G.O. 1982. Flood peak flows and subsurface drainage. ASAE Pap. 82-2053 ASAE St Joseph, MI.
- Moore, I.D. and Larson, C.L. 1980. Hydrologic impacts of draining small depressional watersheds. J.Irrig. Drain. 106:345-363.
- Oberlin, G. 1981. Influence du drainage et de l'assainissement rural sur l'hydrologie. CEMAGREF Bull. 285:45-56.
- Pickels, G.W. 1925. Drainage and flood control engineering. McGraw-Hill Book Co., New York.
- Rennes, A., Tillman, R.W., Syers, J.K, and Bowler,, D.G. 1976. Effect of mole drainage on surface runoff from a soil under pasture. N.Z. J. Agric.. Res. 20: 45-49.
- Rinde T. 2000. Landpine – en hydrologisk modell for simulering av arealbruksendringers innvirkning på avrenningsforhold.



- HYDRA-rapport N04. Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Rinde, T., Njøs, A. & Grønlund, A. 2000. Virkning av arealbruksendringer på avrenningsforhold. HYDRA-rapport N05, Norges vassdrags- og energidirektorat, 36 s.
- Robinson, M. 1990. Impact of improved land drainage on river flows. Rep.113, Inst. Hydrol., Wallingford, England
- Robinson, M. & Beven, K.J. 1983. The effect of mole drainage on the hydrological response of a swelling clay soil. *J. Hydrol.* 63:205–223.
- Robinson, M., Mulqueen, J., and Burke, W. 1987. On flows from a clay soil – seasonal changes and the effect of mole drainage. *J. Hydrol.* 91:339–350.
- Robinson, M., Ryder, E. L., and Ward, R.C. 1985. Influence on streamflow of field drainage in a small agricultural catchment. *J. Agric. Water Manage.* 10:145–148.
- Robinson, M. and Rycroft, D.W. 1999. The impact of drainage on streamflow. In *Agricultural Drainage*. Amer. Soc. of Agron. Agronomy Monograph 38:767–799.
- Schwab, G.O., Thiel, T.J., Taylor, G.S., and Fouss, J.L. 1963. Tile and surface drainage of clay soils. 1. Hydrologic performance with grass cover. USDA-ARS Bull.935. Ohio Agric. Res. Development Center, Wooster, Ohio.
- Schuch, M. 1978. Regulation of water regime of heavy soils by drainage, subsoiling equipment and liming and water movement in this soil. In Wesseling, J. (ed.) Proc. Int. Drain. Workshop, May 1978. IILRI, Wageningen: 253–267.
- Serrano, S.E., Whiteley, H.R., & Irwin, R.W. 1985. Effects of agricultural drainage on streamflow in the Middle Thames River, Ontario, 1949–1980. *Can. J. Civil Eng.* 12: 875–885.
- Seuna, P., & Kauppi, L. 1981. Influence of sub-drainage on water quantity and quality in a cultivated area in Finland. *Water Res. Inst. Publ. no. 43*. Natl. Board Waters, Helsinki, Finland
- Skaggs, R.W. 1974. The effect of surface drainage on water table response to rainfall. *ASAE* 17:406–411.
- Skaggs, R.W. 1980. A water management model for artificially drained soils. *North Carolina Agric. Res. Serv. Tech. Bull.* 267.
- Skaggs R.W. 1999. Drainage simulation models. In: Skaggs, R.W. and Schilfgaarde, J. van (eds.) *Agricultural drainage*. Agron. Monograph 38. ASA, CCSA, and SSSA, Madison, Wisc.: 469–500
- SMHI. 1995. Svenskt Vattenarkiv. Sänkta och torrlagda sjöar
- Thompson, H.S. 1841. On subsoil ploughing. *J.R. Agric. Soc. England* 2: 26–37.
- Trafford, B.D., & Rycroft, D.W. 1973. Observations on the soil water regimes in drained clay soil. *J. Soil Sci.* 24 : 380–391.
- Woodward, S.M., & Nagler, F.A. 1929. Effects of the drainage on flood runoff of the Iowa and Des Moines rivers. 1929. *Trans. ASCE* 93: 821–839.



# Vikten av översvämningar och vattnets betydelse i landskapet



PER ANGELSTAM

JOHAN TÖRNBLOM

Örebro universitet

Landskapsekologi handlar om betydelsen av rumsliga mönster i landskapets struktur och alla de ekologiska processer som påverkar arter och livsmiljöer i olika skalor i tid och rum. Av tradition har landskapsekologer fokuserat på terrestra ekosystem, där vatten och vattendrag av olika storlek antingen enbart har betraktats som ett element i det mosaikartade landskapet eller som enheter som kopplas till det terrestra landskapet genom flöden över gränser eller ekotoner. Mer sällan har man betraktat den mångfald som finns i själva vattendraget som det undervattenslandskap det egentligen är. Det är hög tid att på allvar koppla i ihop land och vatten i ett landskapsperspektiv.

Vi lever i ett samhälle som bygger på hypotesen att vi kan använda naturen och styra den för att bygga välbefinnande. Detta låter sig göras inom vissa ramar men ändå inte helt och fullt ut. Värderingar om hur vi ser på naturen ändras över tiden, där 1990-talet inneburit relativt stora förändringar inom framförallt skogsbruket. Idag har vi ett skogsbruk

som internationellt syftar till att producera virke, fånga koldioxid, bevara biologisk mångfald, bidra till olika typer av skyddsfunktioner som t.ex. att rena vatten intill erosionskänsliga vattendrag i jordbruksmark bl.a. och bidra till spridningsvägar, och inte minst fylla ett antal sociala funktioner.

Det som vi kallar "ett uthålligt skogsbruk" innefattar mycket mer än det som kallas skogsproduktion. Hos ekologer finns en ambition att bidra med kunskaper om hur man rent konkret bevarar biologisk mångfald inom ramen för en pågående markanvändning. Det finns två olika tillvägagångssätt när man arbetar med biologisk mångfald. Ett är att arbeta med arternas livsmiljöer. Detta innebär att man skapar ett slags grovt "filter", som fångar upp arter genom att man helt enkelt bevarar vissa livsmiljöer. Eftersom arter anpassar sig till ett antal olika livsmiljöer över tiden, associerade till olika typer av störningar, är det viktigt att förstå den evolutionära bakgrunden. Där är ett tidsperspektiv som 100 år, vilket ofta nämns ur ett skötselerspektiv

inom skogsbruket, ett nästan obegripligt kort tidsfragment. Det andra angreppssättet är att titta på enskilda arter, vilket inte är helt enkelt då det enligt senare uppskattningar finns cirka 58 000 arter i Sverige. Den gemensamma nämnaren för praktiskt naturvårdsarbete blir sålunda att studera livsmiljöer eller biotoper. Det är ett sätt att förenkla tillvaron, då alla arter har ett visst behov av en viss livsmiljö i någon form.

Nu räcker det inte bara med att enligt EU-direktiv, olika konventioner om biologisk mångfald eller naturreservat konservera olika typer av livsmiljöer. God bevarandestatus skall eftersträvas, vilket innebär att dessa livsmiljöer inte bara skall finnas upptagen på en lista eller ett papper, utan verkligen finnas och fungera i en verklighet. Baserat på vår forskning, som finansierats av Mistra, WWF och ett EU-projekt om Natura 2000, försöker vi kommunicera detta budskap genom att hävda att man måste bevara och bygga gröna och blå infrastrukturer i landskapet. Det räcker inte att tänka på enstaka, isolerade punktobjekt. Det måste finnas en "skärgård" av livsmiljöer som är tillräcklig tät för att arter skall kunna existera under lång tid. Ur detta perspektiv gror uppfattningar som tolkar störningar av typen översvämningar, brand eller vind som naturliga och därmed önskvärda processer. Dessa naturliga processer eller störningsregimer kan listas upp och bli ganska omfattande om man hävdar att alla arter behöver någon sorts livsmiljö som i många fall bevaras, återskapas eller förnyas av någon typ av störning. Det kan vara abiotiska faktorer som brand, vind, snöbrott, frost och vatten, eller det kan vara biotiska faktorer som orsakas av andra arter som t.ex. svampar, insekter, bävvar som bygger dämmen, vildsvin som bökar upp jorden eller betning av större växtätare bl.a. Detta uppfattas av många som en störning på det ekologiska systemet, men ur många arters synvinkel är det framförallt på grund av dessa störningar som de fortfarande finns kvar.

Ekologi handlar ofta om komplicerade samband och dessa samband är svåra att beskriva på ett pedagogiskt och lättbegripligt sätt. Det är ofta betydligt enklare att prata om en art eller ett träd eller något liknande än själva sambandet som är mycket svårare att beskriva för det är så diffust. Vi har fälthandböcker för arter och det finns till och med fälthandböcker för olika livsmiljöer men det finns inga handböcker som beskriver alla dessa olika typer av processer och hur de påverkar vår natur.

Ett sätt att närma sig detta är att titta på den del som vi alla är beroende av, det vill säga ståndorten. För att förstå detta är det vara viktigt att ge en grundligare bakgrundsbeskrivning. Vår syn på hur vi ser på marken idag ifråga om näringstillgång och fuktighet kommer från Tore Arnborg som på ett pedagogiskt sätt förklarade hur skogsmark fungerar och varför vissa växtarter men inte andra kan finnas just där. Detta synsätt kan appliceras på en rad olika processer i landskapet, som t.ex. brand. En sådan modell för eldens förekomst i olika skogstyper lanserades för ett antal år sedan och kom att kallas ASIO – modellen. Där tittade man på hur branden fungerar i olika typer av ståndorter med utgångspunkt från brandfrekvenserna Aldrig, Sällan, Ibland och Ofta. På torrare, näringsfattiga och mer höglänta marker är risken för brand ganska stor och sannolikt förekom bränder oftare där än i den näringsrika och fuktiga bäckravinen med utströmningsområden och ytligt grundvatten, där det är mycket liten risk för brand. Detta kan även studeras och undersökas i fält genom att gå ut och mäta olika spår som till exempel "brandljud". Träd som tall kan ha skadats vid upprepade tillfällen och läkt ut skadan efter varje brandtillfälle och på så vis kan man datera brandfrekvensen. Man kan även titta efter kolband i torvmark och relatera detta till respektive ståndort. Då får man ett mönster som illustrerar ungefär hur ofta olika typer av ståndorter kan brinna. Syftet med denna bakgrundsbe-

skrivning var inte att specifikt fokusera på branden som sådan, utan att lyfta upp det logiska resonemanget bakom förståelsen för att skogen fungerar olika beroende av ståndort.

Nära vattendrag finns på samma sätt en tydlig koppling mellan skoglig dynamik å ena sidan och vattnets olika flöden å den andra. Man kan alltså även prata om vattnets ASIO – hur vanliga är översvämningar, isskjuvning och erosion? Längre bort från vattendraget har vi miljöer som är mer eller mindre opåverkade av vatten. Detta är analogt med vårt tidigare resonemang om brand, det vill säga att vi lika gärna skulle kunna använda vattnet på samma sätt som vi använder branden till att förklara olika typer av dynamik och ståndort.

Ett sätt att mer metodiskt försöka komma åt att beskriva funktioner av olika strukturer är att titta på landskapets fingeravtryck av hur åldersfördelningen i skogen ser ut samt förhållandet bland arter. Där man översätter arternas krav till sådana egenskaper som faktiskt går att mäta och utifrån detta underlag beskriver hur det ser ut och även får verktygen att kunna planera för hur det skall se ut i framtiden. Denna metod bygger helt enkelt på att om man har kunskaper om en art t.ex. stjärtmes som är typisk för ett segment av vårt landskap. Stjärtmesar gillar lövskog som skall vara ung eller äldre. Det skall finnas minst 20% löv i en sådan skog och trädsamlingar med de här egenskaperna skall vara minst 5 ha stora och skall dessutom vara tätt placerade i landskapet så de täcker cirka 15% av landskapet. Tyvärr saknas ofta heltäckande information om biotoperna, vilket medför att man måste arbeta med fjärranalys. I ett Mistrafinansierat forskningsprojekt har man använt satellitbilder tillsammans med kunskaper om olika arter och Geografiska Informations System (GIS) för att producera dessa sannolikhetskartor över arters livsmiljöer ur ett landskapsekologiskt perspektiv.

Analogt med stjärtmesen i terrestra lövskogsmiljöer kan man säga att öringen i vat-

tenlandskapet är beroende av olika typer av habitat eller livsmiljöer. Öringen behöver strömmande vatten och ett genomsläppligt bottensubstrat för sin lek på hösten. Detta bottensubstrat skall helst vara fritt från organiskt material och relativt syrerikt för att den ögonpunktade rommen skall kunna utvecklas till ett simfärdigt yngel. Detta underhålls på vissa platser med kontinuerligt stabila förhållanden i bottensubstratet där naturligt näringsfattiga förhållanden råder. På andra platser styrs dessa livsmiljöer i hög grad av temporära flöden som under vissa perioder spolar bort organiskt material, framförallt under vår och höst. Detta yngel behöver senare i livet skydd i form av en varierad bottenstruktur med gott om död ved i vattnet som kommer från en skyddande och skuggande kantzon, som även tillgodoser ett visst lövnedfall som nyttjas av olika typer av fragmenterare som senare kan utgöra öringens stapelföda. Den trädbärande kantzonen erbjuder även andra typer av skydd i olika former i och under kantzonens rotsystem. För att kunna växa till behöver öringen tillgång till en större hölja, sel, älv eller sjö där det finns ett bättre födounderlag än i den lilla bäcken där den en gång kläcktes. Grovt förenklat behöver öringen under sin livstid tillgång till dessa tre olika typer av livsmiljöer. Idag är många vattendrag reglerade, fragmenterade, dikade, rensade och rätade. Till detta kommer en kemiska belastning från försurning och eutrofiering. Ur detta perspektiv är det mycket viktigt att försöka ta reda på hur det en gång såg ut ur ett avrinningsområdesperspektiv och jämföra den historiska mark- och vattenanvändningen med dagens situation, för att få en förståelse för den problematik vi idag står inför och hur vi måste börja arbeta för att återskapa de strukturer och livsmiljöer som i hög grad försvunnit från våra landskap. För att få den helhetssyn som krävs inom ett avrinningsområde, där akvatiska, terrestra och kulturhistoriska värden måste beaktas, är det absolut nödvändigt med ett mer tvärvetenskapligt angreppssätt.

Europas länder har lämnat in en rad olika listor till EU-kommissionen om skogsområden och olika naturtyper som tillsammans skall bilda ett nätverk av olika livsmiljöer. Detta nätverk kallar man Natura 2000. Ambitionen med detta nätverk är att arter skall överleva i dessa livsmiljöer, men det vet man inte säkert på grund av att man inte kan utvärdera om listorna är bra eller dåliga. Ett känt exempel på hur man har använt satellitbaserad information för att förutsäga om det finns höga naturvärden i Sverige är den starkt hotade vitryggiga hackspetten. Vitryggen är välkänd och utgör en bra indikator över vissa naturtyper. Vitryggig hackspett kräver gammal lövskog som håller på att ramla omkull. Det skall alltså finnas gammal och död ved (cirka 20 kubikmeter per hektar inom en kvadratkilometer för ett par) vilket är omöjligt att kartera via satellitbilder. Då insåg man snart att man måste studera var i landskapet det fortfarande finns vitryggig hackspett. Man såg dessutom att det egentligen bara fanns två anledningar till varför det fortfarande fanns kvar skog som innehåller mycket död lövved. Det ena var avsaknaden av skogsbruk och det andra var översvämningsområden. Nedre Dalälven vid Färnebofjärden som är en av Sveriges få lokaler för vitryggig hackspett är ett väldigt flackt område. Tittar man på historiska kartor och modellerar med Dalälvens olika vattenflöden över året så ser man snart att det inte varit ovanligt med toppar omkring två meter. Detta innebär alltså att om man höjer vattenståndet ser man vilka arealer som legat under vatten och som periodvis störts av återkommande översvämnningar. Det man såg genom historiska uppgifter och inventeringar sedan 1968 var att i ungefär 35% av de tidigare översvämmade områdena har det någon gång häckat vitryggig hackspett. De har helt enkelt häckat där det finns habitat, där det finns lövskog som ligger långt bort från skogsbilvägar, och därmed inget intensivt skogsbruk. De faktorer som ansågs viktiga för den vitryggiga hackspettens habitat-

behov var den relativa betydelsen av förekomsten av lövskog enligt satellitbilder, av oskött lövskog och av översvämmad skog. Av dessa tre faktorer visade sig översvämnningar var viktigast.

Vi pratar ofta om att skogsbruk och jordbruk är de största förändringarna av landskapen. Men frågan är om inte avvattningen av våra landskap påverkat våra landskap mest. Ett mått på detta är att se hur det skulle ha sett ut i hela Sverige om man studerar var vi odlat bort skogen, för det är där som vi förändrat hydrologin mest. Under de sista 1000 åren har landtäcket fördelning av biotoper förändrats dramatiskt. Exempel på detta är den omfattande markanvändning som sker under 1800-talet då vi inför ett modernt skogsbruk med en omfattande dikningsverksamhet. Översvämmade ängsmarker har i stort sett försvunnit och naturligt meandrande vattendrag har rätats, rensats och vallats in.

I och med det förestående vattendirektivet finns det nu all anledning att arbeta utefter naturens egna förutsättningar, det vill säga utefter hur vattnet rör sig i landskapet. Ett avrinningsområde är den enhet som är mest naturlig och som banar väg för nytänkande när det gäller planeringsfrågor om ägoinnehav och administrativa gränser. Detta gäller inte enbart för vatten utan även för våra terrestra miljöer och inte minst för våra skogar. Genom ett mer tvärvetenskapligt arbetssätt och en helhetssyn på vattnet utifrån avrinningsområden behöver inte översvämnningar betraktas som ett problem. Översvämnningar skapar livsrum och en dynamik som vi kan lära oss att hantera.

Tittar man på översvämningsars betydelse ur ett spridningsbiologiskt perspektiv ser man även vilka förhållanden som uppstår i och med olika typer av vandringshinder. Man kan studera vattenlevande organismer under ett torrår med små flöden och uttorkade vattensamlingar och jämföra med ett höglödesår som inträffar vart 30:e eller vart 40:e år då det knappt finns några vandringshinder alls.

En fundamental skillnad föreligger sålunda mellan att sköta naturen för att nyttja den som en naturresurs, där det finns en vilja att kontrollera och minska variationen, som idag, jämfört med om man vill bevara den biologiska mångfalden då man egentligen vill öka variationen mot mer extrema värden. Att tänka i termer av vatten, översvämningsdynamik och hydrologiska system är överhuvudtaget väldigt god pedagogik för naturvård i en landskapsskala på grund av att den är värdebefriad. Det kan vara svårt för två kommuner eller län, som av en eller annan anledning skulle behöva samarbeta ur någon sorts naturvårdssynpunkt. Ofta görs inte detta, helt enkelt för de tillhör olika bygder. Vattnet kan här vara det "kitt" som förenar och fogar samman olika aktörer och särintressen.

En strategi för att effektivare skydda vattendrag och strandmiljöerna är att beakta deras naturvärden redan i planeringsfasen. Denna strategi bör även omfatta uppföljning och utvärdering av olika brukningsmetoder och skyddsföreskrifter samt en bättre tillämpning av gällande regler. Enligt Eckerberg (1988) togs under 1980-talet miljöhänsyn huvudsakligen när den ej begränsade avverkningen tekniskt eller ekonomiskt eller när stora estetiska värden förekom. Endast i begränsad omfattning beaktades naturvärden som var kopplade till flora och fauna i och intill vattendrag. Skyddszoner lämnades främst längs sjöstränder, myrmarker och odlad mark. Endast i mycket begränsad omfattning sparades skyddszoner utefter vattendragen. Speciellt vid högmekaniseraade avverkningar inom större skogsområden togs mycket liten miljöhänsyn. Även andra undersökningar redovisar liknande brister i naturvårdshänsynen inom skogsbruket. Enligt skogsvårdsorganisationernas GRÖNSKA-inventering (1991) togs hänsyn till särskilt skyddsvärda biotoper (enligt minimikraven i naturvårdslagens 21§) bara i 50% av fallen där hänsyn kunde tas (Bergquist, 1999).

I enlighet med principerna inom internationell naturvård skall hänsynen och skydds-

åtgärderna i första hand inriktas på att bevara vattendragens funktion och skyddsvärden. I andra hand inriktas åtgärderna på att återställa påverkade vattendragsavsnitt och värden som gått förlorade. Huvudinriktningen skall vara bevarande av biologisk mångfald, livsviktiga ekologiska processer och livsstödjande system. Tillsammans med säkerställandet av ett uthålligt utnyttjande av arter och ekosystem (Rio-konventionen 1992). Det anses generellt bättre att skydda mindre, opåverkade vattendragsavsnitt i vattensystemets övre delar än kraftigt påverkade avsnitt längre nedströms. Dock måste man här beakta att det finns vissa geohydrologiska och geokemiska begränsningar för hur långt upp i ett vattendrag en art kan existera. För att bevara funktionen hos vattendrag och strandmiljöer är det särskilt viktigt att säkerställa en relativt orörd vattenregim och vattenflödet under lågvattenperioderna. Därför har identifiering och bevarandet av områden som svarar för vattendragens avrinningsbildning högsta prioritet i skyddet av vattendragen.

Genom EU:s vattendirektiv (2000/60/EG), som föreskriver ett nytt sätt att förvalta landets vattenresurser med avrinningsområden som planeringsgrund, finns ett behov av vattenkemiska gränsvärden och geomorfologiska tröskelvärden för olika regionala delavrinningsområden och landskapstyper. Det behövs ett verktyg för att kunna bedöma status och trender i vatten och vattennära miljöer, men egentligen för hela avrinningsområden. Därför ser vi att det finns ett uppenbart behov av akvatiska bristanalyser på samma sätt som när det gäller olika typer av målformuleringar av bl.a. biologisk mångfald och skogsproduktion inom skogsbruket. För den akvatiska naturvården vore det ett stort framsteg om liknande bristanalyser som Per Angelstam och Leif Andersson tog fram för att bedöma hur mycket skog av olika typer som behöver sparas eller återskapas för att biologisk mångfald skall kunna bevaras. Denna bristanalys har kommit till stor användning



när det gäller dimensioneringen av statliga anslag för säkerställande och som underlag för målformuleringar i olika sammanhang. Det finns även ett behov av en akvatisk bristanalys när det gäller de av Riksdagen 15 fastslagna miljömålen. Särskilt de fyra som heter **Levande sjöar och vattendrag, Bara naturlig försurning, Grundvatten av god kvalitet** och **Ingen övergödning**.

En akvatisk bristanalys och framtida klassificerings- och värderingssystem måste ta större hänsyn till hydrologiska, geomorfologiska karaktärer innan den slutliga värderingen görs. Enligt Theorin (1988) bör ett antal basuppgifter ingå som avrinningsområdets areal, höjd över havet och påverkansgrad (andel av olika marktyper), sjöarealer och strandlängd, forssträckornas längd, bredd och lutning, terrängformer samt vattentillgång (medelvattenföring och vattenregimer) och vattenkemiska parametrar som konduktivitet, alkalinitet, pH, färgtal eller absorbans (ev. DOC), kväve- och fosforhalt. Enligt Björklund (1987) är många av de äldre naturvärderingssystemen starkt anspråksstyrda och subjektiva, vilket innebär att värderingar och kriterier från ett och samma värderingssystem kan variera från område till område. En annan nackdel med dessa värderingssystem är att de sällan tar hänsyn till de minsta vattendragen längst upp inom avrinningsområdet och att sjöar och vattendrag behandlas som två oberoende naturtyper, vilket är fel eftersom klassificering och värdering bör utgå från avrinningsområden som helhet.

Det finns idag en omfattande dokumentation av våra vattenmiljöer och hur de har påverkats. Ett problem är dock att det inte finns några accepterade tröskelvärden, det vill säga hur mycket av den ursprungliga biotopen eller livsmiljön som behöver finnas kvar för att bevara den biologiska mångfalden. Ett omfattande arbete har därför inletts vid Örebro Universitet, där man med hjälp av satellitbaserad information och Geografiska Informations System (GIS) tillsammans med tillgäng-

lig information och kunskap samlad inom regionen tar ett helhetsgrepp kring Hjälmarens tillrinningsområde. Ambitionen är att med hjälp av GIS, satellitbilder, hydrologisk modellering och fjärranalys göra ett antal olika fallstudier inom Hjälmarens tillrinningsområde som hanterar arter, strukturer (livsmiljöer) och funktioner (ekologiska processer) och även kunna initiera praktiska och tillämpbara användningsområden i egenskap av konkreta referensobjekt som utgörs av delavrinningsområden.

För att kunna jämföra olika typer av mänskliga avtryck i landskapet och i våra vattenmiljöer finns ett behov av att söka referensområden som liknar Kilsbergen och Mälardalens slättlandskap men där människans avtryck i form av industrialisering av vattendrag och den tekniska utvecklingen är en annan jämfört med ur ett västeuropeiskt perspektiv. Därför kommer ett antal fallstudier genomföras i Rumänien, Polen och Ukraina under våren 2003 där bottenfauna och olika typer av strukturer i och intill vattendrag som död ved i vatten och kantzoners struktur intill vattendrag samt förekomsten av lövskogars utbredning inom olika avrinningsområden kommer att studeras. Dessa studier kan sedan jämföras med svenska förhållanden i den konventionellt brukade skogen i mellersta och södra Sverige samt i svenska naturreservat. För norra delen av Sverige finns redan ett referensmaterial från Kolahalvön som visar på i det närmaste ursprungliga och orörda förhållanden. Vi tror att dessa studier kommer att få stor betydelse i det framtida arbetet med att återskapa och restaurera terrestra och akvatiska miljöer samt i det fortsatta planeringsarbetet av miljöövervakning och resursutnyttjande som baseras på ett helhetsperspektiv utgående från avrinningsområden som planeringsgrund.

När man pratar om landskapsekologi och olika skalor samt hur olika företeelser förekommer i ett visst sammanhang från makrolandskapet ned till mikrolandskapet, kan man



egentligen sammanfatta landskapsekologin runt sex centrala teman:

1. Ståndorter skiljer sig åt.
2. Avgränsade ståndorter påverkar flöden.
3. Ståndorters sammanhang är betydelsefull.
4. Konnektivitet är avgörande.
5. Organismer är viktiga och
6. Vikten av rätt skala.

Trots att akvatiska miljöer skiljer sig från terrestra miljöer genom dess starka fysiska och hydrologiska egenskaper och den konnektivi-

tet som vattenflödet i sig självt utgör, så går alla dessa teman att applicera i såväl akvatiska som terrestra ekosystem och inte minst till kopplingen mellan dessa två. Landskapsekologin erbjuder på så vis viktiga insikter till akvatiska ekosystem, som i sin tur erbjuder utmärkta möjligheter att utveckla och testa den landskapsekologiska teorin i praktiken. Principerna och tillvägagångssätten inom landskapsekologin bör således i framtiden även inkludera våra sötvattenssystem.



# Hur hanterar länsstyrelsen översvämningar

GÖRAN BENGTSSON  
Länsstyrelsen Västra Götaland

## Bakgrund och händelse- utveckling

Sommaren 2000 var kall och nederbördsrik. En solig och varm inledning av hösten förbyttes under oktober av att enorma regnmängder föll över Dalsland, Värmland och Vänerområdet. Lokalt föll en fjärdedel av årsnederbörden under oktober månad.

De redan höga grundvattennivåerna medförde att mindre sjöar och vattendrag i området fylldes mycket snabbt – uppnådde övre dämninggränser.

Landskapet Dalslands yta upptas till 16% av sjöar och vattendrag. Stora regnmängder under kort tid ledde till att de mindre vattendragen inte förmådde avleda vattnet tillräckligt snabbt.

Jag kommer fortsättningsvis att redovisa länsstyrelsens hantering av de situationer som uppstod och också erfarenheterna från översvämningarna.

När det gäller översvämningar kan man urskilja två olika förlopp:

1. Omfattande nederbörds mängder under kort tid som leder till att vattenmagasinen fylls snabbt, förorsakar höga flöden med översvämningar och som kräver snabba räddningstjänstingripanden. Översvämningarna i Dalsland och Upperudsälven är ett sådant exempel.
2. Omfattande nederbörd under lång tid som leder till att vattennivån långsamt stiger till extrema nivåer utan att villkoren för ett räddningstjänstingripande är uppfyllda. Översvämningarna kring Vänern är ett sådant exempel.

## Länsstyrelsens roll och agerande i de två situationerna

1. Denna situationen kännetecknas av ett snabbt förlopp som leder till insatser med kommunal räddningstjänst. Kommunen har således det primära ansvaret. Räddningsledaren har långtgående befogenheter gentemot tredje person, bl.a. ingrepp

i annans rätt och kan beordra dammägare och kraftbolag att minska eller öka tappningen för att förhindra skador. Villkoret för att tillämpa räddningstjänstbegreppet är emellertid att en olyckssituation uppstått eller är nära förestående.

Länsstyrelsen skall kunna överta ansvaret för räddningstjänsten om insatserna blir omfattande – berör flera kommuner – och kräver omfattande samordningsinsatser.

Länsstyrelsens policy i denna situation är att **inte förändra ordinarie ledningsansvar eller störa etablerade nätverk**. Länsstyrelsen beslöt därför att inte överta ansvaret för räddningstjänsten trots att flera kommuner berördes utan valde att i stället stödja räddningsledaren med stabsresurser för att skapa uthållighet i organisationen.

2. Vätern representerar en enormt stor magasinvolym och påverkas inte lika snabbt som mindre sjöar när det gäller att uppnå kritiska dämningnivåer. Vätern har endast ett utlopp – genom Göta älv.

För Vätern gäller en vattendom från 1937 som bl a beskriver hur tappning skall ske vid olika tappningsgränser. Som mest skall 1000 m<sup>3</sup>/sek kunna tappas genom Vargöns kraftstation ut i Göta älv – detta oavsett om tillrinningen är större (upp till tre gånger under den aktuella perioden).

I början av november började Väterns yta att stiga med 2–3 cm per dygn. Någon risk för översvämning eller olyckssituationer i övrigt förelåg inte. Länsstyrelsen upplevde ändå situationen oroväckande och tog kontakt med dammägaren – Vattenfall – och rekommenderade bolaget att tillämpa en högre tappning utöver vattendomens bestämmelser. Motivet var närmast att förebygga en senare översvämningssituation.

Eftersom någon räddningstjänstsituation inte förelåg kunde räddningstjänstlagen inte tillämpas – länsstyrelsen åberopade närmast

företagets egna möjligheter att utifrån miljöbalkens bestämmelser frånga vattendomens bestämmelser för att förhindra skador.

## Beslut om räddningstjänst-ingripande

Den 18 november bedömde länsstyrelsen i samråd med länsstyrelsen i Värmland att situationen var sådan att ett räddningstjänstingripande kunde motiveras. Motivet var att hindra den snabba nivåökningen och förhindra senare översvämningar.

Länsstyrelsen beslöt, med stöd av bestämmelserna i räddningstjänstlagen, att överta ansvaret för kommunal räddningstjänst och ålade Vattenfall att öka tappningen så mycket det var möjligt – dock utan att äventyra säkerheten i Göta älvdalen. Länsstyrelsen bedömde att riskbilden i Göta älvdalen var sådan att höga flöden med översvämningar allvarligt skulle äventyra stabilitetsförhållanden och andra riskfaktorer utmed älven.

## Analys och bedömningar

Länsstyrelserna i Värmland och Västra Götaland startade tidigt ett omfattande analysarbete för att få underlag för bedömning av en fortsatt händelseutveckling och konsekvenserna av denna.

Kommuner, myndigheter och intresseorganisationer kring Vätern tillskrevs med frågeställningen *Vilka konsekvenser får det för Er del om Vätern stiger till en nivå motsvarande +46,00 respektive 46,50 m.ö.h.?*

Samtidigt genomförde länsstyrelsen i Västra Götaland flera analyser för att bedöma konsekvenserna för bl.a. dricksvattenförsörjningen kring Vätern och Göta älv.

I början av december förelåg en samlad rapport med analysresultaten.

Analysen visade att nivån 46,00 m var en kritisk nivå där många viktiga samhällsfunk-

tioner som påverkade hälsa, säkerhet och miljö:

- sjöfarten med slussar och hamnar,
- vägar och järnvägar med begränsad framkomlighet, nedsatt bärighet och hastighetsnedsättningar,
- jordbrukets invallningsföretag där ca 5000 ha utgjordes av åkermark,
- djurhållning, gödselanläggningar och jordbrukstransporter,
- kommunal infrastruktur för el- och värmeförsörjning, utsläpp av miljöfarliga ämnen från förorenade områden, avloppsreningsverk med begränsad rening, källaröversvämningar från orenat avlopp,
- dammsäkerhet,
- insjöfisket med beredningsverksamhet.

Utöver analysresultatet hade länsstyrelsen tillgång till SMHI:s långtidsprognoser för Vänern och Vattenfalls statistik 30 år tillbaka. Vattenytans påverkan av vind- och vågrörelser beräknades översiktligt till att kunna påverka nivån med ytterligare 50 cm.

## Länsstyrelsens beslut om inriktning

Med ledning av det underlag i form av analyser, statistik och konsekvensbeskrivningar som redovisats i det föregåendebedömde länsstyrelsen att Vänern skulle kunna komma att stiga till en nivå motsvarande +45,80 m.ö.h. och att vind och vågor skulle kunna medföra ytterligare 50 cm nivåhöjning.

Länsstyrelsen rekommenderade den 15 december kommuner och andra som påverkades av vattensituationen att vidta förebyggande åtgärder för att skydda viktiga anläggningar och funktioner som kunde påverkas vid en nivå motsvarande +46,30 m.ö.h.

## Åtgärder till följd av länsstyrelsens rekommendationer

Under den efterföljande perioden vidtogs en rad förebyggande åtgärder för att skydda viktiga samhällsfunktioner i form av:

- skydd av vattenförsörjning,
- trygga VA- system och värmeförsörjning,
- upprätthålla framkomligheten på vägar och järnvägar,
- åtgärder för att öka dammsäkerheten,
- begränsningar och säkerhetskrav för fartytgstrafiken,
- åtgärder till skydd för miljön (förorenade områden),
- tillsyn över skredbenägna områden,
- m.m.

Från länsstyrelsernas i Västra Götalands och Värmlands sida har härutöver tagits initiativ till översyn av vattendomar i Upperudsälven. Länsstyrelsen i Västra Götaland har i särskild skrivelse till regeringen uppmärksammat frågan om befogenheter att kunna vidta skadeförebyggande åtgärder utan att en räddningstjänstsituation föreligger.



# Kan översvämningar förhindras i reglerade vattendrag?



GUSTAF SANDGREN  
Vattenregleringsföretagen

Vattenregleringsföretagen är ett samlingsnamn vi använder. Det är egentligen sex företag: Umeälvens-, Ångermanälvens-, Indalsälvens-, Ljungans-, Ljusnans- och Dalälvens Vattenregleringsföretag som vi hanterar. Jag är ansvarig för vattenhushållningen i dessa älvar. Verksamhetsområdet omfattar ungefär en tredjedel av Sveriges yta och ca 60% av all vattenkraftproduktion i Sverige produceras i nämnda 6 älvar. Kan höga flöden undvikas. Egentligen skulle jag kanske kunna börja med en gång och säga – nej. Men jag kanske skall säga ett nja i stället. Det är så här att höga flöden har alltid förekommit och kommer alltid att förekomma även fortsättningsvis oavsett om en älv är reglerad eller oreglerad. Det är med statistik som vi arbetar med och jag har sett mycket statistik idag och jag tänker fortsätta med statistik. Det här diagrammet visar en relativt lång årsserie från 1919 t.o.m. 1998 för Stornorrfors i Umeälvens utlopp där vi har prickat in varje års högsta dygnsmedelvärde (blå staplar). Regleringarna kom till 1958. Från 1958 är vi dessutom skyldiga att redovisa

hur vattenföringarna varit om inte älven varit reglerad. Det är de röda prickarna. Där ser vi att vi har den höga toppen 1995 men där det i naturligt skick skulle ha varit betydligt högre. Vi kan också gå in och titta på flödestoppen för 1938 den s.k. Spölandskatastrofen då älven var oreglerad. Hade älven varit oreglerad 1995 skulle 1938 års flöde överträffats 1995. Regleringarna medförde alltså en dämpning av det högsta flödet. Jag har även lagt in de två senaste åren där inga drastiska förändringar mellan naturligt och reglerat förekommit. Nu skall dock sägas att flödena i de nordliga av våra älvar inte var så dramatiska vare sig i fjol eller i år. Jag skall bara snabbt dra igenom de övriga älvarna och ni kan själva se här en lång serie från Sollefteå i utloppet av Ångermanälven. Det finns tre grenar i Ångermanälven: Åseleälven, Fjällsjöälven och Faxälven och allt vatten från de tre grenarna skall passera genom Sollefteå. Där har vi samma tendens. 1995 är rekordåret. De flesta åren så ser vi att den naturliga flödestoppen skulle ha varit högre. Alltså reglering-

arna har under de flesta åren dämpat flödestopparna, men dramatiken kan bli desto större när den reglerade toppen blir högre och framför allt då vid sommar- och höstflöden. Vi pratar om mannaminne tidigare men i år minns man fortfarande hur det var i fjol med översvämningarna. Här har vi Indalsälven och här Ljungan. Det är precis samma utveckling. Vi hade mycket fler toppar tidigare före utbyggnaden. Vi har toppar nu också och de upplevs som mycket mer dramatiska.

Jag tar exempel från Umeälven 1998. I Stornorrfors skiljer sig inte vattenföringen så mycket mellan den naturliga toppen på höstflödet mot den reglerade (verkliga) vi hade. Den naturliga vattenföringen är beräknad och är kontrollerad av SMHI. Om vi tittar på året t.ex. ser vi väldigt många toppar och vi hade många flödessituationer. Men det var aldrig dramatiskt i Umeälven utan vi klarade i princip av alla toppar så att de inte blev högre än naturligt, beroende dels på att det var inte så mycket nederbörd och dels på att det fanns tid mellan flödena så att vi hann återskapa våra driftmarginaler. Visst kan vi hålla marginaler i våra magasin. Vi kan klara ett flödestillfälle. Men vi klarar inte två med väldigt tätt mellanrum eller om det kommer många på varandra (mindre än ca fjorton dagar). Vi får från SMHI en s.k. femdygnsprognos varje måndag, onsdag, fredag som utökas till varje dag eller t.o.m. flera gånger om dagen vid flödestillfällena. Man garanteras inte någon större säkerhet för mer än kanske första och andra dygnet. Vi kan få prognoser upp till 7–10 dagar framåt i tiden, men då kan vi nästan lika gärna titta på statistik. Vi kan inte avsänka våra magasin vid midsommartid bara för att det kanske blir ett högt flöde i slutet av juli. För det skulle kunna innebära att allmänhet och fastighetsägare inte kan använda sina bryggor, sina badplatser och sina sportstugor m.m. Därför har vi lagt oss på marginaler som gör att de som bor runt våra regleringsmagasin kan utnyttja sina fastigheter. Något som var väldigt dramatiskt förra året var vid nedre

Ljungan som kanske inte många av er kunde undgå att se eftersom det kablades ut över världen bl.a. med en nedbränd fastighet. Det visade sig då att från Holmsjön, som är det nedersta magasinet i Ljungangrenen, tappades i verkligheten en vattenföring som var lägre än den vattenföring som skulle hade varit om älven hade varit totalt oreglerad, men den toppen skulle ha kommit lite senare. Dramatiken under de här dagarna var i Gimån och det var i Gimåns nedre del som en fastighet brändes ner. Det visade sig att i älvfåran där spillet går och som passerade den nämnda nerbrända fastigheten passerade det mindre vatten i verkligheten än vad det skulle ha gjort i naturligt, oreglerat skick, vilket också innebar att Miljödomstolen ansåg att skadan inte kunde ha vållats av regleringarna eftersom det skulle ha gått mer vatten under naturliga, oreglerade förhållanden. Däremot gick det totalt sett mer vatten ur Gimån i mynningen till Ljungan, men det som passerade genom Torpshammars kraftverk gick direkt ner i älven och påverkade inte flödet förbi den nerbrända fastigheten. Tittar vi längre ner i älven så har vi kända områden med översvämningar i Ljungan och det ena området är Stödesjön och det andra är Marmen, som väl de flesta har hört talas om. Marmen har figurerat både i fjol och i år. Där har vi samma utveckling att den högsta nivån skulle ha varit högre i naturligt än vad den blev i reglerat skick. Däremot blev den reglerade vattenföringen högre ut ur Stödesjön och då kan någon vän av ordning säga att Du har sagt här att ni tappade mindre än naturligt i både Gimån och Holmsjön. Det är här som tidsfaktorn kommer in i bilden. Det naturliga flödet från de reglerade magasinerna kom senare, då de lokala tillrinningarna på det nedre området redan hade kulminerat. Men fastighetsägare runt Stödesjön skulle ha haft det ännu värre om det inte hade varit reglerat. Då kommer jag lite in på mannaminnet igen, man glömmer fort. De domar som styr den nedre delen av Ljungan är inte äldre än 1982 och där



har man i dom angivit nivåer som man är skyldig att hålla vid vissa vattenföringar. En sådan bestämmelse finns bl.a. i Stödesjön/Skallböle och Marmen/Viforsen. Det är faktiskt så här att i Viforsen i fjol tappades 1 050 m<sup>3</sup>/s som max och den vattenföringen är fastställd och kontrollerad av SMHI. SMHI är vår kontrollant och tillser att regleringarna hanteras enligt gällande vattenhushållningsbestämmelser. Det visar sig att vid den nivån på vattenföringen skulle vattenståndet i Marmen enligt nämnda dom ligga på ungefär +22,00 meter över havet. Det verkliga vattenståndet var +21,95. Det innebar att Marmen låg 5 cm lägre i verkligheten än vad vattenhushållningsbestämmelserna anger. Nu dömdes vi för att ersätta vissa skador ändå och det kan mycket väl bero på att vi under flödesperioden hade problem med att fastställa storleken på de höga spillvattenföringarna. Sydkrafts tabeller för utskovsluckorna var inte tillräckliga så att SMHI fick i efterhand uppdrag av oss att beräkna fram den tillrinning som fanns på området och hur stor vattenföringen var. Där emot är nivåerna på Marmen observerade värden. Den här kurvan (i domen) är utformad efter gamla Viforsens kraftverk då det redan fanns en avsänkning av Marmen, så naturligt sett skulle Marmen ha legat ännu något högre. Man kan tycka att det är lite märkvärdigt att det i fjol och i år åtminstone är tre eller fem fastigheter som har drabbats. I dessa fastigheter har vattnet stigit så högt att vatten har runnit in genom fönster. Det finns ju en dom från 1982 som visar skyldigheten att hålla Marmen på den här nivån och ändå finns det fritidshus där. Jag kan inte uttala mig om när fritidshuset byggdes före eller efter domen från 1982, men min slutsats är att våra vattendomar faktiskt är så utformade att älvsträckorna (sjöar och sel) återtar i stort sett sitt naturliga utseende vid höga flöden beroende att många av våra anläggningar är byggda nedanför forsackarna eller det nedströms det vi kallar bestämmande sektionen. Det innebär att om dammen står nedanför

den bestämmande sektionen så kan vi inte påverka vattenståndet med tappning genom dammen. I det här fallet stod faktiskt dammen vid Viforsens kraftstation helt öppen. Den bestämmande sektionen i Marmens utlopp ligger ca 3–400 meter ovanför kraftstationen. Det spelar egentligen ingen roll om vi sänker under sänkningsgränsen vid kraftstationen. Det händer ingenting uppe på Marmen. Vi har liknande utformning av anläggningarna i de flesta av våra älvar. Lycksele har ett sådant problem. Vi har en kraftstation som heter Hällforsen. Det ligger två bestämmande sektioner mellan nivån vid Lycksele stad och kraftstationen. Det spelar ingen roll att vi sänker vid Hällforsen. Det kanske påverkar vattenståndet vid Lycksele med någon enstaka centimeter. Vi har samma sak vid Spöland också i Umeälven där räddningstjänsten i Umeå 1995 beordrade Vattenfall att de skulle sänka vattenståndet vid dammen i Stornorrfors fast vi visste att det inte skulle göra någon större verkan. Man beordrades att sänka vattenståndet vid dammen i Stornorrfors till 50 cm under den nedre tillåtna sänkningsgränsen. Det innebar att det blev ett fritt strömmande vatten de första kilometrerna ovanför dammen. Högre upp återtog älven i stort sett sitt naturliga utseende. Jag tror att det är fastställt att vattenståndet uppe i Spöland sänktes med 1 cm då vattenståndet vid dammen sänktes med 200 cm. Jag upprepar igen att vid höga flöden så återtar älvsträckan i stort sett det naturliga skicket.

Alla skador som drabbar ett område där vi har gjort en överträdelse från vattenhållningsbestämmelser får vi betala för. De enda överdämningar vi inte behöver betala för är när vi har våra anläggningar helt öppna (fri avbördning). Men vi pratar om helt andra flöden i älven om vi tvingas öppna våra dammar helt. Vi har aldrig varit i närheten av dammsäkerheten när det gäller avbördningskapaciteten. Vi har i många fall kanske inte utnyttjat mer än 50% av den totala avbördningen. Men vi är skyldiga enligt dom att hålla våra däm-

ningsgränser och att öka vattenföringen till dess det vi tappar ut ur magasinet blir lika stort som tillrinningen in. Då först slutar vattenståndet att stiga. Sedan vill jag också upprepa något som Maja sade här tidigare att det var faktiskt är så att 90% av skadorna som drabbade nedre Ljungan fanns i biflöden till Ljungan. De bilder jag och ni kanske också

såg i fjol i massmedia av raserade hus, raserade broar kom från oreglerade områden, men när TV visade ett hus som rasade ner i en bäck, så visades sedan ett kraftverk i Ljungan och menade sedan att det var Ljungans reglering som hade förorsakat det hela. Vi kan inte på något sätt påverka flöden i oreglerade biflöden.

## Diskussion (efter anförande av Gustaf Sandgren)

*Per Selberg:* Till skillnad från alla som har pratat hittills har jag varit entreprenör i hela mitt liv och det kan ha präglat mig på ett olämpligt sätt. Jag ber om ursäkt om ni tycker att jag är lite för direkt. Men jag hade en viss kännedom om geografin i den här delen av landet som Göran Bengtsson har beskrivit. Jag visste att det var Vänern som var problemet och att den borde tappas av. Vattenytan i Vänern var högre än vad den skulle vara uppe i Arvika och om man nu hade fått ut mera vatten genom Byälven så fanns det ingenstans dit det kunde rinna. Så därför måste man göra någonting åt Vänern. Vänern var behäftad med det problemet att det fanns bara ett utlopp och det var Göta älv och Göta älv känner jag till lite om därför att där har funnits skredtillfällen. Göran Bengtsson nämnde ett par stycken. Men situationen är den också att vi har jordskalv inom det här området. Här uppe och där nere är det jordskalv och man vet inte vilken säkerhetsgrad man har på Göta älv mer än det att den är över 1. Om den är tidvis under 1 kan det bero på vilket vattenstånd man då har och hur pass dränkt jorden är och hur tung leran har blivit. Därför är man väl ängslig för att belasta Göta älv för mycket och då satte jag mig ner och grunnade på om man kan hitta ett annat utlopp från Vänern som är inte alltför dyrt att arrangera och som Göran nämnde är avståndet mellan Vänersborg mot Uddevalla 25 km eller något mindre. Om man skulle använda sig av den metod som jag tycker är säkrast så gör man en tunnel på ungefär 20 km. Man kan ha lite öppet i båda ändarna av praktiska skäl. Den första tunnel jag projekterade var 1949 åt 1948-års marin-

bas, Muskötunneln. Den har fungerat bra. Men den här kommer jag inte att ha något att göra med för den blir väl aldrig byggd. Men det finns en stor hake i det här och det är att det kostar pengar. Vi hade räknat ut att det skulle kosta ungefär 2 miljarder och man skulle också ha problemet att vattnet måste bli av någonstans. Gullmarsfjorden är inte att tänka på av ekologiska skäl. Däremot så har jag varit mycket i Uddevalla och har intryck av att den fjorden som heter Byfjorden torde vara ganska död. Jag tänkte mig att det kunde vara intressant objekt för ett par doktorander att försöka göra modeller för att se hur ett ordentligt sötvattenflöde skulle påverka positivt eller negativt eller inte alls. Därför författar jag tillsammans med en ung, god vän som är med mig här idag, nämligen Valfrid Paulson, ett brev som jag skickade till Miljödepartementet för att väcka tanke om det nu skulle gå att göra det. Där skrev jag att man skulle spränga tunnel från trakten av Vänersborg mot Uddevalla och den skulle vara så stor att man skulle kunna sänka Väners vattenyta med 1 meter på ett halvår och det låter väldigt lite. Men vi talar om marginaler här. Det är marginaleffekter man vill uppnå. Det är inte meningen att man skall kunna ta hur stora vattenflöden som helst. Där skulle de kunna fungera som en slags reservutgång om det skulle bli ett omfattande skred i Göta älv. Det hör till saken att Vänern är en mycket lång sjö på grund av landhöjningen så tappar Vänern upp långsamt men ändå fullt mätbart vid trakten av Karlstad och följaktligen stjälpes man över vatten ner mot södra Vänern och det är inte försumbart över en tid. Det kan också vara så att

man får en långvarig nordlig vind och det gör en halvmeter på vattenytan dessutom. Hur stor skulle då tunneln bli? Jag pratade med professor Cederwall som är på Vattenbyggnad på Tekniska högskolan och han räknade som exempel att på 250 kvadratmeter då kan man tappa halva medelvattenföringen i Göta älv, och det kanske skulle vara tillräckligt. Sedan har man dessutom en möjlighet att som Göran Bengtsson också nämnde att man skulle kunna exportera vatten därför att färskvatten är en bristvara i praktiskt taget hela norra Europa. Danmark har dåligt vatten, Hamburg, Bremenområdet och norra Tyskland har mycket dåligt vatten. De har naturligtvis möjlighet att gå över till stora anläggningar med omvänd osmos eller liknande men det blir också väldigt dyrt. Dessutom förutom den potentialen som finns att kunna sälja vatten och rör det sig här om så pass stora kvantiteter så att får man bara 10 öre kubikmetern så betalar sig den här tunneln flera gånger om. Dessutom skulle man sätta in ett par turbiner och generatorer i den här tunneln och med den här meterhöga avsänkningen av Vätern får man 50 miljoner kilowattimmar per år. Vad det innebär i pengar kanske är 25 miljoner som betalar någonting av den här investeringen i alla fall. Kostnaden på 2 miljarder, hälften av det är bergssprängning, 700 miljoner är turbiner och generatorer, 300 miljoner är anslutningarna marklösen och liknande i båda ändarna. Det är ungefär som projektet är slut.

*Anna Tiberg:* Jag har först en fråga till Göran Bengtsson. Du nämnde avslutningsvis om att någonting skulle kunna åstadkommas genom någon form av samordning av vattendomar. Skulle du kunna utveckla det lite grand?

*Göran Bengtsson:* Ja vi märkte att de vattendomarna som gällde uppe i Dalsland så fanns det en diskrepans mellan de olika vattendomarna – vilka regleringsgränser de hade, vilka tidpunkter de skulle sänka av till olika

nivåer. I och med att vattendomarna var givna som separata enheter vid olika tidpunkter så tror vi att på marginalen skulle man kunna åstadkomma en förbättring uppe i Dalsland. Men det är klart att på något avgörande sätt där man förändrar eller när vattnet skall ut någonstans. Det är de här långa sektionerna som inte fanns utrymme att göra åtgärder. Det var inte särskilt stort men de är klart att det kommer de frågorna som i på länsstyrelsen får att skall vi svämma över ett antal områden i sjöarna eller skall vi placera ett antal forssträckor och industri och annat som ligger. Det är sådana avvägningar som måste göras då. Jag vet inte om man kan komma i ett sådant öppet läge i regleringsägarna på frivillig bas. Det vore i och för sig det bästa. Men vi tyckte i och med att miljöbalkskommittén fick ett litet tilläggsuppdrag så har vi pekat på det här. Vi tror inte att det är några stora möjligheter.

*Jan Lundegrén:* Gustaf Sandgren inledde med att säga att vattendomarna är avsågat till att tillgodose vattenkraften. Visst är det så. Sedan konstaterade du att regleringen faktiskt medverkade till att utjämna flödena. Självklart är det ett av syftena med kraftregleringen. Men i programmet är frågan ställd lite vidlyftigare nämligen kan översvämningar förhindras i reglerade vattendrag. Kan man med befintliga anläggningar och regleringsaplituder men med en annan vattenhushållningsregim sänka flödestopparna.

*Gustaf Sandgren:* Det var som jag tidigare sa att det gäller det här med marginaler. Vid ett normalt flöde visade jag också tidigare att vi klarar ett normalt flöde med de marginaler vi alltid håller. Vi kanske klarar ett par tillrinnings-toppar men någonstans i älven finns det en kritisk gräns då det krävs av boende där att vi skall börja använda oss av marginalen för att undvika en översvämning. Så utnyttjar man marginalen med hjälp av en minskad vattenföring för att undvika översvämning, så går

det ett antal dygn och det kommer ett nytt regn och vi har ingen eller åtminstone en mindre marginal kvar. Då sitter man i samma sits som vid det första regnet och man får kanske översvämningar på fler områden än vid det första kritiska stället eftersom vattenföringen nu blir högre än tidigare p.g.a. minskade marginaler i magasinen. Jag tittade faktiskt teoretiskt på just det här problemet i Ljungan med fjolårets värden och utnyttjade Flåsjön, som är ett stort magasin i Ljungan, till en rimlig säkerhetsnivå en halv meter under tät kärnan men över tillåten dämpningsgräns. Jag fyllde på Havern och Holmsjön (två magasin i Ljungan nedströms Flåsjön) upp till tät kärnan. Det skulle ha förskjutit flödestoppen i tiden nere i Viforsen men den skulle bara marginellt ha förändrat den högsta nivån. Vem bestämmer nivån när man skall börja utnyttja marginaler och för vilka? Det är klart att det är fullt möjligt att om vi inte använder våra magasin till vattenkraftproduktion utan låter dem ligga avsänkta och är beredda att låta dem ligga avsänkta även om vi inte får ett flöde. Visst kan man använda dem till flödesdämpning så att det inte blir översvämningar, men då får vi ingen vattenkraftproduktion heller.

*Alf Axlid:* Det är lite skillnad på älvar och Vänern med ett utlopp. När det gäller Vänern var det ren matematik. Det strömmar in viss mängd vatten och det kunde vem som helst räkna ut att Vänern skulle stiga och då har man om inte räddningstjänstlagen är tillämplig så tänkte man inte på miljöbalkens 26 kapitel 9§ i det här sammanhanget. Jag vänder mig till västra Götalands län.

*Göran Bengtsson:* Vad står det i 26 kapitlet i miljöbalken.

*Alf Axlid:* Jo att om det råder risk för någon olyckshändelse i någon stad så kan man till hänsyn till hälsa och miljö kan tillsynsmyndigheten länsstyrelsen beordra tömning ge-

nom den dammen. Nu sitter miljöbalkskommittén här.

*Göran Bengtsson:* Jag är inte jurist själv och jag utgår från att de gick igenom de olika delarna. Men huvudbekymret tycker jag är att räddningstjänstlagen kommer att ändras. Den är så snävt skriven att det här otrevliga förloppet skall redan ha startat. Den är skriven i ett skredsituation när det är en brand eller den typen av katastrof. Den är inte skriven för det här långsamma. Jag tycker att det är lite långsökt att gå över miljöbalken om det inte är anläggning som hotas med stora miljöolägenheter. Då kan man tillämpa den.

*Alf Axlid:* Jag var på en annan konferens och då tog man upp det här att miljöbalken kunde användas innan räddningstjänstlagen kunde användas i ett tidigare skede.

*Lennart de Maré:* Det är mycket som är krångligt här men egentligen är det rätt så fysikaliskt enkelt. Rinner det till mer vatten är vad som kan rinna ut så blir det översvämning. Vad vi egentligen har diskuterat här på förmiddagen är att skogsbruksåtgärder åtdikning osv. i landskapet är möjligtvis förskjutet på marginalen ett flöde som ändå kommer förr eller senare. Vi har väldigt små möjligheter att dämpa det hela och enklaste exemplet som också illustrerar det som Gustaf Sandgren pratade om med fosknackar och bestämmande sektioner är bara att hålla lite vichyvatten i ett glas och se vad som händer. Till slut är det fullt och då rinner det över. Det är så i naturen också. Vi kan möjligtvis med en tunnel till västerhavet kanske få ner nivåerna något i Vänern men den tunneln måste klara mycket mer än halva medelvattenföringen om vi skall ha någon verkan på översvämningssituationena. Rinner det till 3000 kubikmeter och vi får ut 250 kubikmeter i sekunden till kanske vi förskjuter toppen lite grand. På något sätt får vi leva med att översvämningar blir det. Vi kan inte med regleringsåtgärder

annat än förskjuta möjligtvis fråga om timmar och dagar om det är ett större system. Jag ser inte hur man skall kunna undvika översvämningssituationen utan då är vi inne på övrig samhällsplanering hur man skall kunna skydda sig mot översvämningar och det kanske vi kommer in mer på i senare.

*Gustaf Sandgren:* Förslaget från Pers sida skulle vara att man skall sätta in en sådan åtgärd tidigare och under en längre period. Jag kan inte säga om föreslagen arean skulle räcka men det är klart att om man ser på det senaste årets förlopp så skulle det definitivt ha av-sänkt Vänerns yta som då inte skulle nått upp till de här höga värdena som det sedan blev, men svårigheten att förutse flöden kvarstår dock, vilket är en förutsättning för att i tid kunna sätta in åtgärder.

*Göran Bengtsson:* Det var mot bakgrunden av de här värdena som var i fjol som jag lade på 1 meter eller 250 kubikmeter per sekund. Det behövs så lite när man tar på marginalen. Då hade man kunnat komma ut till lite mer vatten från Arvika. Men sedan är den stora frågan när man skall börja tappa. Där kanske man skall vara lite generösare.

*Per Selberg:* För att öka avsänkningen med 1 cm per dygn måste man öka avrinningskapaciteten men 600 kubikmeter per sekund för så stor är arean. Det är i alla fall Sveriges största regleringsmagasin. 600 kubikmeter per sekund på ett dygn sänker vattenståndet till 1 cm så det innebär att man får ha en ordentlig förtappning där för att åstadkomma det man vill. Men det är klart att centimetrarna kan vara väldigt värdefulla på vissa ställen runt Väneren.

*Nils Gripenberg:* Jag tänkte egentligen säga samma sak som föregående talare. Men jag ville bara understryka vissa saker. Vi har idag konstaterat att det här är inte någon följd av växthuseffekten eftersom vi under 120 år när

vi har hållit reda på det här har haft toppar som har varit minst lika stora som de är nu. Vi har konstaterat att de inte är en skoglig fråga. Vi har konstaterat att det inte är en jordbruksfråga. Vi har konstaterat att SMHI inte kan komma med varningar i tid och vi har konstaterat att kraftverksorganisationen gör så gott den kan och antagligen gör det mycket bra. Då är det enligt min uppfattning bara en sak som återstår. Vi måste få kommunerna att ändra sina byggnadsplaner så att man inte tillåter byggnation på de områden där det är risk för kommande skador. Kanske att de också kan på något sätt ändra nuvarande fastigheter så att de blir mera hållbara mot eventuella översvämningar. Vi måste helt enkelt acceptera att översvämningarna kommer att finnas kvar.

*Valfrid Paulsson:* Gör vi ingenting så kommer vi att få uppleva gång på gång att hela det här större etablissemanget trampar runt i stövlar i översvämningssområden och sedan händer ingenting. Pers idé bottnar i det förhållandena. Har vi en klimatförändring som innebär att du får ökad nederbörd i stora delar av landet t.ex. Då är frågan om vi inte redan i dagsläget skall göra någonting för att möta en situation där vi inte har översvämningar var tjugonde trettonde år där vi kanske på grund av klimatiska förhållanden hamnar i sådana här situationer var och varannat år. Det är den delen som man i en långsiktig planering måste ta med redan idag därför att det är lite sent påtänkt när vi är inne i den.

*Göran Bengtsson:* Nils Gripenberg säger här att det enda som återstår att göra är att undvika att planeringsåtgärder gör att det kommer till nya verksamheter. Jag tror säkert man kan förbättra den biten. Men jag tror också att alla som är intressent i det här sammanhanget skogsägare, jordbrukare, regleringsägare skulle på ett förutsättningslöst sätt sätta sig och diskutera den här saken och se vad man faktiskt kan göra. Det har förekommit rappor-

ter under årens lopp att det sätt man har skogsbruket idag ökar på snabbheten på hur vattnet rinner ut. Det kan kanske finnas åtgärder att vidtaga. Det finns åtgärder inom jord-

bruket som gör att vi går åt ett håll. Sedan håller jag fullständigt med Valfrid att vi får räkna med en och annan översvämning även i fortsättningen.





# Hur beaktas risken för översvämningar i kommunernas översiktsplanering?



ASSAR LUNDQVIST

Boverket

Genom plan- och bygglagen regleras användningen av mark- och vattenområden i landet när det gäller lokalisering och utformning av byggnader, anläggningar och annat. Boverket har det allmänna uppsiktsansvaret för plan- och bygglagen. Jag kommer från Boverket och skall prata om ett speciellt uppdrag som vi fick från regeringen i slutet av förra året som gällde hanteringen av risken för översvämning inom översiktsplaneringen. Vi kommer in från ett annat håll under det här passet jämfört med tidigare tror jag. Men vi har kommit in på planeringsfrågor några gånger tidigare under konferensen och jag skall möjligen utveckla det något. Boverket fick uppdraget efter översvämningarna i södra Norrland sommaren år 2000, men innan vattennivån började stiga i Glafsforden. Det innehöll tre delar vilket framgår av den här OH-bilden (OH1). Hur fångas de här riskerna upp i översiktsplanerna? Har kommunerna ett tillräckligt planeringsunderlag i form av statistik, erfarenheter, osv. för att kunna hantera dem på ett bra sätt? Man kunde se en hel del i massmedia om att byggnader,

bostadshus och fritidshus skadades. Något hus eldades upp för att undvika än värre skador. I vilken utsträckning skadades byggnader med relativt färska bygglov var också en frågeställning i uppdraget. Kanske var det annat än byggnader som skadades och gällde det sådant som överhuvudtaget bygglovsprövats kunde man fråga sig. Det var de här tre delarna i uppdraget. Vi redovisade resultatet i september månad i en rapport som finns att hämta från vår hemsida. Uppdraget var begränsat till förhållandena i södra Norrland och det gällde de här fyra länen. Vi lade också till delar av Värmland och delar av västra Götaland själva (OH2). Uppdraget kom precis innan vattnet började stiga i Arvika. Det omfattar 19 kommuner, de flesta av dem mindre eller medelstora kommuner med begränsade planeringsresurser (OH3). Det var rimligt att gå ut med en enkätundersökning till de drabbade kommunerna och också till de berörda länsstyrelserna. Vidare gick vi igenom de översiktsplanehandlingar som fanns (OH4). Översiktsplanen är obligatorisk och alla kommu-

OH 1

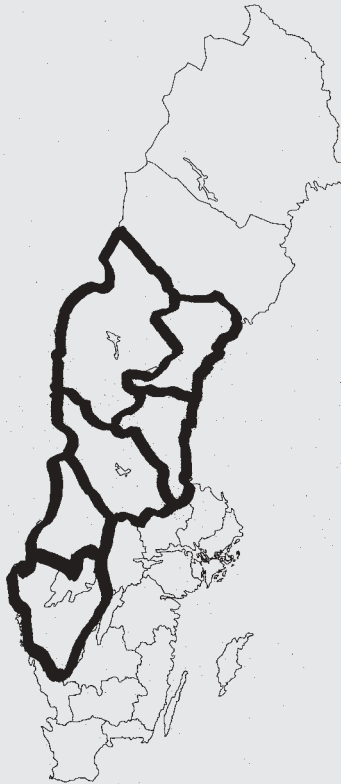
## Regeringens uppdrag till Boverket

- I vilken utsträckning redovisas risken för översvämningar i kommunernas översiktsplaner?
- Är planeringsunderlaget tillräckligt?
- I vilken omfattning skadades byggnader med färska bygglov?



OH 2

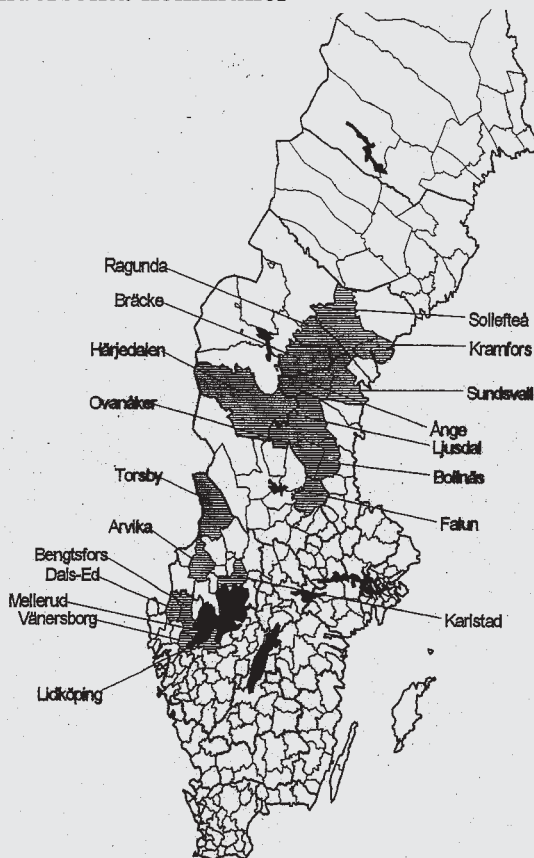
Sveriges län



Källa: SCB

OH 3

### Undersökta kommuner



OH 4

### Metod

- Enkätundersökning till ett urval kommuner och länsstyrelser.
- Genomgång av översiktsplanedokument

Samarbete med Lantmäteriet,  
Räddningsverket, SGI och SMHI.

ner skall ha en aktuell plan. Vi gick också igenom de fördjupningar av översiktsplanen fanns i kommunerna. Fördjupningar medger en ökad detaljeringsnivå där ställningstaganden kan redovisas i större skala för en avgränsad del av kommunens yta. Aktuella frågeställningar var om man tar man upp den här risken överhuvudtaget i översiktsplanen och hur gör man det. När vi studerade planerna var det inte alltid så lätt att hitta de här avsnitten om riskfaktorer i översiktsplanerna. Det kunde återfinnas under till exempel energiavsnittet eller något annat. Det underlag som kommunerna har tillgång till varierade väldigt mycket. Med färskta bygglov som jag nämnde tidigare avsågs byggnader som hade uppförts under 1990-talet i de här kommunerna. Hade någon sådan byggnad drabbats av översvämningarna? Även om de flesta vet vad plan- och bygglagen säger i det här sammanhanget så tar jag med den här OH-bilden också (OH5).

Översiktsplanen skall vara kommunomfattande, kommuntäckande. Den regleras i PBL och den blev obligatorisk 1987 när PBL kom. Tidigare fanns inte det kravet. Planen skall innehålla en redovisning av de allmänna intressena och de miljö- och riskfaktorer som bör beaktas vid beslut om användningen av mark- och vattenområden. Det finns en speci-

ell bestämmelse om att planen skall vara tydlig. Man skall kunna läsa ut vad som menas med det som står i planen helt enkelt, ett tydlighetskrav på innehållet. Inom plansystemet har länsstyrelsen en speciell roll just när det gäller riskbedömningar genom när det gäller att ge råd och tillhandahålla planeringsunderlag av olika slag till kommunerna. Det finns underlag från många olika håll som vi har hört något om tidigare idag. T.ex. gör Räddningsverket en översiktlig översvämningsskartering med hjälp av SMHI i Norrköping som via länsstyrelsen förmedlas vidare till kommunerna. Länsstyrelsen sprider också annan information t.ex. via sina hemsidor som kommunerna kan använda sig av. De kan ha flygfoton från tidigare händelser i kommunerna som också används i översiktsplaneringen som ett underlag. De centrala myndigheterna har som en uppgift att ta fram och sammanställa kunskapsunderlag av olika slag. Det finns en rad myndigheter som bidrar till kommunernas kunskapsförsörjning.

Lagändringen 1996 i PBL innebar att man förtydligade i lagtexten att miljö- och riskfaktorer skall redovisas explicit i översiktsplanen. Det kravet fanns inte tidigare. Det finns också utvecklat i förarbetena till PBL att översvämningensrisken är en sådan riskfaktor som

## OH 5

### Vad säger plan- och bygglagen (PBL)?

- Vad är en översiktsplan?
- Vad ska redovisas i översiktsplanen?
- Tydlighetskravet
- Kommunens roll
- Länsstyrelsens roll
- Centrala myndigheters roll
- Lagändringen 1996

skall redovisas i detta sammanhang. Hur såg det då ut? Jo det här är en del av resultatet (OH6). Sex av nitton undersökta kommuner redovisar en översvämningrisk i sin översiktsplan. Man kan nog säga att riskerna hittills inte har redovisats särskilt tydligt eller särskilt utförligt. Men då är det att betänka att de flesta översiktsplanerna i de undersökta kommunerna är från 1990–91 och de tillhör således den första generationens översiktsplaner. Översiktsplaneringen hade fått en ny inriktning. Planerna är ungefär tio år gamla. Det har hänt mycket sedan dess. När det gäller det underlag man har för att behandla frågorna så är det väldigt olika och man utnyttjar det på olika sätt. Vissa kommuner använder underlag i digital form. Med hjälp av GIS-verktyg kan man behandla information från olika håll medan andra använder sig mer av erfarenhetsvärden från tidigare händelser där markeringar på murar eller husgrunder kan vara viktiga utgångspunkter. Inom undersökningen har framkommit önskemål från kommuner och länsstyrelser om förbättringar av planeringsunderlaget i olika avseenden t.ex. önskar man få tillgång till prognoser för längre tidsperioder och man vill ha säkrare. Det är en självklarhet egentligen. Men det är sådant som framförs i enkätsvaren. Den översiktliga

översvämningsskarteringen som kommunerna får gratis från centralt håll görs i en viss skala och den omfattar enbart de stora vattendragen. I den delen finns det önskemål att man förfinar skarteringen till att omfatta även mindre vattendrag och att den redovisas i en annan skala så att den blir mer direkt användbar i den fysiska planeringen. Men tanken är att kommunerna skall gå vidare utifrån det översiktliga materialet och göra mer detaljerade undersökningar för områden där det är aktuellt att förändra markanvändningen. Jag kan visa på hur det kan se ut.

Detta är ett utsnitt från en fördjupning av översiktsplanen för Torsby kommun (OH7). Det är Klarälven som rinner i mitten med omgivande mark. Här har man markerat områden som är olämpliga för bebyggelse med de horisontella sträckorna. Man har i planen också tagit in rekommendationer om att inom de markerade områdena bör bebyggelse inte tillåtas. Det är en första signal i ett tidigt planskede till medborgarna, företag osv. att här gör kommunen den bedömningen. Den har ingen rättsverkan i och för sig utan bedömningarna måste föras vidare till detaljplaneskedet och tas med i planbestämmelserna för att få rättsverkan. Vi anser att det är ett bra sätt att uppmärksamma frågan tidigt. Det är

## OH 6

### Resultat

- 6 av 19 undersökta kommuner redovisar risken.
- Kommunerna använder sig av skiftande underlag för riskredovisningen.
- Nästan samtliga kommuner och länsstyrelser bedömer att planeringsunderlaget behöver förbättras

bättre att den kommer upp på bordet tidigt än att man blundar för risken. Från departementets sida hade man en idé om att man kunde se det som en utvärdering huruvida lagändringen 1996 har fått något genomslag i den praktiska planeringen. Svaret är nog att det kan man knappast säga att den har fått än så länge (OH8). Eftersom det inte upprättats särskilt många nya översiktsplaner efter ändringen är den första generationens planer från 1990–91 som fortfarande gäller så får man

egentligen inget svar på den frågan. Men vi fick kanske ett något förvånande svar på frågan om några nybyggda hus skadats till följd av översvämningarna. De svar från länsstyrelsen och kommuner vi har fått visar att inte en enda byggnad med färskt bygglov skadades vid översvämningarna förra året. Det var istället frågan om äldre byggnader och det var icke bygglovprövade byggnader osv. men inte något hus som byggts under den senaste tioårsperioden. Det kan finnas flera förklaringar

### OH 7






OH 8

## Resultat

- Lagändringen 1996 har inte fått genomslag.
- Inte någon byggnad med bygglov som är yngre än tio år skadades i de undersökta kommunerna.



till svaret. Bostadsbyggandet har varit väldigt lågt under 1990-talet och kanske särskilt i de studerade kommunerna. Det kanske var så att den kommunala räddningstjänsten gjorde sådana insatser så att man klarade hus som var hotade men med hjälp av invallning och andra åtgärder räddades husen. Det kan finnas andra förklaringar också. Vi hade inte i uppgift att komma med förslag till åtgärder utan det var en kartläggning för att ta reda på hur risken fångas upp i den fysiska planeringen. Man kan konstatera att de här kommunerna inte använder sig av de möjligheter som finns i den fysiska planeringen i särskilt stor utsträckning. Vi måste nog också konstatera att det verkar som om man inte generellt i de undersökta kommunerna använder modern teknik som arbetsverktyg i detta sammanhang. Man använder sig inte heller alltid av det faktaunderlag som ändå finns tillgängligt. Vi bedömer att det finns brister i kommunikationen mellan den lokala, regionala och centrala nivån när det gäller planeringsunderlag. Det är viktigt att underlaget är användbart för dem som skall använda det i den praktiska planeringen, nämligen kommunerna med huvudansvar för att planlägga användningen av mark- och vattenområden.

Medvetenheten om översvämningriskerna har dock ökat. De kommuner vi har haft kontakt med säger samtliga att nästa gång de startar en revidering av översiktsplanen så kommer de att ta större hänsyn till risken. Om det är en effekt av förra årets händelser så är det positivt i sig. Genom planmonopol och PBL har kommunerna ett viktigt instrument för att styra bebyggelseutvecklingen i kommunerna. Man kan även ta in bestämmelser om utformning, konstruktioner och placering på tomten av byggnader i detaljplanebestämmelserna. Kommunerna har ett viktigt redskap i PBL men det gäller också att utnyttja möjligheterna i lagen.

## Fråga till Assar Lundqvist

*Per Wramner:* Det generella strandskyddet – kom ni fram till något i undersökningen vilken roll det har spelat?

*Assar Lundqvist:* Det diskuterades men det ingick inte i uppdraget. Vi vet att Naturvårdsverket har ett uppdrag att utreda strandskyddsfrågorna för närvarande.





# Kan hydrologiska prognoser bidra till att översvämningar undviks?

MAJA BRANDT  
SMHI

Översvämningkatastrofer har människan utsatts för i alla tider – allt från Noas tid med syndafloden till dagens många rapporter om översvämningar från olika delar av jorden. Statistiken från de större översvämningarna visar stor förödelse, hemlösa, döda och saknade personer. En naturlig fråga uppstår – vad är mänskligt betingat och hur kan vi minska skadorna vid ett högt flöde? Vilken hjälp kan vi ha av meteorologiska och hydrologiska prognoser? Hur långt i förväg kan vi få varningar?

Översvämning kan orsakas av flera väderfenomen såsom stor nederbörd, snabb snösmältning (i kombination av stor nederbörd), isdammar och isproppar, stormvågor och högt havsvattenstånd, skred som följd av förändringar i flödet samt dammbrott. Vid presentationen behandlas endast prognoser för regn och snösmältning.

## Vad innebär en hydrologisk prognos?

Flödesprognoser kan delas in i korta och långa prognoser, där korta prognoser avses

flödesutvecklingen framåt i tiden något eller några dygn. De bygger på väderprognoser, där nederbörds- och lufttemperaturprognoser (för bedömning av eventuell snösmältning) är de viktiga parametrarna, och på den rådande hydrologiska situationen (markfuktighet, fyllning i sjöar och regleringsmagasin, årstid som kan påverka hur mycket som kan avdunsta osv.) i området. Med långa prognoser avses flödesutvecklingen under flera månader framåt. De kan användas t.ex. för bedömning av vårfloden och Vänerens vattenståndsutveckling. Långa prognoser bygger på många års vädersituationer och man får sannolikhet för olika flödesutvecklingar.

## Modellberäkning

De flesta hydrologiska beräkningar som görs på SMHI utförs med HBV-modellen. Det är ett redskap med vars hjälp vattenföringen från ett område beräknas utifrån nederbörd- och temperaturobservationer. För varje beräkningsområde beskrivs areal, vegetationstyp, sjöprocent och topografi. HBV-modellen är en vattenbalansmodell som har med de viktigas-

te delarna av den hydrologiska kretsloppet t.ex. snöackumulation och smältning, avdunstning, markfuktighet, avrinning och dämpning av flöde i sjöar. Modellens parametrarna kalibreras normalt mot en observerad vattenföringsserie. Efter kalibreringen kan avrinningen beräknas, förutsatt att det finns observerade nederbörds- och temperaturserier i området. Prognoser för flödesutvecklingen beräknas med en 5–10-dygns nederbörds- och temperaturprognos som indata. Detaljerade nederbördsprognoser för några dagar framåt i tiden är dock svåra att göra med god rumslig precision och med rätt nederbörds-mängd. Långtidsprognoser bygger i regel på de senaste 30 årens nederbörds- och temperaturförhållanden, som på motsvarande sätt körs i modellen för att beräkna olika flödesutvecklingar.

För att kunna förutsäga flödesutvecklingen i Sveriges vattendrag har HBV-modellen kalibrerats för ett 50-tal områden, där det utförs vattenföringsobservationer i realtid. För dessa områden beräknas varje dag vattenföringsprognoser med HBV-modellen baserade på två olika nederbördsalternativ. Det lägre alternativet representerar den troliga nederbördsutvecklingen och det högre en fortfarande sannolik men mer extrem utveckling. Dessutom beräknas avrinningen utifrån nederbörds- och temperaturobservationer från 180 klimatstationer, vars värden erhålls i realtid samt flödesutvecklingen för de närmaste 5 dygnen utifrån meteorologiska prognoser för dessa. Båda dessa beräkningar ger en indikation om den hydrologiska situationen och sannolikheten för naturliga flöden för mindre vattendrag i olika delar av Sverige. För större vattendrag måste man sedan ta hänsyn till fördröjningar som uppstår på grund av transporttid och dämpning i sjöar. I de reglerade vattendragen kompliceras det ytterligare med hur dessa regleringar och tappningar sköts av kraftverksägare och vattenregleringsföretag. På uppdrag av vattenregleringsföretag har SMHI kalibrerat en stor del av de norrländska

reglerade älvarna samt även en del stora vattendrag i södra Sverige med HBV-modellen med vars hjälp tillrinningen till regleringsmagasinen kan beräknas. Dessa prognosmodeller kan startas vid behov men kräver manuell insamling av indata.

Förutom dessa modellberäkningar används radar- och satellitbilder, som ett komplement. De visar varifrån ett regnområde kommer, intensitet, vart det är på väg och hur snabbt det rör sig.

Utifrån analyserade aktuella hydrologiska förhållanden och prognoser lämnar SMHI information och varningar till myndigheter, vattenregleringsföretag, samordningsgrupper för höga flöden, massmedia och allmänhet. Hydrologiska meddelande ges ut omkring den 20 i varje månad (se t.ex. hemsidan, [www.smhi.se](http://www.smhi.se)) och flödesvarningar (distribueras med fax och email till länsstyrelser, kraft- och vattenregleringsföretag, SOS Alarm m.m.), när det är risk för höga flöden och översvämningar.

I samband med kritiska perioder under de senaste översvämningarna i Norrland ordnades dagliga telefonmöten, där berörda parter (upp mot 50–150 personer deltog) lämnade information (från SMHI t.ex. väder- och flödesläget, från regleringsföretagen tappningar osv.) och diskuterade situationen. För vattendragen i södra Sverige finns inte denna organisation lika väl uppbyggd utan där har SMHI hittills lämnat prognoser och varningar samt besvarat förfrågningar och deltagit i telefonmöten vid önskemål. I figur 1 återfinns SMHIs insatser i samband med översvämningarna i Arvika samt i figur 2 en långtidsprognos för vattenståndsutvecklingen i Glafs fjorden från den 5 december 2000, där den uppmätta vattenståndet lags in i efterhand.

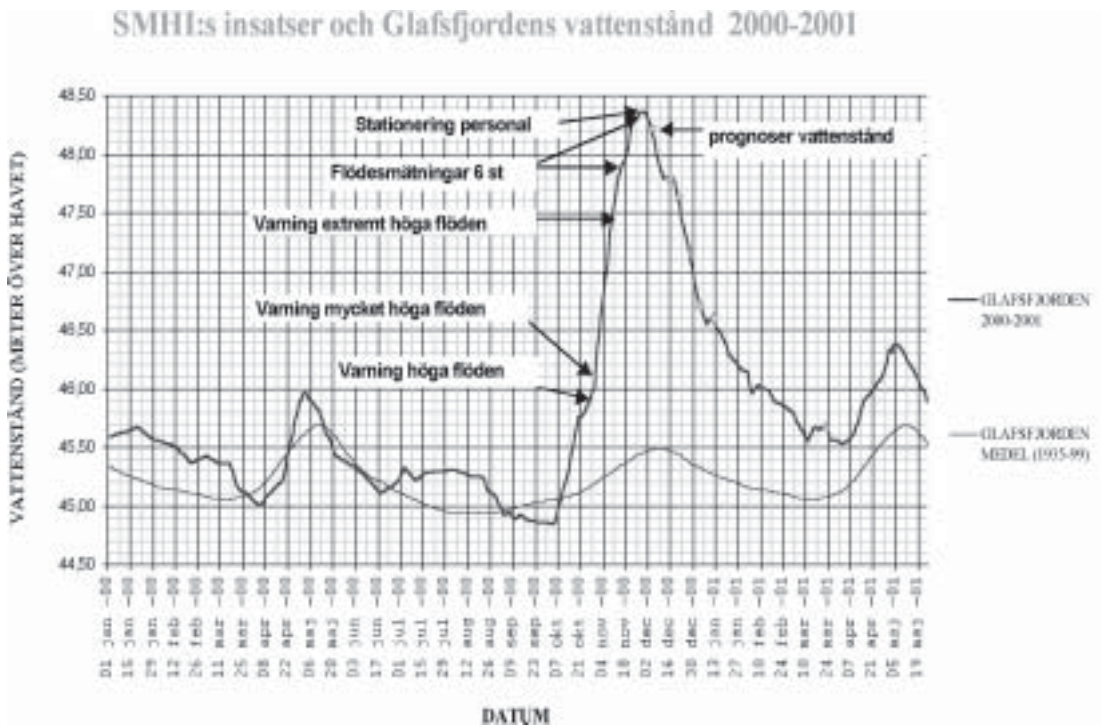
## Erfarenheter

Efter översvämningarna sommaren 2000 begärde regeringen en utvärdering av SMHI,

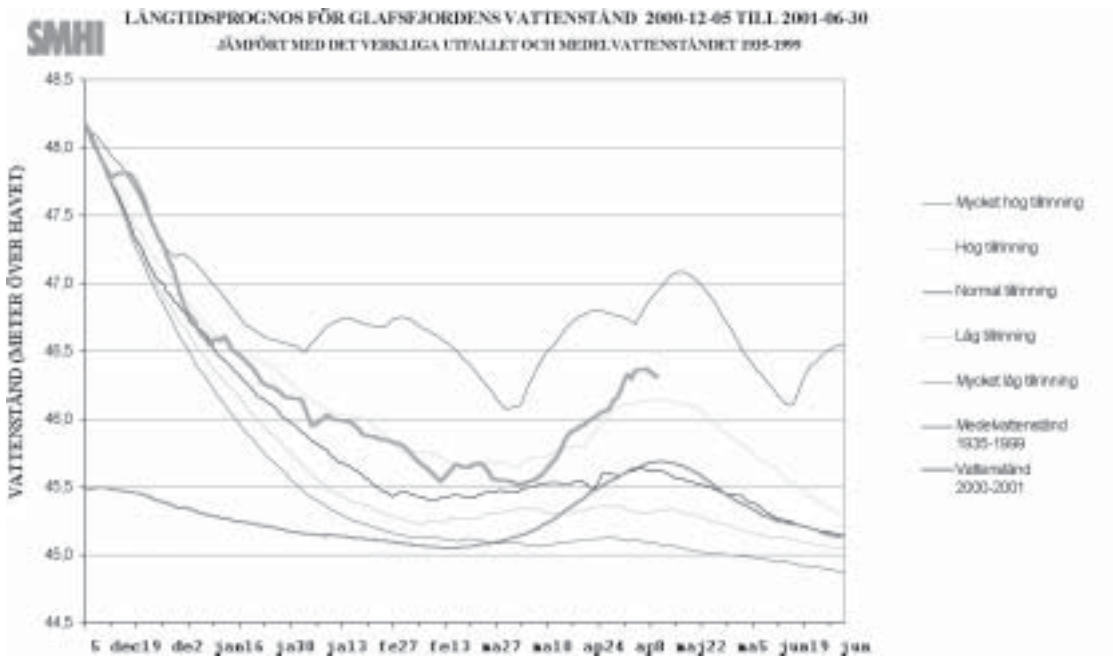
som visar på hög träffsäkerhet i de meteorologiska och hydrologiska prognoserna för den aktuella området och perioden samt omfattande kontakter med samhälle och media. Som en följd av erfarenheterna från norrlandsöversvämningarna och de i Arvika har SMHI påbörjat ett antal åtgärder. De hydrologiska varningarna görs mer specifika och mindre generella, mer anpassade meteorologiska prognoser används och vid behov stationeras meteorolog och hydrolog som hjälp vid samordningscentral. SMHI arbetar nu med att ta fram arbets sätt att göra grova flödesprognoser för vattendrag där hydrologiska modeller inte tidigare är uppsatta inom 24 timmar, som kan ge svar på stigande/sjunkande vattenföring. För att bedöma hur stora översvämningar som ett prognosticerat flöde kan orsaka längs vattendraget krävs dock erfarenhet från liknade flöden eller en omräkning från flöden till vattenstånd.

I Räddningsverkets översiktliga översvämningsskarteringsprojekt har f.n. (25 okt. 2001) ett 25-tal större vattendrag och sjöar karterats, vilket innebär att två höga flöden har omräknats med hjälp av hydrauliska modeller till vattenstånd längs vattendragen och i sjöarna. Utifrån dessa karteringar kan man avläsa utbredningen och vattenståndshöjden på olika platser. De uppsatta hydrauliska modellerna kan köras med de prognosticerade flöden och ge en uppfattning om vattenståndsutvecklingen. Vattenståndsskartering från flöden kräver en stor mängd indata (höjddata kring vattendraget, vattendragets lutning i olika delar, vattendragets djup och bredd, förträngningar, dammuppgifter m.m.), vilket är tids- och arbetskrävande att samla in. Likaså är uppsättningen och kalibreringen av den hydrauliska modellen tidsödande. Eftersom vattenståndsprognoser är så viktiga vid bedömning för översvämningsskrisen och ut-

Figur 1.



Figur 2.



vecklingen har SMHI startat ett projekt för att se om det är möjligt att göra förenklade hydrauliska modelluppsättningar utifrån uppgifter som lätt kan tas fram och göra grova vattenståndsprognoser för utsatta ställen (t.ex. sjöar).

## Slutsatser

Översvämningar kan ej undvikas med hydrologiska prognoser eftersom människan inte

rår över väderfenomen såsom t.ex. nederbörd, men skadeverkan kan minskas genom att varningar och prognoserna ger allmänhet och räddningstjänsten en möjlighet att göra åtgärder innan flödet når skadliga nivåer. Under ett flöde har prognoserna också ett stort värde för planeringen av räddningstjänstinsatser, bemanning m.m. Den effektivaste åtgärden för att undvika översvämningsskador sker dock genom en god planering av vår bebyggelse och infrastruktur t.ex. genom översvämningsskartering.

# Miljöbalkskommitténs arbete



ANNA TIBERG  
Miljöbalkskommittén

Jag kommer att göra er besviken om ni förväntar er att få svar på den generella frågan i det här seminariet – vems är felet? Min lilla pusselbit kan tyvärr inte bidra så mycket. Från början var rubriken på detta föredrag: Behöver lagstiftningen förändras och vattendomar omprövas? Vi har ännu inte kommit så långt i vårt arbete i Miljöbalkskommittén att vi kan besvara den frågan. Det jag skall göra är att berätta om vad vi kommer att göra.

Miljöbalkskommittén är inte den första utredning som har fått i uppgift att titta på översvämningar och vad man kan göra åt dem. På samma sätt som översvämningar återkommer med mer eller mindre jämna intervaller återkommer utredningar som skall utreda frågan. De senaste två utredningarna avgav betänkanden 1985 respektive 1994. Den första handlar om dammsäkerhet som föranleddes av raset i Nopikoski. Den andra utredningen föranleddes av osedvanligt stora översvämningar 1993, särskilt i norra Norrland. Den kom med ett betänkande som heter Älvsäkerhet och där föreslogs en del saker bl.a. samordningsgrupper och det har kommit igång i större delen av landet i alla fall. Därefter inträffade översvämningen år 2000 och då var det

dags för en ny utredning. Behändigt nog fanns Miljöbalkskommittén redan tillsatt och vi fick således uppdraget. Kommittén huvuduppdrag är att följa upp miljöbalkens tillämpning och se över vissa utpekade frågor. Miljöbalken är ett stort lagverk som kom till under ganska stor tidspress så att det kan finnas behov att se över den. Eftersom vattenfrågorna sedan miljöbalkens tillkomst ligger just i balken så föll det sig naturligt att ge Miljöbalkskommittén tilläggsdirektiv och det fick vi i våras (2001). Innan jag går in på dem vill jag bara kort presentera organisationen i kommittén och. Det är en parlamentarisk kommitté med tio stycken politiker som är utsedda av riksdagspartierna och avspeglar majoritetsförhållandena i riksdagen plus en opolitisk ordförande som är Ulf Bjällås, lagman i Miljööverdomstolen. Till kommittén är knutna cirka 30 experter. Vi har ett helt smörgåsbord av uppgifter och har av praktiska skäl delat upp experterna i olika grupper. Frågor om översvämningar hanteras i vår organisationsgrupp som i övrigt skall se över frågor om prövningsordningen – var skall man pröva miljöfarlig verksamhet och vattenverksamhet och naturvårdsfrågor och allt det som faller under balken? I den här gruppen

finns det representanter för bl.a. Naturvårdsverket, Kommunförbundet, Svensk Energi, Svenskt Näringsliv, länsstyrelser, Kammarkollegiet och vattenrättsadvokater. Dessutom har vi tillgång till annan expertis från t.ex. SMHI. Arbetet förbereds av oss på sekretariatet – fyra sekreterare. Vi presenterar material i expertgrupperna och därefter föreläggs det för kommittén som fattar beslut. Expertgrupperna har ingen beslutanderätt. De kommer med sakargument och i viss mån representerar de också intresseorganisationer och eller sektorsintressen. Vi har haft en genomgång i kommittén hittills och det var ett föredrag av Sten Bergström ungefär det som han skulle ha hållit idag som har varit ett orienterande allmän information om översvämningar och mekanismer bakom hur det ser ut.

När det gäller de uppgifter vi har fått av regeringen i vårt tilläggsdirektiv så sägs det att 1. kommittén skall bedöma och analysera följande: Kommittén skall gå igenom sådana vattendomar som kan ha betydelse för riskerna för översvämningar. Man kan undra vad det är för domar. Det finns inget sagt om det i direktivet. Typiskt sett är det tillstånd till reglering för vattenkraft. Vattendomar eller tillståndsdomar är enligt vattenlagstiftning kan handla om annat än kraftproduktion. Domar kan gälla markavvattning för jordbruksmark, flottningsdammar fanns tidigare i ganska stor utsträckning, även anordningar för sjöfarten och för alla möjliga ändamål kan ges tillstånd i domar. Det vi har sett är än så länge att det är kraftindustrin som har störst betydelse. Syftet med den här genomgången skall vara att få fram ett relevant underlag för en analys om miljöbalkens bestämmelser om omprövning av gällande tillstånd för vattenanläggningar och vattenreglering. Då skall man vara medveten om hur systemet fungerar. Miljöbalkens regler om vattenverksamhet är inget helt nytt. Det har funnits mycket likartade regler sedan åtminstone 1918 då den första vattenlagen kom. Den reviderades 1983 på en del punkter men systemet i botten har

egentligen varit detsamma nämligen att skall man bedriva en viss form av vattenverksamhet som inverkar på ett visst sätt på vattenförhållanden då måste man få ett tillstånd. Det tillståndet får man i form av en dom. Tanken bakom det här är att från början var egentligen rent exploateringsinriktad – att underlätta exploateringar. Genom tillståndsprocessen kunde man i ett sammanhang lösa alla konfliktfrågor, markägare som blev drabbade på olika sätt skador eller deras mark tog i anspråk, samt ge den som skulle bedriva verksamheten och som skulle satsa pengar ett tillstånd som han eller hon kunde inrätta sig efter och vara trygg i, skapa rättstrygghet för framtiden. Det var den modell som då valdes 1918 och som alltjämt gäller. Det medför att man får ett tillstånd som gäller för evig tid. Men redan 1918 insåg man att saker och ting kunde komma att ändras i samhället och det kunde finnas behov att göra justeringar. Det fanns vissa sådana möjligheter i 1918 års vattenlag och den utökades sedan i 1983 års lag. Då gjorde man det möjligt att ompröva beslut och sedan har man gjort ytterligare utökningar av detta i miljöbalken. Så där finns ett verktyg, omprövning för att göra ändringar. Men det finns en massa begränsningar. Man får t.ex. inte helt rycka undan mattan för ett tillstånd så att man gör det omöjligt i praktiken att bedriva den tillståndsgivna verksamheten och man får inte heller göra ändringar så att det kostar verksamhetsutövarna alltför mycket i vart fall inte utan att staten betalar ersättning. Vill man göra stora ändringar kan det bli så att staten får gå in och betala och då kan det bli dyrt. Det är bakgrunden till att kommittén har fått i uppdrag att tittar på de här reglerna. Kommittén skall analysera bestämmelserna med omprövning samt vid behov föreslå ändringar i lagstiftningen. Sedan har direktivet också specificerat lite närmare om den här analysen. Är förutsättningarna för omprövning tillräckliga för att förbättra möjligheten att förebygga och begränsa riskerna för översvämningar? Det är en fråga. Då ser ni här att



frågeställningen förutsätter att det är något fel på vattendomarna och det är vår första invändning. Vi har inte fått uppdraget att utreda vad man kan göra åt översvämningar. Vi skall titta på om man behöver ändra omprövningsreglerna. Vilka fel det konkret kan vara framgår inte av direktivet. Men vi har uppfattat situationen så att det som brukar utpekade är tappningen av vatten från dammar och kraftverk, att man borde tappa annorlunda på olika sätt antingen sänka av magasin i förtid när man vet eller tror att det skall komma en översvämning eller generellt ha större buffertar i magasinen eller något som kan vara ett annat sätt att uppnå samma sak att bygga större magasin, att bygga på dammarna så att man kan samla upp vattnet när det kommer. Den första fråga som vi tycker att man skall ställa är: Kan man rent tekniskt/praktiskt åstadkomma förbättringar vad gäller översvämningar på detta vis? Det är ingen idé att gå in och ändra reglerna om man ändå inte kan förebygga översvämningar på det här sättet. En andra frågeställning är om det finns några hinder i hanteringen vid domstolarna. Är de processuella reglerna ändamålsenliga? Sista punkten gäller ersättningsreglerna och bestämmelsen om rättegångskostnader, lägger dessa regler hinder i vägen för angelägna omprövningar som syftar till att förbättra t.ex. dammsäkerheten och minska riskerna för och skadeverkningarna av översvämningar? Det är så det står i direktivet. Då måste man veta det att de ersättningsregler som åsyftas är de jag nämnde tidigare. Ett tillstånd ger som jag nämnde tidigare en rättstrygghet – säkerhet mot ändringar. Det är möjligt att göra ändringar och en tillståndshavare kan tvingas avstå upp till 20% av de vatten som man har givits rätt att utnyttja i en dom utan ersättning. Tvingas en tillståndshavare att avstå mer än 20% får staten börja betala ersättning och det är de ersättningsreglerna man syftar på här.

När det gäller rättegångskostnader så är det så att lagstiftningen har varit ganska generös och föreskriver att om någon ansöker om

tillstånd till en vattenverksamhet så skall alla de personer på motsidan, alla motparter, alla som kan beröras, fastighetsägare som bor runt älven, de som har fiskerätter eller någon annan form av anknytning till det här området av någon dignitet, få rätt att processa på sökandens bekostnad. Motparterna har alltså möjlighet till att anlita advokat och försöka motätta sig hela vattenföretaget eller påverka dess utformning också föra talan för sina skador på olika sätt. Tänk er en utbyggnad av lite större omfattning – det kan det röra väldigt många personer runt en stor sjö t.ex. Det kanske inte är så att alla är anlitar en advokat var men det kan ändå sammantaget bli stora pengar. I denna fråga har vi ett deluppdrag som egentligen inte tillkommit på regeringens initiativ utan föranletts av en skrivelse från kraftverksindustrin. I mitten på 1990-talet påtalade kraftindustrins företrädare för regeringen att rättegångskostnaderna är ett problem i vissa specifika situationer, nämligen när kraftverksindustrin vill vidtaga säkerhetshöjande åtgärder. Vill man t.ex. bygga större utskov för att kunna släppa på det vatten som kommer vid extrema flödena så tycker kraftindustrin att det blir problematiskt att ansöka om en tillstånd för då kommer en massa sakägare sättande med advokater och då blir det dyrt och så hindras de mycket angelägna säkerhetshöjande åtgärderna. Det är också en fråga som vi har att titta på.

När det gäller tidsplaneringen så har vi redan kommit med ett första litet betänkande som vi brukar kalla för akutbetänkandet för det var vissa fel som ganska snabbt kunde rättas till. Det var ganska mycket fel i miljöbalken eller olämpliga regler så man såg direkt att här blir det stora problem och som man relativt lätt kunde ordna till och det gjordes i ett första betänkande. En del av våra förslag har omarbetats till en proposition. Sedan skall vi avge ett principbetänkande i sommar och i det är det inte meningen att vi måste ha förslag på färdiga regler men vi skall redovisa principer tankar och idéer. Då kan man tänka

sig att presentera olika alternativ och sedan i en remissrunda få respons på det och se hur det uppfattas för att sedan kunna till slutbetänkandet komma med den bästa lösningen. Slutbetänkandet skall vara färdigt den 31 december 2003.

Vad har vi gjort hittills i översvämningsfrågan sedan vi fick direktiven i våras? Ja vi har börjat med att försöka läsa in det här området någon slags kunskapsuppbyggnadsfas och börja titta på den första frågan om man kan göra något praktiskt. Fungerar det att ompröva domarna överhuvudtaget? Det är ju egentligen inte är en juridisk fråga. Dessutom måste vi hitta ett antal domar att analysera. Det är inte något som vi i Kommittén gör själva utan vi har skrivit till ett antal utvalda länsstyrelser och begärt hjälp. Alla länsstyrelserna i Norrland, i Dalarna, Värmland och Västra Götaland har vi bett att ge oss förslag på vattendomar där länsstyrelserna vet att det är problem. Länsstyrelsen är tillsynsmyndigheten på det här området och vem kan bättre besvara den frågan. Vi har nu fått ett antal förslag. Det vi nu håller på med är att göra en detaljerad genomgång av de här domarna och det är inte heller något som vi på sekreta-

riatet skulle klara av själva i alla fall inte inom rimlig tid. Så därför skall vi ha sammanträden där vi samlar representanter från länsstyrelsen, från kraftverksindustrin, från SMHI, i något fall från Svenska Kraftnät som har någon sorts tillsynsliknande roll i det här sammanhanget. Vi skall sätta oss ner och titta väldigt konkret dom för dom eller område för område och se vad man kan göra och utfallet av det kan jag inte säga någonting om innan det har börjat. Därutöver behöver vi ha en allmän diskussion om möjligheterna att förebygga översvämnings med hjälp av ändrade vattenhushållning eller tappningsbestämmelser. Det är vad vi hoppas kunna presentera till sommaren.

Sedan skall jag bara kort nämna att vi har fått ytterligare en uppgift från regeringen och den har sin bakgrund i ett brev från landshövdingarna i västra Götalands län och Värmlands län som krävde någon form av förändring av räddningstjänstlagen eller annan lagstiftning som gör det möjligt just för länsstyrelserna att gripa in i ett tidigare skede än räddningstjänstlagen tillåter. Så det är också en fråga som vi skall titta på. Det är vårt uppdrag och det vi skall jobba med.



## Slutdiskussion

*Valfrid Paulson:* Jag har en fråga till Anna Tiberg. Vi hörde före pausen ett förslag om bygande av en tunnel från Vänern ut till Byfjorden. Det är ett företag som skulle påverka miljön på flera avseenden både vägen efter tunneln och sedan i Byfjorden. Syftet sa hon skulle vara att man minskar de skadeverkningar som i annat fall skulle ha uppstått om man inte får en sådan här dragning av vattnet via tunneln. Finns det förutsättningar för att pröva det här enligt miljöskyddslagen och hur går det i så fall till? Klarar man det? Lagen har såvitt jag ser det inte förutsett den typen av företag.

*Anna Tiberg:* Ja det är en fråga som jag egentligen borde bolla vidare till de miljöråd som sitter här i publiken som har mer erfarenhet. Men till och börja med är miljöskyddslagen avskaffad genom balken och en av tankarna bakom balken var just att föra ihop flera verksamheter. Man kan pröva både vattenfrågor, miljöfarlig verksamhet, täkter, naturvårdsfrågor i ett och samma sammanhang. Det har i alla fall jag uppfattat som en stor vinst om man kan göra det. Det pågår ett flertal prövningar av tunnlar just nu. Hela Bottniabanan t.ex. är en massa tunnlar. Vi har ett annat uppdrag som inte gäller översvämningar men som handlar om att se över prövningen av infrastruktur anläggning t.ex. tunnlar, vägar, järnvägar, broar. Det har föreslagits av tunnelkommissionen som var ett resultat av Hallandsåskatastrofen kan man säga. De föreslog nämligen att man skulle flytta över prövning av sådana här från regeringen till domstolar. Så de har fått ett uppdrag att titta på. Men delar av en sådan tunnel skulle definitivt

prövas såsom vattenverksamhet enligt min uppfattning i alla fall. Det finns säkert inslag av miljöfarlig verksamhet som skulle prövas där. Det är ett problem att det fortfarande finns barriär mellan miljöfarlig verksamhet och vattenverksamhet och annat. Men kanske finns det bättre förutsättningar för sådan prövning med balken än vad det fanns tidigare. Det kan man nog säga.

*Ragnar Friberg:* Vilka flödestoppar räknar kommunerna med när de redovisar översvämningensrisker i sina översiktsplaner? Är det hundraårsflöden, vilket förefaller motiverat att hus skall stå en lång tid. Är det beräknat högsta flöde eller är det femhundraårsflöde eller annat? Den andra frågan gäller någonting som vi diskuterade under pausen nämligen – vilket intresse visar försäkringsbolagen för de här översvämningensriskerna och hur det ser ut geografiskt? De borde vara mycket intresserade antingen genom att inte försäkra vissa hus eller ta ut väldigt höga försäkringspremier.

*Assar Lundkvist:* Den första frågan vilka kriterier eller vilken nivå kommunerna lägger sig på när de skall redovisa översvämningenshotade riskområden så är det en fråga för kommunen. Det finns inga riktlinjer från centralt håll om att ni skall räkna på femtioårsflöden, återkomsttider eller hundra år eller tiotusen eller någonting. Det är en lämplighetsbedömning i varje enskilt fall utifrån de förutsättningar som finns utifrån den verksamhet eller den anläggning det är fråga om. Det viktiga är att risken kommer upp och bedöms mot andra intressen. Det kan finnas exploateringsintresse kontra någon risk.

*Ragnar Friberg:* De här sex kommunerna som hade gjort det. Hur hade de gått tillväga? Vad hade de valt för balans?

*Assar Lundqvist:* Det var lite olika. Det skiljer emellan kommunerna där. Men det är en kommunal prövning i första hand. Den andra frågan när det gäller försäkringsbranschens intresse för saken så hade vi kontakten med dem och deras centralorganisation för försäkringsbolagen som visade att de nog är intresserade men de är lite försiktiga med att komma in i tidiga skeden när det gäller att planlägga områden för bebyggelse. Det ville de inte. Det var åtminstone det intrycket jag hade när jag hade kontakt med dem. De var inte intresserade av det. Däremot blir det en försäkringsfråga, en premiefråga i slutändan. Nivån på premien är där de hamnar även om de naturligtvis har en massa kunskap och erfarenheter från tidigare händelser som skulle vara värdefullt att få in i processen. Men det är nog lite si och så med det idag som det verkar.

*Arnor Njøs:* I Norge skall kommunen sända sina planer för byggande till Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) när det är områden med t.ex. översvämningssrisk. Då skall kommunen få en vägledning så att det inte byggs på de farliga områdena, med riskgränsen satt till 100–200 års översvämning. Som hjälpmedel blir använt flomsonekart (översvämningssonekart).

Så var det försäkringsbranschen. I Norge har vi en Naturskadepool som representerar alla skadeförsäkringsbolag och som handterar naturskadeförsäkring från privata. Naturskadepoolen har hittills utbetalt skadestånd för översvämningsskador som gäller byggnader. Alle hushåll må ha naturskadeförsäkring. Men det återstår att se regresser till de kommuner som har utbyggt områden med översvämningssrisk. En möjlig regress är ett lite skrämelse för kommunerna.

Skader på marken blir kompenserat av Statens naturskadefond.

*Per Wramner:* Den här vägledning som kommunerna får med särskilda kartor du nämnde. Det är väl bara råd till kommunerna. Det är inget som är tvingande om jag förstod dig rätt.

*Arnor Njøs:* Kommunala planer för byggnad i områden med översvämningssrisk skall läggas fram för Norges vassdrags- og energidirektorat.

*Per Wramner:* Ja men om direktoratet säger att ni får inte bygga där. Följer kommunerna det? Är de tvungna att följa det?

*Arnor Njøs:* Ordningen har stort sett likartad funktion som riktlinjer och har fram till nu fungerat bra.

*Alf Axlid:* Jag frågade förut om 26 kapitlet 9§ miljöbalken. Finns det någon här inne som kan kommentera det?

*Anna Tiberg:* Det är en av de bestämmelserna som vi får titta på i samband med förfrågan från landshövdingarna om utökade befogenheter enligt räddningstjänstlagen och se om det kanske helt täcks upp av 26 kapitlet 9§ i andra stycket. Med miljöbalken vågar man göra väldigt få tvärsäkra uttalanden om vad som gäller än så länge.

*Lennart de Maré:* Jag tycker det var väldigt intressant det som Anna Tiberg sade att när det gäller omprövningen av i första hand regleringsdomar när ni tittar på om det över huvud taget är någon vits. Kan du säga om ni har kommit någon vart i den frågan? Den andra frågan är att vi har faktiskt ett begrepp som vi kan summera så här ungefär. Ett varaktigt skydd mot vatten vad som vi då i det här sällskapet lite olyckligtvis har sorterat in under mark och vatten dvs. att det är förbjudet i större delen av landet. Har panelen någon uppfattning om det?

*Gustav Sandegren:* Vi inom vattenkraftindustrin följer naturligtvis de eventuellt nya domar vi får. Får vi en ny dom som inkräktar på vad vi en gång betalt för så är vi skyldiga att avstå från en del av vinsten och det är alldeles självklart att kommer en omprövning med ny dom så avstår vi den del av vinsten som lagen förskriver. Huvudsaken är att "spelreglerna" är klara vid omprövningen så att man inte under omprövningens gång skall sitta och diskutera vem som skall stå för bl.a. advokatkostnader? Vem skall betala eventuella skadeersättningar? Skall kraftindustrin få sänka regleringsavgifter? Svensk kraftindustri betalar totalt in över 100 miljoner per år för oförutsedda skador. Dessa avgifter är grundade på att vi får utnyttja givna tillstånd upp till dämmningsgränserna

*Lennart de Maré:* Vi har en bestämmelse om skydd mot vatten mot översvämningar som vi pratade om i dag som man har sorterat in under mark- och vattningsbegreppet. Men ett varaktigt skydd om man nu vill ha invallning eller vad det nu är. Det heter bara skydd mot vatten så är markavvattning då generellt förbjudet i dag i större delen av landet och man skall ha dispenser och det är obligatoriskt tillstånd. Man kan inte komma undan tillståndskraven på något enda vis. Frågan är egentligen om man tänkte på det när man förbjöd markavvattning.

*Per Wramner:* Jag undrar om det är någon här som kan svara på den frågan – knappast troligt.

*Sven Bengtsson:* Jag har två frågor riktade till dels SMHI och dels regleringsföretagen. Om vi tar SMHI först. I era prognosmodeller är sett över tiden förbättrats och därmed era prognoser. Hur mycket ytterligare kan de förbättras? Behöver regleringsföretagen i ert system reglera de olika magasinerna i domänvallarna ni har ansvar för. Hur mycket ytterligare kan era system förbättras?

*Maja Brandt:* När det gäller hydrologiska prognoser så kan man säga att vi är beroende av de metrologiska prognoserna. När det gäller nederbörd så tror jag inte att vi på rimlig tid kommer att komma så mycket bättre. Det är för mycket kaos i världssystemen tror jag. Däremot tror jag på hydrologiska sidan att vi kan göra mer att vi sätter upp mer och mer vattendrag så att vi har förberett så att vi åtminstone kan köra de system som vi har. Där tror jag att vi kan bli bättre och göra det snabbare.

*Gunn Persson:* För att förtydliga en sak. Jag tycker det är en viss skillnad när det gäller prognoser. Vad gäller vårflödena så är de mycket lättare att prognostisera eftersom det bygger på snön och den vet vi finns där. Men det som är det stora problemet är just de här sommar/höstflödena.

*Arnor Njøs:* Det är så att det finns manövreringsregler och konsessioner. Manövreringsreglerna innebär väl att man kan tömma magasinerna så långt som till ett **reglerat** minstevattenstånd. För sommar- och höstflöden är regleringen mycket svårare. Normalt har vi då en fyllnadsperiod för magasinerna, och det skulle fordras et frivolum i magasinerna till sent på hösten för att motverka sådana flöden. Förnyelser av konsessioner vil i Norge föregå varje sextionde år eller däromkring. Med eventuellt stigande frekvens av höstöversvämningar i framtiden blir det en viktig fråga att finna fram til överenskomster som gir möjligheter att hålla i beredskap et visst fyllnadsvolum i magasinerna under sommaren och tidlighösten.

Så detta med att inte skydda jordbruksarealer. Efter storflödet i 1995 har det varit diskuterat ett differentierat översvämningsskydd där jordbruksarealen kanske kunna få et skydd för 30-års översvämningar, och tätorterna innanför sådana jordbruksareal ett skydd för 200 års översvämningar. Vi hade ett exempel där damskyddet tålade 1995-

flödet. På insiden av detta skyddet var det byggnadsvärdering för tätorten på över 2 miljarder kronor.

*Gustaf Sandgren:* I de sex älvar (Umeälven, Ångermanälven, Indalsälven, Ljungan, Ljusnan och Dalälven) som jag representerar så använder vi HBV-modellen som SMHI har utarbetat och som vi uppdaterar dagligen. I Dalälven är vi inte helt klara med modellen för alla delområden. Vi håller f.n. på med Svärdsjövattnedraget och jag räknar att vi har en färdig modell där någon gång under vintern. Vi har avtal med SMHI som kör modellerna parallellt med oss så att om vi av någon anledning inte kan köra modellen får vi modellresultat från SMHI. Vi får modellen uppdaterad från SMHI med information en gång i månaden eftersom vissa metrologiska värden inte kan erhållas dagligen (modellen kan köras ändå, men kanske med ett något sämre resultat). Detta innebär att prognoserna bli de samma oavsett om vi eller SMHI kör modellen. Vi vill inte göra som man gjorde i Norge under flödet 1995 där man hade två prognoser på hur högt vattenståndet skulle bli och det var väldigt olyckligt. Vi betalar årligen mycket pengar till SMHI för modellen, men vi tycker att det ur många synpunkter absolut är värt den höga kostnaden.

Sedan arbetar vi f.n. tillsammans med Elforsk och Svenska Kraftnät med någonting som heter "RISIM" (riversimulator) som är en flödessimulator och den har under arbetets gång delats upp i två delar, den ena modellen som heter Tränings-RISIM (T-RISIM) och en andra modell som troligtvis kommer att heta Forecast-RISIM (F-RISIM) alltså prognosmodell. Avrinningsmodellen HBV är motorn i den grundläggande modellen. RISIM som skall kunna simulera utvecklingen i ett vattendrag över tiden som funktion av nederbörd och temperatur. T-RISIM är klar som prototyp i Umeälven där 5 st. höglödesår är inlagda. Genom att prognostera framtiden baserat på utvecklingen i olika vädersituationer (5-dygnsprog-

noser) och kombinera prognoserna med styrning av tappningen skall användaren på timbasis kunna kontrollera utvecklingen i vattendraget. En loggbok över händelseförloppet gör att användaren i efterhand kan utvärdera övningen. Alla tekniska data för dammar och kraftstationer finns inlagda i modellen. Med F-RISIM kopplas modellen med en aktuell 5-dygnsprognos och i princip skall vi då kunna se flödet från källan till havet. Modellen är enbart hydrologisk ingen hydraulisk modell är kopplad till simulatoren. Träningsmodellen presenterades för berörda länsstyrelser i förra veckan. Modellen kommer att användas internt inom kraftindustrin. Modellen har också testats med faktiska värden och jämförts med verkligheten. Modellen och verkligheten stämmer relativt väl när det gäller det maximala flödet däremot kan det bli vissa förskjutningar i tiden beroende på vissa orsaker som vi inte har analyserat än.

*Lennart Henriksson:* Jag har uppfattat budskapet idag som att vi inte kan hitta någon orsak till översvämningar egentligen att skogsbruket inte har någon betydelse, jordbruk inte har någon betydelse osv. Frågan är då om man vidgar perspektivet lite grand kan man också dra slutsatsen att de landskapsförändringar som vi har sett i form av dikning, skogsbruket, hårdgjorda ytor osv. inte har påverkat hydrologin generellt.

*Maja Brandt:* Det är en svår fråga du ställer. När det gäller de riktigt extrema situationerna då betyder inte markanvändningen så mycket för då har du ett så blött system, så då är de här diken och annat som vi har gjort de är helt fyllda. Hela systemet är fyllt. Du har de låga svackorna fyllda med vatten. I den situationen har markanvändningens förändringar inte så stor betydelse längre utan då är det vattenmängden som betyder någonting. Däremot när man kommer till lite lägre flöden då har du en annan situation.

*Lars Lundin:* När du nu drar in den långsiktiga storskaliga förändringen antar jag att du inbegriper även agrarsamhällets framväxt och sumpskogar som spred ut sig över dagens jordbrukslandskap. Det var kanske mer eller mindre översvämmat i ett utgångsläge och utgjorde på så sätt både kanske reservoarer för vatten, sjöar och liknande och på så sätt kunde de dämpa flödena. Det var översvämningssmark då. Idag är det inte det. Där får man väl fundera lite filosofiskt om vi skall gå tillbaka till översvämmade åkermarker i större utsträckning så kanske det kan dämpa vissa höga flöden. Det blir ett helt annat landskap då.

*Arnor Njøs:* Vi brukar väl säga att intill 20–30-års översvämningar betyder markanvändningen en del och detsamma gör det som är gjort av arrondering för att få större åkrar, och helt klart övergången från skogsbruk till jordbruk. Men när man går till stora flöden som 50-års flöden, är det svårt att finna inflytande av markanvändning.

*Per Angelstam:* Man kan säga så här på din fråga Lennart att ett annat mål i ett annat sammanhang i samhället att bevara biologiskt mångfald i vidare bemärkelse så kan man kalla det för bristanalys. Man kan titta på olika livsmiljöer och se hur de har förändrats historiskt. En utgångspunkt som man ofta brukar hamna i är innan de stora förändringarna i landskapet tog fart och det var när industrialiseringen nådde Europa. Det var tidigt i västra Europa och det pågår än i östra Europa. Det finns en utredning som är gjord av det som heter World Conservation Monetary Centre i Cambridge där de har gjort bristanalys för hela Europa. En av de livsmiljöer som är allra mest tillbakaträngd är just de som är regelbundet översvämmade strandskogar framför allt i låglänta delar av Central-europa. Det handlar om en minskning av kanske 99%. I Hauburgerriket var det Maria Theresia som var kejsarinna ett tag som

dränerade övre Rhendalen, övre Donaudalen och som inspirerade att ta bort myggorna i Po-dalen så det är en dramatiskt skillnad som vi har idag jämfört med hur vi hade det tidigare. Därför är arter som är knutna till de livsmiljöer hotade. Jag var i Litauen för ett par veckor sedan där Danida har ett projekt om återbeskogning och när det är överskott på jordbruksmarker så finns det en oerhörd potential för att återskapa våtmarker av en massa olika anledningar. En fråga till er är om man tittar på den här översvämningssdatabaserna som kommer fram där man har Gis-lagt områden som kan riskera att översvämmas och så kopplar man ihop det vad bebyggelsen finns inte bara vad som har byggts de sista tio åren men totalt sett. Men har det gjorts sådana analyser så man kan se om det finns arealer eller ligger hus och infrastrukturer på fel ställen? Det är enkelt att göra men är det gjort?

*Maja Brandt:* Jag kan direkt säga att vi bygger i våra dalgångar. Där ligger bebyggelsen men naturligtvis ligger många hus där det är farligt. Det kan man säga på en gång att det finns många ställen där det ligger hus fel. Vi vill bo vid sjön. Vi vill bo vid vattendraget. Vissa kyrkor är översvämmade. Kullarna räcker inte alltid till.

*Lennart Henriksson:* Det kanske är så att när man diskuterar effekter av hydrologiska ingrepp att man skall se det i olika geografiska skalor. Men kanske inte upptäcker det i Dalälvens mynning vad som händer uppe i Fulefjället t.ex. och går man ner i en sådan här riktig liten skala så är det naturligtvis så att skogsdikning tex. har hydrologiska effekter. Det är vitsen med dikning att det skall påverka hydrologin. En gammal kvarnägare hemma där jag bor i Västsverige han säger så här att när det regnade förr i tiden så tog det två veckor innan vattnet kom, nu tar det två dagar. Det verkar vara andra som har hört liknande saker så någonting tycks ha hänt med hydrologin.

*Lars Lundin:* Du pratade om dikning och att vattnet kommer snabbare och jag tror att jag glömde att nämna när jag presenterade det här. Nu finns det även där olika skalor och det är klart att om man har kanaliserat och rätat vattendragen under längre sträckor kan det komma lite snabbare. Men när jag tittar på mina små områden så kunde jag inte notera någon skillnad när toppen inträffade, på dygnsbasis i alla fall, snarare låg det under två timmars skillnad så två veckor har jag inte sett i alla fall. Det stämmer inte med mina registreringar. Sedan sa du att dikningen har ändrat hydrologin. Det är klart att den ändrar hydrologin. Det är en vattenreglering. Man sänker grundvattennivån. Men i det stora hela om man bortser från extremerna så har man förmodligen förbättrat vattenregimen, fördelningen av vatten under året. Återigen skogsdikning utan att det är alltför mycket träd som tar upp vattnet så förbättrar man lågvattenflödena och bibehåller en vattenmiljö under längre tid. Vattendragen sinar inte och det måste vara bra för de vattenlevande organismerna såvitt jag förstår. Men det är klart att skogen tar upp vattnet och då blir det förmodligen torrare i bäckfårorna i stället.

*Per Angelstam:* När vi tittar på tillvaron så använder vi ett väldigt litet fönster ofta både i tid och rum och jag har själv haft förmånen att jobba i Ryssland med naturvårdsfrågor därför att jag har insett att om vi skall försöka få svar på sådana här frågor som kanske är det stora frågorna som är svåra som handlar om lång tid och stort rum då är hela Sverige och hela Västeuropa så kraftigt påverkat så vi kan inte riktigt förstå om vi skall försöka konkretisera de här visionerna med ett hållbart miljösamhälle vad det egentligen innebär. Då måste man åka någon annan stans och det gör man i vissa sammanhang men inte i andra och därför är min fråga. Egentligen behöver man göra som en hydrolog som jag känner i Canada som heter David Schindler som har jobbat i naturlandskap i Canada och som har

sett hur brand t.ex. påverkar hydrologin och jobbar man i sådana system så får man en helt annan bild. Så det finns ett filosofiskt problem här. Om jag t.ex. skulle försöka ta reda på hur den omvärldsfaktor påverkar en art och bara studera brukat landskap så är min x-axel för kort. Därför måste man vidga sitt perspektiv och det är precis det du antydde. Vad betyder det att en naturskog normalt innehåller 30% av virkesvolymen i form av död ved och väldigt mycket av det här timret ligger i vattendragen. Nästan alla Sveriges vattendrag är reglerade eller strömmensade eller på något sätt påverkade. Det måste haft oerhörd stor betydelse för flödes hastighet. Bedriver man hydrologiska studier i referenslandskap som man egentligen skulle behöva göra?

*Amer Njøs:* Jag vet inte om mitt svar går helt i den riktningen. Men man får väl se att den största olyckan som har drabbat jordklotet är den att det bor så många människor där. Det finns knappast nok plats och det är inte heller mycket högproduktiv **matproduktionsareal** kvar att prata om. Det är väl den största miljökatastrofen. Annars, när det gäller katastrofer så är det intressant att se på religionerna. Många stora religioner har berättelser av liknande typ som Noa och arken. Det är alltid människor som har skulden för de stora katastroferna. Några få överleva som skola utveckla människligheten vidare. I stället för att ha en båt så är det kanske frågan att gå upp i fjällen för att överleva, men många har föreställningar om detta med en Ark som teknisk hjälpmedel.

*Gunn Persson:* Ja det är många tankar som växer en sådan här dag. Jag har tre saker jag vill ta upp. Dels gäller det planering och tillgång till kartor. Det är väldigt bra att sådant finns men frågan är hur det används. Jag var på en konferens om dammsäkerhet och då visades en av de här kartorna som Maja pratade om – översvämningskarteringen. Det råkade vara från Karlstad och då poppade en



i publiken upp som arbetar på Räddningsverket i Karlstad och pekade på kartorna och sa. Här tänker kommunen nu bygga och det var inom de här områdena som var markerade på kartan. Så man glömmet väldigt fort och det finns väldigt mycket andra aspekter på byggnation inte minst lokalpolitiska aspekter. Så det är inte så enkelt att man bara har en karta och så är allting frid och fröjd. En annan sak med anledning av Assars Lundkvist framträdande. Du berättade om en enkätundersökning men jag saknade en djupare analys i ditt material kanske också att ni har glömt att ställa vissa frågor. Du pratade om att det var inget hus som blev förstört och sedan spekulerade du lite om orsakerna. Jag tycker nog att det är viktigt att ni hade tagit reda på orsakerna för det kanske är så att de här husen räddats just på grund av att man gjorde en enorm räddningsinsats som kostar samhället och den enskilde väldigt mycket och analysen borde kanske vara om vi har råd med detta i framtiden. Sedan tänkte jag på en annan sak och det var med anledning av att jag besökte ett kraftverk häromdagen och det är väldigt bra med hydrologiska prognoser. Men verkligheten kan se annorlunda ut och går man och tittar i åtminstone det kraftverk jag tittade på Untra kraftverk så då är det lätt att man går och tänker på att vad skulle hända om vattnet stiger. Det finns inga reservaggregat. Strömmen slås ut av någon anledning och det finns inget reservaggregat. Hur får man upp luckorna? Det är inte särskilt mycket personal som jobbar där heller och i just det här speciella fallet så hade man en slags reservskov längre upp ovanför själva dammsträckan som man då skulle kunna öppna vid väldigt höga flöden. Men då måste man transportera dit någon slags generator för att kunna lyfta denna lucka och då kan man lätt tänka att det tar tid osv. Jag skulle gärna vilja ha en kommentar runt denna säkerhetsaspekt.

*Assar Lundkvist:* Vi har fört den diskussionen tidigare med den person från SMHI som var

med i utredningen så det finns ingen anledning att gå in på den nu. Det var väl så också att man vill gärna ha svar på många frågor och det är lätt att ha funderingar men det är också så att i ett sådant här sammanhang så angav regeringen ramarna för ett uppdrag och vi höll oss till det i första hand.

*Anna Tiberg:* Har ni planer på att göra någon egen utredning på sikt t.ex. titta på lite längre tidsperspektiv och objekt som räddades.

*Assar Lundkvist:* Det har vi inte. Det var också en annan sådan här ram som tioårsperspektivet och det bestämde regeringen i uppdraget.

*Gustaf Sandgren:* Respektive dammägare är ansvariga för säkerheten och i våra älvsystem är det så att för dammar i anslutning till kraftverk ligger inte ansvaret på regleringsföretaget utan det ligger på respektive kraftverksägare. Vad vi har ansvaret för är de stora regleringsdammarna, men jag vet att i de flesta kraftverken finns det något som heter KAS som är ett katastrofskydd som innebär att en lucka dras upp om man överskrider en dämningensgräns eller vid en annan förutbestämd nivå. Men det var inte det som var frågan utan det var att om man hade ström till luckorna. Jag har svårt att generellt svara på hur kraftverken har ordnat sin reservkraft för att kunna lyfta luckor, men det har hittills inte varit några problem, men jag tror att i de flesta kraftverk kan luckorna få el från något som heter lokaldrift. Vi i Regleringsföretagen kan köra våra luckor med hjälp av reservaggregat som producerar el. I yttersta fall kan luckorna vevas för hand. Vi håller på att bygga ut systemet så att vi skall ha någon form av reservaggregat i samtliga våra anläggningar, men visst kan det vara problem om det inte skulle fungera framför allt för de dammar som vi kallar för Klass-I dammar och där det skulle innebära stor fara för människoliv vid ett dammbrott. Vid sådana anläggningar är vi skyldiga att ha beredskapsplaner i samar-

te med länsstyrelserna om hur säkerheten skall hanteras. Det är klart att det kan gå snett i alla fall. Det gjorde det ju Noppikoski. Det var en lucka som fastnade i ett snett läge och då har man naturligtvis ingen teknisk möjlighet att lyfta luckan. Då kan en utväg vara att sätta in en grävmaskin och gräva av dammen för att få ett kontrollerbart utflöde. Då får det naturligtvis inte vara i de stora magasinerna som rymmer ett par hundra miljoner kubikmeter utan det är då kraftstationsdammar som avses.

*Lennart de Maré:* När vi pratar om översvämningar så är det när vi pratar om stora värden som går förlorade i anknytning till det jag sa om att det var miljardvärden som fanns innanför någon vall osv. Ett exempel på det där är just Spölandskatastrofen 1938 som egentligen inte var så stor katastrof. Det var SJ:s stationshus som blev översvämmat där och man ser järnvägen löpa fram genom vattnet på flygbilder från den tiden. Men sedan 1938 så har alla bönder avstyckat tomter längs älven och det har byggts massor med hus som ledde till att man fick kalla in militärer från Boden för att klara 1995-års flöde och klarade så det blev inga skador. Men man bygger och gräver ner de vallar som var byggda en gång i tiden efter Spölandskatastrofen. Det där har vi nu problem med att rätta upp i efterhand. Men det är väl egentligen så att när vi pratar om översvämningar och översvämningssproblem så är det de här urbana värdena som vi tänker på egentligen. Att det översvämmar ute i markerna det får inte så stora rubriker och det är kanske egentligen inte så stort problem sett i ekonomiska termer. Att skydda samhällets väsentligare funktioner är väl det man i första hand skall titta på här.

*Arner Njøs:* Det är intressant att se på hur folk reagerade på stora översvämningar förr i tiden med hänsyn till byggnad. Då har vi ett exempel från Österdalen (den östra Glommagrenen). Om stora översvämningar där

hade vi inte så mycket dokumentation bakåt i tiden. Rundt 1300-talet är det dokumentation om nedsatta skatter, man betalade halv skatt efter översvämningar. Från 1650 till 1800 det hundra och femti år med stora översvämningar i Glomma. Den gamla bebyggelsen på gårdarna låg längs själva vattendraget, som var färdväg på vintern med släde, och om sommaren med båten. Då blev de husen där långsamt flyttade upp till dalsidan för det var ett tryggare ställe att bo. På 1800-talet hade många gårdar flyttat upp till dalsidan. Det var mycket arbete och kapital i dessa husen. Då var det inga försäkringar och heller inget statligt stöd.

*Torbjörn Svensson:* Vi har pratat om översvämningar och deras orsaker och på något sätt urskiljer man ett naturligt förlopp här. Vi kanske borde fokusera mycket mer på det som verkligen har förändrats i samhället och dess sårbarhet. En risk består av en sannolikhet och en konsekvens och kostnader för konsekvensreducering är ett centralt begrepp tycker jag. Vi kan jämföra de kostnader med de kostnader vi får vid de skador som uppträder. Det är inte säkert att alla skador skall byggas bort eller planeras bort. Det kanske är rimligt att vi ligger på viss skadefrekvens. Det kanske skall inträffa ett antal haverier av olika typer som nämner att vi ligger ekonomiskt rätt i alla fall. Sedan kan det vara en annan sak att det inte är acceptabelt av andra orsaker.

*Maja Brandt:* Jag har upplevt att just med försäkringsvärlden är att det är faktiskt billigare ibland att betala skadan än att hålla på och försäkra bort den osv. Den informationen har jag har fått.

*Lars Lundin:* En kort kommentar till Vägverket. De har inte samma vision som man har på Trafiksäkerhetsverket med andra ord.

*Torbjörn Svensson:* Nej vi har talat om en form av miljövision. Det är inte så enkelt att formu-



lera en sådan. Men när det gäller det här med säkerhet vid användning, byggnadskonstruktioner då finns det omfattande regelverk och där är det väl samma toleransgrader som när det gäller trafiksäkerhet att man accepterar egentligen inga dödsfall på grund av användning av vägar eller broar och det händer nästan aldrig att broar havererar. Man kan ställa sig den lite hädiska frågan – bygger vi i så fall med överkvalitet? Man tycker kanske att någon bro någon gång borde tappa formen.

*Per Angelstam:* Det som jag inledningsvis sade att det här att vi kan kontrollera naturen är en hypotes och vi kan förkasta den hypotesen. Den går inte att kontrollera helt och hållet. Det kan vara en bra insikt.

*Per Sellberg:* Apropos broar som havererar. Angående Tjörnbron, jag var med och räknade hem det anbudet och jag byggde broar i Skåne mitten på 1950-talet. Då var det en stor båge som projekterades och då gick det bara segelbåtar över Askeröfjorden genom det sundet. Uddevallavarvet fanns inte. Sedan kom den stora förändringen när man satte igång med varvet och sedan blev det stora

fartyg som gick igenom. Sjöfartsverket sov förmodligen djupt för de måste ha insett att ett ledverk hade behövts för att fånga upp ett fartyg som gick på sidan. När det sker en förändring långsamt under en lång tid då tänker man inte på det och då kan det hända sådant där helt i onödan.

*Per Wramner:* En sak kan jag säga att jag tror att vi är alla överens om att översvämningar kommer att upprepas. Vi kan inte göra så mycket för att förhindra dem annat än på marginalen och det skall vi naturligtvis göra. Inte minst har vi fått en hel rad olika möjligheter belysta och om alla goda krafter hjälps åt så kanske man kan åstadkomma en del. Sedan kan vi naturligtvis diskutera om vi har gjort tillräckligt både för att förebygga översvämningar och för att begränsa skador när de inträffar. Men jag tycker i alla fall att vi har fått det belyst på ett allsidigt sätt. Jag vill tacka er alla som har deltagit, inledarna alla ni andra som har varit här och lyssnat och deltagit i diskussionen. Jag vill även tacka akademien och dess vattenkommitté som står bakom programmet.



# Förteckning över tidigare utgivna nummer

## År 2001; Årgång 140

- Nr 1 Sälen – resurs eller problem
- Nr 2 Skogliga konsekvensanalyser 1999
- Nr 3 Framtida möjligheter till ökat utnyttjande av naturresurser
- Nr 4 Verksamhetsberättelse 2000 Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien
- Nr 5 Landskapet: restprodukt eller medvetet skapat?
- Nr 6 Ecologically Improved Agriculture – Strategy for Sustainability
- Nr 7 Sverige i det europeiska samarbetet
- Nr 8 Bekämpningsmedel i vatten – vad vet vi om förekomst och effekter?
- Nr 9 Odlingsystem, växtnäring och markbördighet – 18 års resultat från en tidigare ej uppgödslad jord
- Nr 10 Svenska fiskets framtid och samhällsnytta
- Nr 11 Vem sätter värde på den svenska skogen? – Trämekanisk framsyn
- Nr 12 Nutrition och folkhälsa i EU-perspektiv OCH Miljöpåverkan och framtidens matvanor OCH Framtidens mat i framtidens kök
- Nr 13 Konkurrenskraftig virkesförsörjning– ett kraftprov för skogsteknologin!
- Nr 14 Fritidsodlingens och stadsgrönskans samhällsnytta
- Nr 15 Debatt – Hur kan marknad och miljö förenas? Exemplet spannmålsproduktion

## År 2002; Årgång 141

- Nr 1 Genteknik – en skymf mot Gud eller nya möjligheter för mänskligheten?
- Nr 2 Genmodifierade grödor. Varför? Varför inte? – Genetically Modified Crops. Why? Why Not?
- Nr 3 Skogsfrågor i ”Konventionen om biologisk mångfald”
- Nr 4 Mindre kväveförluster i foderodling, foderomvandling och gödselhantering!
- Nr 5 Bondens nya uppdrag OCH Shaping U.S. Agricultural Policy
- Nr 6 Verksamhetsberättelse 2001
- Nr 7 Sustainable forestry to protect water quality and aquatic biodiversity
- Nr 8 Foder – en viktig länk i livsmedelskedjan!
- Nr 9 Fortbildning för landsbygdsutvecklare
- Nr 10 Hållbart jordbruk – kunskapssammanställning och försök till syntes
- Nr 11 Närproducerad mat. Miljövänlig? Affärsmässig? Djurvänlig?
- Nr 12 Nya kunskaper inom bioteknik och genetik för nya tillämpningar på husdjur SAMT Fria Varuströmmar – konflikt med djur- och folkhälsa? Vilka möjliga utvägar finns? SAMT Exempel på verksamhet inom Jordbruksverket
- Nr 13 Bland skärgårdsgubbar och abborrar på Möja
- Nr 14 EU och EMU – broms eller draghjälp för skogen?
- Nr 15 Hur kan skogsbruk och kulturmiljövård förenas?
- Nr 16 Vilket kött äter vi om 10 år? Rött, vitt, svenskt, importerat? Vi får det samhälle vi äter oss till!
- Nr 17 Avsättning av skogsmark

## År 2003; Årgång 142

- Nr 1 Det sydsvenska landskapet, framtidsvisioner och framtidsutsikter 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 glesta strukturerna i den globala ekonomin – kunskapsläge och forskningsbehov
- Nr 9 Tro och vetande om husdjurens välfärd (Enbart publicerad på [www.ksla.se](http://www.ksla.se))
- Nr 10 Svenska satsningar på ökad träanvändning (Enbart publicerad på [www.ksla.se](http://www.ksla.se))
- Nr 11 Kapital för landsbygdsföretagare (Enbart publicerad på [www.ksla.se](http://www.ksla.se))
- Nr 12 Feminisering av Moder natur? Östrogen 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](http://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 Skogsindustrins råvaruförsörjningskedja – 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 ders orsaker



Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift (KSLAT) har, under olika namn, utkommit sedan 1813, då akademien grundades. Från och med 1994 utges KSLAT som en nummerad serie av skrifter (15–20 häften/år) med egna titlar. Innehållet består huvudsakligen av dokumentering från akademiens sammankomster och seminarier – även debattnummer förekommer – och speglar akademiens verksamhetsområde; de areella näringarna och till dessa knutna verksamheter.

Prenumerationspris 350 kr/år.

**Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien**  
Drottninggatan 95 B, Box 6806, 113 86 Stockholm  
Tel 08-54 54 77 00, Fax 08-54 54 77 10, Postgiro 18 32 80 - 7