

Kunskapssammanställning skogsbruk på torvmark



Andreas Drott

© Skogsstyrelsen, juni 2016

Författare

Andreas Drott

Omslagsfoto

Jonas Bergqvist

Projektledare

Erik Sollander

Projektgrupp

Stefan Andersson

Jan Bengtsson

Jonas Bergqvist

Andres Drott

Anja Lomander

Upplaga

Finns endast som pdf-fil för egen utskrift

Best nr

1879

Skogsstyrelsens böcker och broschyrer
551 83 Jönköping

Innehåll

Förord	5
Sammanfattning och slutsatser	6
Bakgrund	9
Definitioner och arealer av skogliga torvmarker	11
Våtmark och torvmark	11
Myrar, mossar, kärr och sumpskogar	11
Hur mycket torvmark finns det i Sverige?	12
Skogsbruk på torvmark – förutsättningar och metoder	14
Trädslagsfördelning, virkesförråd och tillväxt på produktiv torvmark	14
Metoder för skötsel av skog på torvmark	18
Granskog och grandominerad blandskog	18
Tallskog och talldominerad blandskog	20
Glasbjörk	22
Dikesrensning, skyddsdikning och markavvattning	22
Potential för skogsproduktion vid dikning och dikesunderhåll	23
Gödning av torvmark: behov och produktionspotential	25
Kunskapsluckor	27
Påverkan på mark och vatten vid skogsbruk på torvmark	28
Påverkan på mark och vatten vid avverkning och körning på torvmark	28
Effekter av dikesunderhåll på mark och vatten	29
Effekter av torvmarksgödning på mark och vatten	31
Näringsämnen	31
Tungmetaller och organiska ämnen i askor	32
Storskaliga effekter på mark och vatten	35
Kunskapsluckor	35
Naturvärden på skogliga torvmarker	36
Vilka typer av naturvärden finns på skogliga torvmarker?	36
Effekter av dikning och askgödning på naturvärden	39
Inventeringar och bedömning av naturvärden på torvmark	40
Kunskapsluckor	41
Effekter på växthusgaser av skogsbruk	42
Avgång av växthusgaser efter dikning	42
Avgång av växthusgaser efter askgödning	44
Kunskapsluckor	45
Hänsyn till kulturmiljövård vid skogsbruk på torvmark	46
Kunskapsluckor	46
Inverkan på rennäring av skogsbruk på torvmark	47
Kunskapsluckor	47
Påverkan på sociala värden vid skogsbruk på torvmark	48
Kunskapsluckor som särskilt bör lyftas fram	49
Litteratur/källförteckning	50

Förord

I september 2015 fick jag uppgiften att göra en bred kunskapssammanställning om skogsbruk på torvmark. Arbetet finansierades av Skogsrikets program för Adaptiv skogsskötsel.

Till stöd har jag haft en projektgrupp inom Skogsstyrelsen: Stefan Andersson, Jan Bengtsson, Jonas Bergqvist och Anja Lomander. Jag vill till att börja med tacka projektgruppen för deras fina stöd och hjälp.

Under arbetets gång har jag också haft kontakt med ett antal personer för att få del av deras kunskap och aktuella erfarenheter. Jag är mycket tacksam över den entusiasm och vilja att dela med sig av kunskap som jag mötts av.

Jag vill tacka Anders Almäng och Peter Ask, Sveaskog, Åke Grankvist, Bergvik skog och Axel Eriksson Billerud Korsnäs, samt Tomas Höijer, Lars Mårtensson och Magnus Alexandersson, Sydved, som är refererade i avsnittet om metoder för skogsbruk på torvmark. Jag vill också tacka Henrik Hedenås och Per Sandström, SLU, samt Inger Sandström, Skogsstyrelsen som är refererade i avsnitten om rennäring och kulturmiljö.

Förutom dessa har följande personer bidragit till innehållet genom att tillhandahålla information eller komma med synpunkter. Ett stort tack till er alla.

Göran Kempe, Tord Magnusson, Björn Hånell och Mats Nilsson, SLU.
Eva Ring och Ulf Sikström, Skogforsk.

Jonas Eriksson och Stefan Holmberg, Norra skogsägarna, Per Simonsson SCA, Börje Pettersson, Bergvik skog, Stina Moberg, Holmen, Mats Blomberg och Magnus Petersson, Södra, Karin Vestlund Ekerby, LRF Skogsägarna.

Anna-Lena Lindström, Elisabet Andersson, Göran Lundh, AnnKristin Unander, Sofia Blomqvist, Leif Jougda, Clas Fries, Nils Carlborg, Hillevi Eriksson, Tomas Nilsson, Erik Sollander och Johan Wester, Skogsstyrelsen.

Rapporten är författad av mig med stöd av projektgruppen. De slutsatser som presenteras är våra egna.

Umeå juni 2016

Andreas Drott

Sammanfattning och slutsatser

I slutet av 1800- och början av 1900-talet ökade intresset för att bedriva skogsbruk på torvmark i större skala i Sverige. Med toppar under 1930- och 1970-talen dikades betydande arealer torvmark. Efter 1990 har skogsbruksaktiviteten på torvmark varit jämförelsevis låg, men de senaste 3–4 åren har Skogsstyrelsen noterat en ökande aktivitet. Skogsstyrelsen har därför bedömt att det finns behov av att sammanställa befintlig kunskap om skogsbruk på torvmark. Kunskapen har sammanställts i denna rapport.

Produktiv torvmark definieras i Sverige som mark med minst 30 cm torvtäcke där skogsproduktionen bedöms vara minst 1 m³sk/ha och år. Vi har idag cirka 1,7 miljoner hektar produktiv torvmark i Sverige, vilket är drygt 7 procent av arealen produktiv skogsmark. Av detta är cirka 700 000 hektar tidigare dikat. Dessutom finns cirka 500 000 hektar dikad mark som idag är klassad som våt fastmark, med mindre än 30 cm torvtäcke. En del av detta var vid dikningstillfället torvmark, eftersom torven sjunker ihop vid dikning.

Virkesförrådet på produktiv torvmark domineras av tallen, som utgör 40 procent av det totala förrådet, medan tillväxten domineras av gran, som utgör 44 procent av den totala tillväxten. Jämfört med den produktiva skogsmarken som helhet finns en högre arealandel (29 procent) blandskog och en väsentligt högre arealandel (15 procent) lövskog på produktiv torvmark. Virkesförrådet är i genomsnitt något större (150 m³sk/ha) och tillväxten i genomsnitt lägre (4,3 m³sk/ha och år). För tallskog finns en stor andel äldre (över 120 år) skog.

Granskog eller grandominerad blandskog förekommer på mer produktiv torvmark: hörgört, lågört eller blåbär-fräkentyp enligt boniteringssystemet. För skötsel av granskog på torvmark kan plockhuggning, blädningsbruk, föryngring under högskärm, föryngring under lågskärm av björk, samt föryngring genom kalavverkning och markberedning genom högläggning alla vara möjliga metoder. Kritiska faktorer vid valet av metod är naturvärden, markens bärighet och därmed möjligheten att köra upprepade gånger i beståndet, trädens vindkänslighet, samt risken för högt stående vatten, frost, och kraftigt uppslag av löv, gräs och örter vid föryngring.

Tallskog och talldominerad skog förekommer mest på lågproduktiv torvmark, fattigare ris- och starrtyper, men även på blåbär-fräkentyp. Plockhuggning, successiv utglesning, återkommande gallring, naturlig föryngring med fröträdställning, samt i vissa fall kalavverkning och markberedning genom högläggning bedöms alla vara möjliga metoder för skötsel av talldominerad skog på torvmark. Kritiska faktorer vid val av metod är naturvärden, bärighet, betestryck, och konkurrens från glasbjörk och annan vegetation.

För både gran och tall är erfarenheten av en del av de metoder som har rekommenderats begränsad och därför råder en osäkerhet om vilka metoder som kan fungera. Särskilt när det gäller föryngring och bärighet finns en stor osäkerhet. Kunskapen om naturvärden på skogliga torvmarker är också ofullständig, vilket gör att man har svårt att säkert bedöma vilka naturvärden som finns på en specifik torvmark inför en eventuell skogsbruk-

såtgård. Detta gäller särskilt talldominerad torvmark, men också dikad torvmark. Det finns behov av mer kunskap om torvmarkers naturvärden genom inventeringar. Torvmarker bidrar till ökad biologisk mångfald genom att de kan vara artrika, men också för att de innehåller strukturer som avviker från fastmark och därför bidrar till ökad biologisk mångfald i ett landskapsperspektiv. Många arter i omgivande landskap är dessutom beroende av torvmarker under någon del av sin livscykel.

Det finns potential för ökad skogsproduktion på torvmark vid genomförande av markavvattning, samt gödsling med fosfor och kalium i form av gödselmedel eller skogsbränsleaska. Vid gödsling har man rekommenderat en dos motsvarande 40 kg fosfor och 80 kg kalium per hektar för att få en god tillväxteffekt och undvika negativa effekter. Resultat från försök visar att risk för utlakning av fosfor till vattendrag vid gödsling framför allt finns på mer näringsfattiga torvmarker. Kunskapen är ofullständig om i vilken omfattning detta kan ske. Den förväntade tillväxtresponsen efter gödsling är också låg på näringsfattiga torvmarker på grund av lägre innehåll av kväve i torven. De beräkningar som gjorts i denna rapport visar att gödsling med rekommenderad dos aska och med halter av tungmetaller i askan motsvarande Skogsstyrelsens nuvarande rekommendationer för askåterföring innebär en betydande höjning av halten tungmetaller i torvens översta 30 cm om enbart stamved tas ut vid avverkning. Kunskap om mer långsiktiga effekter på tungmetaller till följd av upprepade gödsling med aska saknas. Det saknas också en riskbedömning av askors innehåll av organiska ämnen.

Enkla rekommendationer för att avgöra behovet av dikesrensning på en specifik ståndort saknas i Sverige. Baserat på finska studier föreslås att tiden sedan diket togs upp är en variabel som kan användas. Samtidigt avråds från att avgöra rensningsbehov endast genom inspektion av diken i fält eftersom detta kan ge en överskattning av rensningsbehovet. Om diken ska rensas är projektgruppens bedömning att rensning i samband med första gallring är en bra tidpunkt både ur produktions- och miljöperspektiv. Kunskap saknas idag för kvantifiering av effekter av dikesrensning på mark och vatten på specifika ståndorter.

Skogsavverkning leder generellt till förhöjd grundvattenyta, ökad avrinning och ökad tillgång på organiskt material vilket leder till utlakning av organiskt material, näringsämnen och tungmetaller med avrinnande vatten. Ofta ökar avrinningen med i storleksordningen 50–100 procent vid kalavverkning, jämfört med situationen före avverkning. Jämfört med fastmark har torvmark sämre bärighet och bärigheten är till mycket stor del beroende av trädens rötter. Detta gör att det vid en ökad skogsbruksaktivitet på torvmark finns risk för mekaniska skador på rötter, vilket leder till ytterligare försämrad bärighet, sämre tillväxt och vindstabilitet och risk för angrepp av rotröta. En ökad skogsbruksaktivitet på torvmark leder också till ökad negativ påverkan på mark och vatten genom att påverka viktiga processer som sker i torvmark och som påverkar det omgivande landskapet.

Dikning, beskogning och gödsling på torvmark påverkar flödena av växthusgaserna koldioxid, metan och lustgas. Resultat från Sverige och Finland visar att flödet av koldioxid från mark till atmosfär ofta ökar efter dikning, som ett resultat dels av ökad celloxid

från rötter, dels av nedbrytning av torv. Resultaten är dock inte entydiga. Metan produceras i syrefri miljö och oxideras i syresatt miljö. Detta gör att avgång av metan är låg eller obefintlig från dikad torvmark, medan den ofta är hög från odikad torvmark. Bildning och avgivning av lustgas är framför allt hög från näringsrik torvmark med varierande grundvattenyta. Fortfarande finns betydande osäkerheter när det gäller inverkan av dikning, beskogning, våtmarksrestaurering och askgödsling på växthusgasbalans. Särskilt stora osäkerheter bedöms finnas för metan och lustgas. För att kunna ge väl underbyggda råd om vilken markanvändning som bör förordas ur ett växthusgasperspektiv behöver osäkerheterna minskas.

Avverkning och körning på torvmark riskerar att förstöra fornlämningar och kulturminnen, framför allt i form av ristade träd, spår efter bete, myrslåtter och torvtäkt, fällor för fångst av djur, samiska lämningar, samt stigar och leder. Det finns ingen fullständig kartläggning av kulturlämningar på torvmark. En ökad skogsbruksaktivitet på torvmark riskerar också att medföra negativ påverkan på rennäring, både när det gäller bete, trivsellopp och flyttleder.

I Naturvårdsverkets undersökning Friluftsliv 2014 framgick att andelen av de tillfrågade som angav att man haft en negativ upplevelse av skogsbruk var högst för miljömålet ”Myllrande våtmarker” jämfört med andra miljömål. Detta indikerar att skogsbruk kopplat till torvmark och andra typer av våtmarker kan upplevas som mer negativt.

Bakgrund

Intresset för skogsbruk på torvmark i större skala tog fart på allvar i slutet av 1800- och början av 1900-talet. I syfte dels att höja skogsproduktionen, men också för odling och för att hindra vad man trodde var en pågående försumpning av landskapet, dikades torvmarkerna. De stora topparna i dikningens omfattning inföll under 1930-talets depressionsår, och under slutet av 1970-talet, då även skyddsdikningen var omfattande. Mycket av dikningen gjordes med statliga bidrag. Även om inte alla dikningsföretag var lyckade kom detta att innebära att skog i många fall anlades på torvmark, att torvmark omvandlades till våt fastmark och att tidigare impediment omvandlades till produktiv skogsmark. I och med en ökad medvetenhet om dikningens negativa konsekvenser och en förändrad lagstiftning minskade dikningsverksamheten i Sverige kraftigt från 1990 och framåt. Därmed sjönk också intresset för att bedriva skogsbruk på torvmark.

Skogsbruk på torvmark är på flera sätt mer komplicerat än på fastmark. Detta i kombination med att virke har funnits att tillgå på mer lättillgängliga marker har gjort att skogsbruksaktiviteten på torvmark varit låg under perioden 1990–2010. Beräkningar baserade på Riksskogstaxeringens material 1985–2012 visar att virkesförrådet på produktiv torvmark under denna period ökat betydligt mer än på den produktiva skogsmarken som helhet. Om ökningen i virkesförråd mellan 1985 och 2012 uttrycks i procent av virkesförrådet 1985 är denna mellan 46 och 82 procent för olika landsdelar på produktiv torvmark, medan den för den totala arealen produktiv skogsmark är mellan 18 och 32 procent. Detta visar på att skogsbruksaktiviteten varit lägre på torvmark under perioden.

Skogsstyrelsen har de senaste 3–4 åren noterat en ökad skogsbruksaktivitet på torvmark, framför allt i södra och mellersta Sverige. Eftersom aktiviteten länge varit låg och erfarenheter därför saknas till stor del, har Skogsstyrelsen bedömt att det finns ett behov av att sammanställa befintlig kunskap om skogsbruk på torvmark. Arbetet har genomförts i form av denna kunskapssammanställning.

Arbetet med kunskapssammanställningen har varit finansierat av medel från Skogsrikets program för adaptiv skogsskötsel, som löpt mellan åren 2013–2015. Bakgrunden till detta är att Skogsstyrelsen och SLU 2012 fick ett regeringsuppdrag att lämna förslag till ett förändrat regelverk samt en modell för adaptiv skogsskötsel som kan fungera i skogsbruket. Adaptiv skogsskötsel innebär att ett urval av skogsskötselmetoder kan prövas och utvärderas mot bakgrund av produktions- och miljöaspekter. Genom ett successivt lärande kan hållbara skogsskötselåtgärder utvecklas.

En uppdragsbeskrivning ligger till grund för arbetet med denna kunskapssammanställning. Uppdragsbeskrivningen anger att:

Uppdraget syftar till att sammanställa befintlig kunskap om skogsbruk på torvmarker som kan utgöra underlag och stöd för handläggning av ärenden, rådgivning och olika former av skogs- och miljöpolitiska ställningstaganden. Både akademisk och operativ kunskap bör kunna komma ifråga.

Följande frågeställningar och aspekter bör särskilt belysas:

- Produktionsfrågor, särskilt med koppling till avverkningsformer, föryngring, behov och nytta av dikesrensning samt askgödsling.
- Hänsyn till vatten, med reglering vattenflöden, risker för läckage av humus, näring och tungmetaller samt åtgärder för att begränsa sådan risker.
- Bärighet och körsador.
- Hänsyn till naturvärden, i och med att torvmarker ofta varit extensivt brukade med förekomst av gamla träd och död ved samt deras landskapsekologiska betydelse.
- Klimatfrågan, med avgång/upptag av växthusgaser som konsekvens av utförda åtgärder eller avsaknad av åtgärder.
- Andra värden, såsom kulturmiljö- och upplevelsevärden och betydelse för rennäring.
- När kunskap saknas eller är svag bör detta framgå.

Definitioner och arealer av skogliga torvmarker

Våtmark och torvmark

Våtmark definieras som mark där vatten under en stor del av året finns nära under, i, eller över markytan (Naturvårdsverket 2009), alternativt som mark där grundvattenytan står så högt att växtsamhället påverkas (Holmen 1980).

Högt stillastående vatten leder till syrefattiga förhållanden vilket sänker nedbrytningens hastighet. Över tid ackumuleras därför ofta organiskt material, torv. Huvudsakligen kan torvtäckta mark bildas på två olika sätt: genom igenväxning av sjöar eller försumpning av fastmark. Den torvtäckta marken är dynamisk och påverkas av klimat och hydrologi, vilket i sin tur påverkar vegetationen och bildningen av torv. Detta gör att torvtäckta marker är värdefulla historiska arkiv över vegetationens utveckling (t.ex. Osvald 1937).

Torvmark, som behandlas i den här rapporten, är alltså en form av våtmark och definieras i Sverige som mark med minst 30 cm tjockt torvtäcke. Mark med mindre än 30 cm torvtäcke benämns våt fastmark. Beroende på skogsproduktion kan torvmark vidare delas in i produktiv torvmark (där skogsproduktionen bedöms vara minst 1 m³sk/ha, år) och improduktiv torvmark, torvmarksimpediment (där skogsproduktionen bedöms vara mindre än 1 m³sk/ha, år). Den här rapporten behandlar förutsättningarna för skogsbruk på produktiv torvmark. På skogliga impediment större än 0,1 hektar får enligt skogsvårdslagen avverkning, skogsvårdsåtgärder och gödsling inte ske. Enstaka träd får dock avverkas om det inte förändrar naturmiljöns karaktär.

Myrar, mossar, kärr och sumpskogar

En annan benämning på torvtäckta marker är myr. Beroende på de hydrologiska förhållandena kan myrar delas in i mossar och kärr.

Mossar, eller ombrogena myrar, får sitt vatten enbart från nederbörden och är hydrologiskt sett inströmningsområden, vilket betyder att vattnets huvudsakliga rörelse är nedåtriktad.

Kärr påverkas hydrologiskt av både nederbörd och grundvatten. De kan antingen vara topogena, bildade i svackor, eller soligena, bildade i sluttningar. I båda fallen är kärren utströmningsområden för vatten. Många myrar är blandmyrar, med både mosse- och kärrpartier.

Förutom denna grova indelning har vi i Sverige en lång tradition av att dela in den torvtäckta marken mer detaljerat, efter vegetation och egenskaper för till exempel odling (Osvald 1937). I skogliga sammanhang används ofta den indelning i ståndortstyper som tagits fram för torvmarksbonitering (Hånell 2008).

I våtmarksinventeringen (VMI, Naturvårdsverket 2009) har våtmarker typklassats och deras naturvärden bedömts. Inom de torvtäckta markerna dominerar topogena kärr, vilka utgör 41 procent av arealen. Soligena kärr utgör 21 procent, mossar utgör 20 procent och 18 procent utgörs av blandmyrar med både mosse- och kärrinslag (beräkning baserad på Naturvårdsverket 2009). Notera att arealerna i VMI inkluderar såväl produktiv skogsmark som impediment och såväl torvmark som våt fastmark. Areellt mindre objekt (i södra Sverige < cirka 10 hektar och i norra Sverige < cirka 50 hektar) är inte inkluderade i VMI.

I sumpskogsinventeringen definierades sumpskogar som trädbärande mark med minst 30 procent krontäckning och minst 3 meters trädhöjd, där minst 50 procent av täckningsgraden utgörs av fuktighetskrävande arter. Arealen produktiv sumpskog bedömdes utifrån denna definition vara drygt 900 000 hektar. En del av detta är produktiv torvmark. Mindre objekt (i södra Sverige < cirka 2 hektar, i Mellansverige < 3–4 hektar och i norra Sverige < 4–5 hektar) inkluderades inte, vilket kan bidra till att arealen sumpskog i denna inventering är lägre än de 3,4 M hektar som skattats av Riksskogstaxeringen (Skogsstyrelsen 1999).

Hur mycket torvmark finns det i Sverige?

Det beräknas finnas cirka 10 M hektar torvtäckta marker i Sverige, baserat på data från Riksskogstaxeringen (Hånell 1990). Detta inkluderar cirka 4 M hektar våt fastmark och cirka 6 M hektar torvmark. Arealen produktiv torvmark är cirka 1,7 M hektar, baserat på Riksskogstaxeringens material från 2003–2007 (Hånell 2009). Arealen produktiv torvmark utgör alltså drygt 7 procent av den produktiva skogsmarksarealen (cirka 23 M hektar, Riksskogstaxeringen).

Sedan mitten av 1800-talet, med toppar på 1930- och 1970-talen, har torvtäckt mark dikats i större omfattning i Sverige. Drygt 1 M hektar torvmark, varav cirka 750 000 hektar produktiv torvmark, beräknas vara dikad, baserat på Riksskogstaxeringens material 2003–2007 (Hånell 2009). Definitionen som används av Riksskogstaxeringen är att det ska finnas ett dike inom 25 meter från provytans centrum. Arealen produktiv torvmark kan alltså grovt delas in i cirka 700 000 hektar som tidigare dikats och cirka 1 M hektar som inte tidigare dikats.

Den produktiva torvmarken kan även delas in efter fältskiktets sammansättning. Arealen fördelar sig då som 35 procent högört/lågört, 34 procent blåbär/fräkentyp och 30 procent starr- och övriga ristyper. Störst andel dikad areal finns på de högproduktiva markerna; inom högört/lågört är närmare 60 procent av arealen dikad, medan cirka 25–35 procent av arealen är dikad inom starr, fräken och ristyper (beräkning, baserad på Riksskogstaxeringens data 2003–2007).

Vid dikning sjunker torven ihop, vilket gör att mark som vid dikningsingreppet klassades som torvmark idag kan klassas som våt fastmark. Cirka 500 000 hektar produktiv och cirka 50 000 hektar improduktiv våt fastmark beräknas vara dikad baserat på Riks-

skogstaxeringens material 1997–2001 (Hånell 2004). En del av detta är alltså tidigare dikad torvmark.

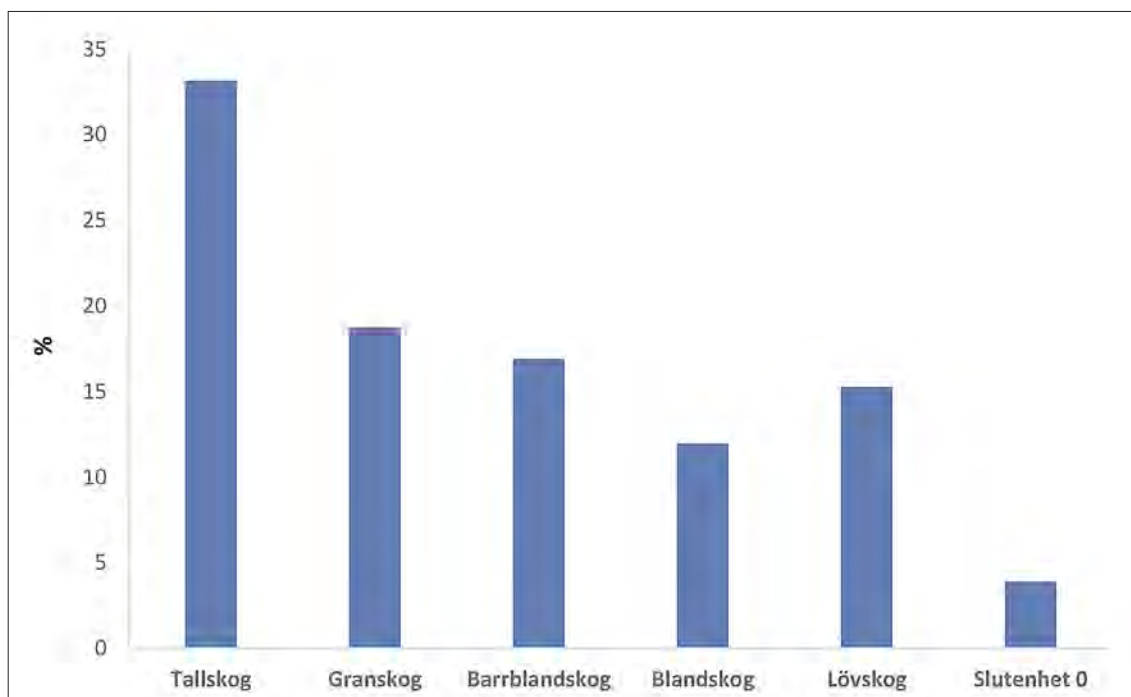
På senare år har flera rapporter pekat på att även odikade torvmarker i södra Sverige som tidigare varit öppna har erhållit ett trädskikt. Orsaken skulle kunna vara kvävedeposition, minskad nederbörd, eller minskad mänsklig påverkan i form av hävd (t.ex. Henrikson och Vartia 2006).

Skogsbruk på torvmark-förutsättningar och metoder

Trädslagsfördelning, virkesförråd och tillväxt på produktiv torvmark

För att beskriva skogstillståndet på produktiv torvmark i Sverige har en sammanställning gjorts, baserad på Riksskogstaxeringens data 2010–2014 vilket är det mest aktuella material som finns när det gäller skogstillståndet på produktiv torvmark. Materialet bygger på data från provytor med 10 meters radie där hela provytan bedömts vara torvmark.

Riksskogstaxeringen definierar tallskog som skog som till 65 procent eller mer utgörs av tall. När medelhöjden är 7 meter eller mer används andel av grundytan och när medelhöjden är mindre än 7 meter används andel av antal stammar/plantor. Granskog definieras på motsvarande sätt som skog som till 65 procent eller mer utgörs av gran och barrblandskog som skog som till 65 procent eller mer utgörs av barrträd men som inte uppfyller kriterierna för tallskog eller granskog. Blandskog definieras som skog med mer än 35 och mindre än 65 procent lövträd och mindre än 45 procent ädellöv, medan lövskog definieras som skog med 65 procent lövträd eller mer, men mindre än 45 procent ädellöv. Ädellövskog definieras som skog med 65 procent lövträd eller mer och 45 procent ädellöv eller mer, medan slutenhet 0 innebär att inga trädslagsandelar registrerats.



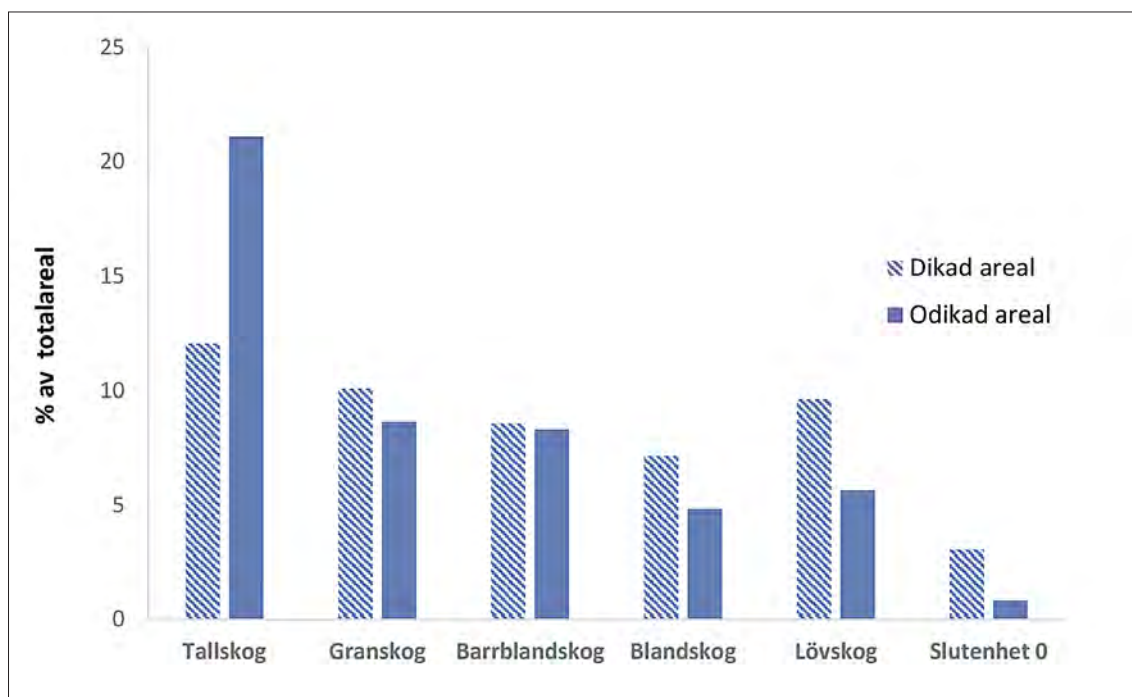
Figur 1. Arealandel produktiv torvmark fördelad på dominerande trädslag (procent). Data från Riksskogstaxeringen 2010–2014. Totala arealen produktiv torvmark är cirka 1,7 M hektar. De olika beståndstyperna finns definierade i texten ovan.

Den produktiva torvmarken domineras av tallskog, som utgör cirka 33 procent av arealen enligt Riksskogstaxeringens data (*figur 1*). Tallskog inkluderar även contortatall. Blandskogar (barrblandskog och blandskog) utgör sammanlagt 29 procent och granskog 19 procent av arealen. Resterande areal är lövskog, som utgör 15 procent, och mark där inga trädslagsandelar registrerats (slutenhet 0). Ädellövskog utgör mindre än 0,1 procent. Jämfört med hela arealen produktiv skogsmark är alltså andelen blandskog och lövskog, som för produktiv skogsmark utgör cirka 22 respektive 7 procent (Skogsdata 2015), väsentligt högre på torvmark.

Inom respektive beståndstyp finns lägst arealandel dikad produktiv torvmark i tallskog och högst andel dikad areal i blandskogar och lövskogar (*figur 2*).

Som tidigare nämnts är det framför allt högproduktiva marker som dikats. Jämförelsen indikerar alltså också att en större andel av tallskogarna är lågproduktiva. En jämförelse mellan olika delar av landet visar att den lägsta arealandelen dikad tallskog, 26 procent, finns i Svealand, medan 48 procent av tallskogarna är dikade i norra Norrland, där andelen är högst.

För alla beståndstyper sammanslagna finns också den största andelen dikad areal i norra Norrland, 63 procent. I norra Norrland är 50–75 procent av alla gransskogar, blandskogar och lövskogar dikade, och i Götaland är andelen 60–70 procent för dessa beståndstyper. I Svealand och södra Norrland är den dikade andelen för dessa beståndstyper lägre, cirka 40–60 procent.



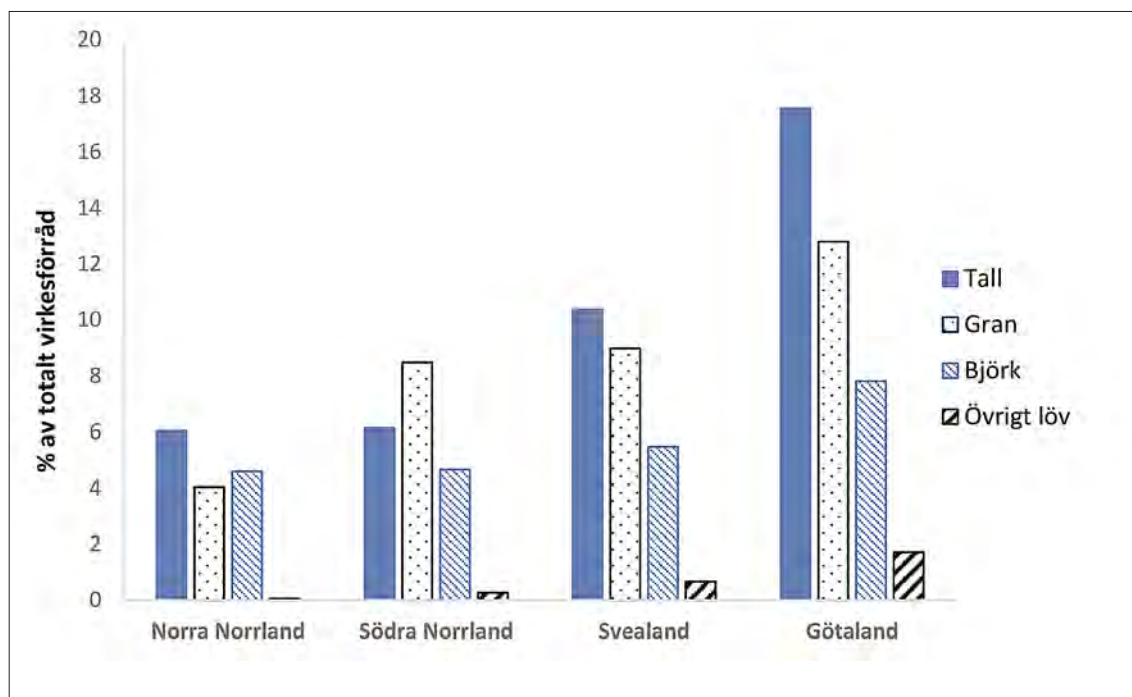
Figur 2. Arealandel produktiv torvmark fördelad på dominerande trädslag och dikad och odikad mark (%). Data från Riksskogstaxeringen 2010–2014. Totala arealen produktiv torvmark är cirka 1,7 M hektar. De olika beståndstyperna finns definierade i texten på sidan 13.

Tabell 1. Åldersfördelning inom olika beståndstyper på produktiv torvmark (arealandel, procent). Data från Riksskogstaxeringen 2010–2014

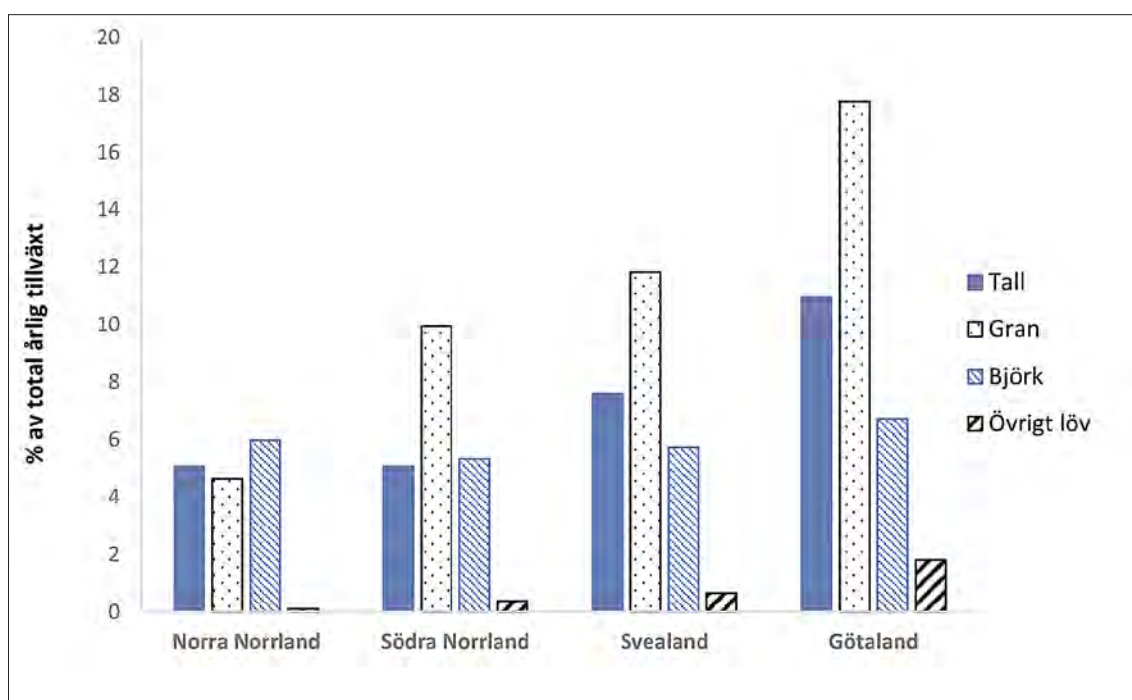
Beståndstyp	Åldersklass (år)						
	0–20	21–40	41–60	61–80	81–100	101–120	121+
Tallskog	2	7	8	17	20	20	26
Granskog	17	20	16	12	9	11	15
Barrblandskog	6	7	9	21	22	19	15
Blandskog	7	13	18	25	24	8	5
Ädellövskog	0	0	0	54	46	0	0
Lövskog	13	26	29	23	6	2	1

Åldersfördelningen för skog på produktiv torvmark visar att det för tallskog finns en större andel (60–70 procent) som är äldre än 80 år och att cirka 25 procent av tallskogen är över 120 år (*tabell 1*). För granskog är fördelningen mellan åldersklasser relativt jämn medan en stor andel, 50–70 procent, av arealen blandskog är mellan 40–100 år. För lövskog finns en större andel av arealen inom yngre skog och 70 procent av skogen är yngre än 60 år.

Det totala virkesförrådet på produktiv torvmark är cirka 256 M m³sk, räknat på en total areal av 1,7 M hektar. Detta motsvarar cirka 8 procent av det totala virkesförrådet på all produktiv skogsmark i Sverige. Genomsnittligt virkesförråd är cirka 150 m³sk/ha, något högre än det genomsnittliga virkesförrådet för all produktiv skogsmark, 136 m³sk/ha (Skogsdata 2015). Tall utgör 40 procent av virkesförrådet och volymen tall är störst i Götaland (*figur 3*). Gran utgör 34 procent av virkesförrådet, medan björk utgör 23 procent. Även för dessa trädslag finns de största volymerna i Götaland.



Figur 3. Virkesförråd på produktiv torvmark fördelat på trädslag i olika delar av Sverige (procent). Data från Riksskogstaxeringen 2010–2014. Det totala virkesförrådet på produktiv torvmark är cirka 256 M m³sk.



Figur 4. Årlig tillväxt på produktiv torvmark fördelad på trädslag i olika delar av Sverige (procent). Data från Riksskogstaxeringen 2010–2014. Den totala skogstillväxten på produktiv torvmark är cirka 7,3 M m³sk/år.

Den totala skogstillväxten på produktiv torvmark är ca 7,3 M m³sk/år, räknat på en total areal av 1,7 M hektar. I genomsnitt innebär detta 4,3 m³sk/ha och år, alltså lägre än genomsnittlig tillväxt för hela den produktiva skogsmarken, 5,2 m³sk/ha och år (Skogsdata 2015). Granen står för det mesta av tillväxten, i likhet med övrig produktiv skogsmark, och summan av granens tillväxt i Götaland, Svealand och södra Norrland står för 40 procent av den totala tillväxten (figur 4). Tallen står för cirka 29 procent av tillväxten medan björken står för 24 procent.

Sammanfattningsvis återfinns alltså en stor andel av virkesförrådet på produktiv torvmark i tallskog i Götaland och Svealand. En stor andel av tallskogen är äldre än 80 år och ofta rör det sig om marker som är lågproduktiva. Bara 26 procent av arealen tallskog i Svealand är alltså tidigare dikad, och i Götaland är andelen 37 procent.

Tillväxten på produktiv torvmark domineras, liksom på den produktiva skogsmarken som helhet, av granen, som återfinns på mer högproduktiva marker och där en större andel av arealen finns i lägre åldersklasser. En stor del av arealen produktiv torvmark utgörs också av blandskogar med huvudsakligen tall, gran och glasbjörk. Andelen rena lövskogar är väsentligt högre än för den produktiva skogsmarken som helhet, med glasbjörk som dominerande trädslag. Andra lövträd, till exempel klibbal och ädellövträd utgör bara några få procent av virkesförråd och tillväxt.

Jämfört med den produktiva skogsmarken som helhet är virkesförrådet på produktiv torvmark i genomsnitt något högre och tillväxten i genomsnitt lägre.

Metoder för skötsel av skog på torvmark

Granskog och grandominerad blandskog

Granskog eller grandominerad blandskog återfinns på mer högproduktiva torvmarker: högört, lågört eller blåbär-fräkentyp enligt boniteringssystemet. Ofta är detta kärr i utströmningsområden belägna lågt i landskapet och med en näringsrik höghumifierad torv som håller vatten bra.

Sammantaget gör detta att man i samband med avverkning och föryngring ofta får problem med högt stående vatten, frost, och kraftigt uppslag av löv, gräs och örter. En gemensam nämnare för många av de metoder som har rekommenderats för skötsel av granskogar och grandominerade blandskogar på torvmark är därför att man lämnar ett trädskikt vid avverkning, eftersom detta kan minska alla dessa problem. Det kan till exempel innebära att skogen sköts genom försiktig plockhuggning, eller att man föryngrar under en högskärm. Blädningsbruk kan vara ett alternativ där man vill ha en ren granskog.

Intensiteten i och målet med de skötselåtgärder som görs kommer att variera beroende på om beståndet är tidigare påverkat av dikning och om det har höga naturvärden. I bestånd som tidigare inte dikats och där modernt skogsbruk inte bedrivits har man en olikåldrig skog med en spridning i diameterklasser som gör att blädningsbruk kan vara möjligt (Päivänen och Hånell 2012). Samtidigt är dessa miljöer ofta mycket artrika vilket gör att de många gånger bör undantas från skogsbruk.



Grandominerat dikat kärr, Kronobergs län.

Foto: Anja Lomander

Mer likåldrig skog på tidigare dikad mark kan föryngras under högskärm. För att avgöra om marken är lämplig för naturlig föryngring under högskärm bör man kontrollera att man redan före avverkning har ett gott uppslag av granplantor (Sandström J. m.fl. 1996, Karlsson m.fl. 2009). I mitten av 1980-talet anlades ett antal försök på 9 platser i Västerbotten, Uppland och Småland av Björn Hånell på SLU för att studera metoden med föryngring under högskärm. Baserat bland annat på de erfarenheterna rekommenderas att göra en förberedande avverkning 5–10 år före föryngringsavverkning för att få bättre stormfasthet i skärmen. Rekommendationerna går något isär när det gäller vilka träd som allra helst ska lämnas, men klart är att det ska vara härskande eller medhärskande träd av god kvalitet och utan upphissade kronor (Rudqvist m.fl. 2000, Samuelsson m.fl. 2008, Karlsson m.fl. 2009). Man har också rekommenderat att lämna tall och björk där det finns, för att staga upp de granar som blir skärmträd. Totalt 400–500 stammar/hektar har angetts som ett lämpligt antal efter förberedande huggning, med det högre antalet på högre bonitet (Rudqvist m.fl. 2000).

Vid skärmhuggningen har rekommenderats att ställa cirka 200–300 stammar/hektar; högst 30 procent av virkesförrådet bör tas ut per ingrepp. Bland annat för att inte skada plantor bör man avverka vintertid (Rudqvist m.fl. 2000). När man har stora problem med frost och konkurrerande vegetation har en tätare skärm, 250–400 stammar/hektar, rekommenderats. Tätheten i skärmen är en balansgång mellan att gynna föryngringen och att åstadkomma tillräckliga effekter på dränering, frost och konkurrerande vegetation (Karlsson m.fl. 2009). Innan man utvärderar resultatet och det eventuella behovet av hjälpplantering och markberedning bör man vänta åtminstone 2–3 år, enligt erfarenheter från bland annat Korsnäs (Samuelsson 2008). Efter 5–10 år kan skärmen glesas ut till 75–125 stammar/hektar. Man bör sträva efter att fälla i stickvägar eller där plantuppslaget är bra. Efter ytterligare 5–10 år kan skärmen avvecklas men naturvärdesträd lämnas (Rudqvist m.fl. 2000).

En svårighet med granskärmar är deras vindkänslighet, trots att markerna ofta ligger lägre i terrängen. I Björn Hånells försök hade cirka 40 procent av skärmträden blåst omkull efter 10 år (Hånell 2015). I dessa försök hade man inte möjlighet att göra någon förberedande avverkning vilket gjorde att uttaget blev cirka 70 procent vid skärmställningen. Försöken gränsade också till behandlingar med kalavverkning. För att minska risken för vindfällning är det viktigt med långsiktig planering och förberedande huggning. Rätt planering av avverkningar i intilliggande bestånd kan också minska risken för vindfällning (Karlsson m.fl. 2009).

Erfarenheter visar också att det på dikade högproduktiva granmarker är möjligt att föryngra genom kalavverkning, markberedning genom högläggning och plantering. Denna metod har bland annat använts på Bergvik skogs marker i norra Uppland med gott föryngringsresultat (Grankvist och Eriksson 2015). Även i Björn Hånells försöksserie finns ett försöksled med kalavverkning, högläggning och plantering, som visar på god plantöverlevnad, men det bästa föryngringsresultatet uppnås med en kombination av högskärm och plantering i hög (Hånell 2015, Holgén och Hånell 2000).

När omfattande stormfällning skett eller om beståndet kalavverkats och det är svårt att få upp en föryngring exempelvis på grund av att markerna är frostlänta, kan man föryngra under en lågskärm av björk. Enligt den så kallade Kronobergsmetoden glesas björken då ut i 3 steg, det första vid 3–4 meters höjd till cirka 1,5–2 meters förband, det andra vid 6–9 meters höjd till 2,5–3 meters förband och det tredje när granen nått 3–4 meters höjd, då skärmen avvecklas och några naturvärdesträd ställs kvar för att växa in i beståndet. För att detta ska fungera kan dock dikningsingrepp krävas eftersom en lågskärm inte har samma dränerande förmåga som högskärmen.

I blandskog kan det vara lämpligt att gynna och behålla trädslagsblandningen, vilket även kan bidra till bättre vindstabilitet. Røjning och gallring blir då viktiga åtgärder för att styra den framtida trädslagsfördelningen.

Ett generellt problem vid avverkning på torvmark är att marken har sämre bärighet än fastmark och att risken för körsador är större. Erfarenheten från Bergvik skog i norra Uppland är att det fungerat att antingen köra på tjälad mark eller under en torr sommar på väl risat underlag (Grankvist och Eriksson 2015). Projektgruppens erfarenhet är dock att problemen är större i sydvästra Sverige. I exempelvis Västerbotten försöker man styra avverkning på torvmark till vintern och förbereda vintervägar för att förbättra bärigheten. Den sämre bärigheten på torvmark gör att det blir svårare att planera när i tiden åtgärder kan göras med avseende på väder och att skogsbruk blir mindre lönsamt eftersom det krävs extra försiktighetsåtgärder. När det gäller val av skötselmetod ökar risken för markskador och problem med bärighet ju fler gånger man måste köra i beståndet.

Tallskog och talldominerad blandskog

Tallskog och talldominerad skog återfinns framför allt på lågproduktiv torvmark, fattigare ris- och starttyper, men det finns även mer produktiv talldominerad skog på blåbär-fräkentyp.

De fattigaste tallskogarna är impediment och gränsen mot impediment är i många fall svår att dra. Ligger man nära impediment har man från Skogsstyrelsen rekommenderat att sköta skogen genom försiktig plockhuggning, om virke ska tas ut. I mer produktiva bestånd som är tidigare relativt opåverkade av dikning och skogsbruk har Skogsstyrelsen rekommenderat föryngring genom successiv utglesning i flera steg. Uttagen kan för tall vara något högre än för gran, cirka 40 procent per ingrepp, tallen är ett pionjärträds-lag och föryngringen gynnas av ljus. Man har föreslagit att med 5–10 års mellanrum glesa ut från cirka 200–300 stammar, via 100–150 stammar, till 50–80 stammar/hektar, och till sist lämna naturvärdesträd som får växa in i det nya beståndet (Bergqvist 2014). Erfarenheten av metoden från praktiskt skogsbruk är liten. Det kan visa sig svårt att återkommande köra på dessa marker på grund av den dåliga bärigheten och för tall finns mindre ris att tillgå för risning. Detta kan göra att man får modifiera metoden till att omfatta färre och hårdare uttag.

De senaste åren har flera avverkningar på talldominerad torvmark gjorts av Sydved i sydvästra Småland. Man har gjort en kraftig gallring motsvarande 50–60 procent av volymen och därefter lämnat beståndet för självföryngring. Man har kört vid torra vä-

derförhållanden och använt maskiner med breda band och man anser att detta fungerat, men att det är mycket viktigt med planering så att man kör exakt rakt för att undvika att skära igenom torven. Man anser att det är för tidigt att utvärdera föryngringen, men klart är att det kommer att bli en blandskog och inte talldominerat som före avverkningen. Inom 3 år får man ett kraftigt uppslag av björk (Höijer, Mårtensson och Alexandersson 2015).



Talldominerad mosse, Jönköpings län.

Foto: Jonas Bergqvist

Sveaskog har de senaste åren avverkat i storleksordningen 500–600 ha/år på torvmark i södra delen av Sverige. Man använder maskiner med breda band i kombination med stockmattor och kör vid torra väderförhållanden. För föryngring har man provat sig fram och ibland använt naturlig föryngring med fröträdställning men också kalavverkat och planterat, på vissa marker med och på vissa marker utan markberedning. Oftast har man inte gjort något trädslagsbyte (Almäng och Ask 2015).

För bestånd som är kraftigt påverkade av dikning sedan förut har man från Skogsstyrelsen rekommenderat naturlig föryngring med fröträdställning (Bergqvist 2014). Rekommendationen har varit att fröträden bör stå relativt tätt för att motverka höjning av grundvattenytan och att beredningshuggning bör göras cirka 15–20 år innan för att öka stormfastheten hos fröträden. Ofta krävs sannolikt markberedning genom harvning, högläggning eller markfräsning för att få ett bra resultat, eftersom fältskiktet kan vara mycket kraftigt. Dikningsingrepp kan också vara aktuellt.

Den bild Skogsstyrelsen har är att traditionell slutavverkning ofta är problematiskt ur föryngringssynpunkt. Ofta krävs en markavvattning, och man får höga kostnader för föryngring och röjning, på grund av ett stort lövuppslag, vilket leder till dålig ekonomi i åtgärden (Bergqvist 2014).

Sammanfattningsvis saknas mer omfattande erfarenhet i Sverige av att bedriva ett aktivt skogsbruk på talldominerad torvmark. Det finns vissa erfarenheter från de senaste åren men det är inte möjligt att utvärdera resultaten efter så kort tid. Det råder osäkerhet om vilka metoder som fungerar, framför allt när det gäller bärighet och föryngring. Försök planeras bland annat i samarbete mellan Skogsstyrelsen, SLU, Bergvik skog och Bille-rud Korsnäs för att studera framför allt avverknings- och föryngringsmetoder på talldominerad torvmark.

Glasbjörk

Glasbjörk återfinns i både rena bestånd och blandskog, framför allt på kärr av blåbär-fräkentyp eller bättre. Attityden till glasbjörk är idag mer positiv beroende på ökad kunskap om tillväxt och ökad efterfrågan på björk (Päivänen och Hånell 2012).

Erfarenheterna av naturlig föryngring av glasbjörk i Sverige under kontrollerade former är begränsade men en grov rekommendation är att lämna ca 50 fröträd per hektar. Ofta krävs ingen markberedning på torvmark. Rekommendationen är sedan cirka 1 500 stammar per hektar vid 6–7 meters höjd. När och hur hårt röjning görs dessförinnan kommer sannolikt att till stor del styras av betestrycket av klövvilt. Två till tre gallringar har rekommenderats för att undvika upphissade kronor (Sandström m.fl. 1996).

Glasbjörk är ett typiskt pionjärträd och i blandskog har man vanligtvis en naturlig succession med en tvåskiktad skog av glasbjörk och gran. På lågproduktiva tallmarker kan ibland glasbjörk ta över. I sådana fall är rekommendationen att gynna tallplantor för att undvika produktionsförluster (Päivänen och Hånell 2012, Bergqvist 2014).

Dikesrensning, skyddsdikning och markavvattning

I dagens regelverk skiljer man principiellt mellan tre typer av åtgärder kopplade till dikning: dikesrensning, skyddsdikning och markavvattning.

Dikesrensning syftar till att bibehålla vattnets djup och läge i förhållande till tidigare dikning, det vill säga det handlar om att underhålla det dikessystem som redan finns. Dikesrensning ska anmälas till Skogsstyrelsen enligt föreskrifter (SKSFS 2013:3) för samråd enligt 12 kap. 6 § miljöbalken. I föreskrifterna finns preciserat i vilka situationer dikesrensning ska anmälas för samråd. Exempel på anmälningspliktig dikesrensning är sådan rensning som mynnar direkt ut i sjöar och vattendrag, rensning med hög andel lätteroderade jordar eller hög andel torvmark, rensning som berör värdefulla naturmiljöer eller våtmarksmiljöer och rensning av diken med långtgående igenväxning. Om ett ”nytt naturtillstånd” bedöms ha inträtt på grund av dikets igenväxning krävs tillstånd från länsstyrelsen enligt 11 kap. 13 § miljöbalken, eftersom åtgärden då klassas som markavvattning. Om en dikesrensning utförs så att man rensar djupare, eller flyttar stenar och vidgar diket, det vill säga ändrar ”ursprungligt djup och läge”, kommer även detta att klassas som markavvattning. För att man ska kunna rensa ett dike måste det också finnas en ”fungerande vattenanläggning”, det vill säga en fåra som leder vatten. Finns inte någon sådan kvar och man tar upp ett dike klassas åtgärden också som markavvattning. Om fisket kan skadas ska anmälan göras till länsstyrelsen (11 kap. 15 § miljöbalken).

På lågproduktiv mark som ligger nära att klassas som impediment kan en dikesrensning förväntas ha liten positiv effekt på skogsproduktionen. Eftersom dikesrensning är en vattenverksamhet måste fördelarna överväga kostnaderna samt skadorna och olägenheterna, enligt 11 kap. 6 § miljöbalken. Detta gör att rensning på lågproduktiv mark kan förbjudas (Carlborg 2012).

Skyddsdikning är en åtgärd som utförs efter avverkning för att få en tillfredsställande återväxt eller för att återväxten ska utvecklas väl. Skyddsdikning innebär att tillfälligt leda bort vatten som ansamlas till följd av att trädens med deras dränerande förmåga avverkats i samband med föryngringsavverkning. Åtgärden innebär att grunda, flacka diken, max 50 cm djupa, grävs för att tillfälligt leda bort överskottsvatten. Dessa diken underhålls därefter inte utan lämnas att växa igen. Skyddsdikning ska anmälas till Skogsstyrelsen enligt 14 § skogsvårdslagen. Skyddsdikning får inte utföras så att grundvattennivån blir lägre än före avverkning, enligt föreskrifter (7:33 §) till 30 § skogsvårdslagen. Detta innebär att skyddsdikning inte kan göras på blöt mark, där grundvattennivån ligger i markytan. Skyddsdikning på fuktig mark är möjlig, men dock inte djupare än grundvattennivån. Detta betyder att om grundvattenytan före en avverkning finns på exempelvis 20 cm djup kan inte skyddsdikning göras djupare än så.

I samband med dikesrensning och skyddsdikning ska hänsyn tas till naturvårdens och kulturmiljövårdens intressen enligt 30 § skogsvårdslagen. Det innebär att diken ska avslutas innan de når sjöar och vattendrag eller åtgärder vidtas så att skadlig slamtransport förhindras. Rensning bör ske vid lågvatten och bildat slam fångas upp. Detta kan ske med hjälp av sedimentationsbassänger, översilningar eller tillfälliga risproppar.

Markavvattning utförs i syfte att varaktigt öka markens lämplighet för ett visst ändamål, till exempel skogsproduktion. Tillstånd söks enligt 11 kap. 13 § miljöbalken hos Länsstyrelsen. I stora delar av södra Sverige råder idag ett generellt förbud mot markavvattning och för att få dispens krävs särskilda skäl. Projektgruppens bedömning är att praxis vad gäller möjligheten att få dispens skiljer sig åt i olika regioner och att möjligheten är större i sydöstra än i sydvästra Sverige. Normalt råder markavvattningsförbud inom områden i både norra och södra Sverige som omfattas av Ramsarkonventionen om våtmarker av internationell betydelse.

Potential för skogsproduktion vid dikning och dikesunderhåll

Skogsproduktion på torvmark hämmas av syrebrist till följd av högt stående vatten, och av tillgång på mineralnäringssämnen.

Potentialen för skogsproduktion vid nydikning av torvmark kan bestämmas genom torvmarksbonitering, med hjälp av den så kallade dikningsboniteten, det vill säga en uppskattning av markens produktionsförmåga efter dikning (Hånell 2008). Som nämnts ovan är man i dagens läge restriktiv med markavvattning, framför allt i södra Sverige. När det gäller att bedöma den ökade produktion som dikningsåtgärder skulle kunna medföra är det alltså i första hand dikesrensning som är aktuellt. Produktionseffekten av dikesrensning kan inte bedömas genom torvmarksbonitering.

För att avgöra om syretillgången i marken är tillräcklig för skogsproduktion används ofta djupet till grundvattenytan som indikator (Sikström och Hökkä 2015). Beroende på torvens humifieringsgrad, där en höghumifierad torv har bättre vattenhållande förmåga, har man rekommenderat ett djup till grundvattenytan från i storleksordningen 35 cm (för låghumifierad torv) till över 55 cm (för höghumifierad torv) (Paavilainen och Päivänen 1995).

Försämring av dikens funktion sker gradvis över tid. I Riksskogstaxeringen (1997–2001) har man skattat att cirka 120 000 hektar dikad skoglig torvmark i Sverige har icke fungerande diken (Hånell 2004). För att avgöra behov av dikesrensning har tiden sedan dikning visat sig vara en användbar variabel (Hökkä m.fl. 2000) och efter 25–30 år är det sannolikt att ett dike kräver underhåll. Baserat på finska studier (till exempel Lauhanen m.fl. 1998) avråds från att bestämma rensningsbehov enbart genom att inspektera diken i fält, eftersom detta kan leda till en överskattning av rensningsbehovet (Sikström och Hökkä 2015).

Grundvattenytans läge i marken påverkas i hög grad av det växande skogsbeståndet. Detta innebär att man efter gallring kan förvänta sig att grundvattenytan stiger med 0–15 cm och efter slutavverkning med cirka 5–40 cm, enligt den litteratursammanställning som nyligen publicerats av Sikström och Hökkä (2015).



Dikesrensning med profilskopa, Örebro län.

Foto: Anja Lomander

I en finsk försöksserie på talldominerad torvmark gav dikesrensning en sänkning av grundvattenytan med i storleksordningen 5 cm. Efter dikesrensning och kompletteringsdikning, vilket innebär att nya diken grävs mellan de ursprungliga, var sänkningen i storleksordningen 10 cm (Ahti och Päivänen 1997). Kompletteringsdikning är en metod som ofta tillämpas i Finland men som i Sverige skulle klassas som markavvattning (Carlborg 2012). Paavilainen och Päivänen (1995) förordade att kompletteringsdikning bör genomföras om avståndet mellan de ursprungliga diken är över 50 meter.

Sikström och Hökkä (2015) har sammanställt tillgängliga studier på produktionseffekter av dikesrensning. De flesta data som finns gäller tall och för gran finns mycket få data (Sikström och Hökkä 2015). Sarkkola m.fl. (2012) rapporterade tillväxtökningar mellan 0,6 och 1,1 m³sk/ha och år under 20 år efter dikesrensning och kompletteringsdikning för tall i norra respektive södra Finland. De noterade störst tillväxtrespons där grundvattenytan före rensning låg 25–30 cm under markytan eller ytligare, medan man fick en svag respons där grundvattenytan före rensning låg djupare än 40 cm. En förutsättning för en tillväxtökning är också att det finns tillgång på växttillgängliga mineralnäringsämnen. Det har föreslagits att vid en stående volym över 150 m³sk/ha har en rensning liten positiv effekt på produktionen på grund av beståndets interception och evapotranspiration (Sarkkola m.fl. 2010, Sikström och Hökkä 2015). Det kan finnas andra skäl än strikt produktionsmässiga till att dikesrensa, till exempel att man får en torrare markyta, bättre bärighet och att man får tall i stället för björk i föryngringen. Sikström och Hökkä (2015) gör bedömningen att rensning har störst positiv effekt på produktion tidigt under omloppstiden, i samband med föryngringsavverkning eller första gallring. Deras bedömning är också att det behövs mer data på produktionseffekter av dikesrensning, särskilt för gran, för att kunna konstruera generella modeller för att uppskatta tillväxtresponsen (Sikström och Hökkä 2015).

Hånell (2009) har beräknat att dikesrensning och kompletteringsdikning på en areal av cirka 400 000 hektar produktiv torvmark i Sverige kan ge en årlig produktionsökning av cirka 500 000 m³sk (Hånell 2009). Beräkningen baseras på tillväxtökningar i talldominerade bestånd mellan 1–1,5 m³sk/ha och år under cirka 20 år efter dikesrensning (Hökkä och Salminen 2006) och i grandominerade bestånd 1,5–2 m³sk/ha och år (Lauhanen m.fl. 1998) efter dikesrensning och kompletteringsdikning. Denna beräkning innebär med största sannolikhet en överskattning jämfört med om enbart dikesrensning hade utförts, eftersom erfarenheten från de studier där dikesrensning och kompletteringsdikning kombinerats är att kompletteringsdikning bidrar mer till tillväxtökning än vad dikesrensning gör (t.ex. Lauhanen m.fl. 1998). Beräkningen ger ändå en uppfattning om vilken produktionspotential som kan finnas vid genomförande av dikesrensning och markavvattning i stor skala i Sverige.

Gödsling av torvmark: behov och produktionspotential

Förutom att den höga grundvattenytan på torvmark orsakar syrebrist och därmed lägre skogsproduktion, så är skogsproduktion på torvmark ofta begränsad av tillgången på mineralnäringsämnena fosfor (P) och kalium (K). I motsats till fastmark är innehåll av kväve (N) ofta högt (> 1 vikts-%) i torv, något som också är kopplat till utbudet av

växttillgängligt kväve. Kväve kan dock vara begränsande på näringsfattiga torvmarker. Ibland kan även bor (B) vara begränsande (Veijalainen m.fl. 1984).

Bristsymptom relaterat till mineralnäringsämnen hos träd har främst rapporterats från näringsfattiga torvmarker med stort torvdjup. Framför allt för K har torvdjupet stor betydelse. Är torvdjupet mindre än 30–40 cm kan rötterna nå ner i underliggande mineraljord (t.ex. Moilanen m.fl. 2004, 2010). Magnusson och Hånell (2000) fann, efter gödsling med aska på två kärr (med jämförbar kvävehalt) där torvtäkt tidigare bedrivits, en positiv tillväxtrespons på lokalen med djup (50–100 cm) torv, men inte på lokalen med grund (20 cm) torv. Förklaringen är den bättre tillgången på P och K före gödsling på lokalen med grundare torv.

Gödsling av torvmark kan antingen utföras med ett oorganiskt så kallat PK-gödselmedel eller med skogsbränsleaska. Vid tillförsel av aska får man även en höjning av pH-värdet i torven, men effekterna av PK-gödselmedel och aska på skogsproduktion anses vara jämförbara, vid ekvivalenta mängder tillfört P och K (t.ex. Sikström m.fl. 2010, Hånell 2009). Ofta används kombinationsgödselmedel, som innehåller både P och K.

Tidiga gödslingsförsök anlades till stor del på kal myr, men sedan 1970-talet finns erfarenheter från försök på beskogad torvmark, där produktionsökningen till följd av gödsling kan förväntas vara i storleksordningen 1–3 m³sk/ha och år, beroende på ståndortstyp (Holmen 1980, Sikström m.fl. 2010, Hökkä m.fl. 2012). Erfarenheterna har lett fram till en rekommendation av givor på cirka 40 kg P och 80 kg K/ha (Silfverberg 1996). Skogsbränsleaskor är ofta heterogena och beroende på innehåll av P och K kan detta innebära en giva på mellan 3 och 5 ton aska per hektar (Anderson 2015).

Man kan ställa upp ett antal kriterier för vilka torvmarker som lämpar sig för gödsling:

- Dräneringen bör vara god, det vill säga marken bör vara dikad med fungerande diken.
- Tillväxteffekten blir större på mark med större torvdjup (över 30–40 cm).
- Torven får inte vara för kvävefattig, utan bör innehålla minst 1 procent N. Samtidigt blir effekten, och därmed lönsamheten i åtgärden, mindre på de mest bördiga torvmarkerna, där innehållet av såväl N som P och K redan är högt. Detta innebär att blåbär-fräken, lågstarr och bättre ristyper är lämpliga, det vill säga intermediärt produktiva torvmarker (Hånell 2009). Det är möjligt att gödsla även lågproduktiva torvmarker genom att förutom P och K även tillföra N, men tillväxtresponsen är betydligt svagare än vid gödsling med PK på de marker som rekommenderas ovan (Hökkä m.fl. 2012). Gödsling med NPK på näringsfattig torvmark är en tveksam åtgärd bland annat ur lönsamhetsperspektiv och när det gäller risken för utlakning av kväve (Magnusson 2009).
- Slutligen rekommenderas att välja välväxande bestånd av gallrings- eller slutavverkningsskog, eftersom tillväxteffekten av gödsling ofta är positivt relaterad till beståndsvolym och tillväxt före gödsling (Hånell 2009). Dessutom ska det vara möjligt att sprida askan med skotare eller traktor.

Baserat på dessa urvalskriterier har beräknats att cirka 400 000 hektar torvmark är möjlig att gödsla i Sverige och att detta skulle ge en sammanlagd produktionsökning på cirka 1 M m³sk per år (Hånell 2009). Erfarenheter från de försök som anlades på 1970-talet tyder på att effekten av gödsling kan hålla i sig i åtminstone 30 år (Hökkä m.fl. 2012, Anderson 2015), det vill säga om man tänker sig att åtgärden är aktuell i gallrings- eller slutavverkningsskog bör inte någon omgödsling krävas.

Kunskapsluckor

Erfarenheten av en del av de metoder som rekommenderats för skötsel av skog på torvmark är begränsad. Särskilt när det gäller föryngring och bärighet finns en stor osäkerhet.

Det behövs mer data på produktionseffekter av dikesrensning, särskilt för gran, för att kunna konstruera generella tillväxtmodeller.

I Sverige saknas enkla rekommendationer för att avgöra behovet av dikesrensning på en specifik ståndort.

Påverkan på mark och vatten vid skogsbruk på torvmark

Påverkan på mark och vatten vid avverkning och körning på torvmark

Skogsavverkning leder generellt till förhöjd grundvattenyta och ökad avrinning, eftersom träden med deras dränerande förmåga avverkas. Avrinningen ökar med i storleksordningen 50–100 procent jämfört med situationen före avverkning, om beståndet kalavverkas. Vid avverkning tillförs marken också organiskt material i form av avverkningsrester, fält- och bottenvegetation och rotförna. Ökad avrinning och tillgång på organiskt material medför ökad utlakning av organiskt material och näringsämnen från mark till vattendrag (t.ex. Kreutzwieser m.fl. 2008, Magnusson 2009). Hur stor utlakningen blir och hur länge effekten håller i sig beror på förhållanden på platsen: klimat, topografi, textur etc. Den högre grundvattenytan efter avverkning kan dessutom medföra föryngringsproblem på grund av att jorden blir vattenmättad.

För att få en upphöjd planteringspunkt och undvika vattenmättad jord och frostska-dor genomförs ibland markberedning, på torvmark oftast i form av högläggning eller harvning. Markberedningen ökar ytterligare risken för utlakning av näringsämnen och organiskt material till vatten (Akselsson m.fl. 2004, Magnusson 2009).

På torvmark är markens bärighet ofta betydligt sämre än på fastmark (t.ex. Päivänen och Hånell 2012) och är till mycket stor del beroende av rötterna. Den sämre bärigheten medför ökad risk för spårbildning och markbrott.



Körspår på torvmark, västra Götalands län.

Foto: Anja Lomander

Spårbildning och markbrott gör att rötterna skadas mekaniskt. I bestånd på blöt eller fuktig mark ligger rötterna ytligt vilket ökar risken för detta. Skador på rötter leder till minskad tillväxt, sämre vindstabilitet och ökad risk för angrepp av bland annat rotröta (t.ex. Magnusson 2009). Vid arbetet med denna rapport har inga studier hittats där man kvantifierat effekterna av spårbildning, markbrott och rotskador på skogsproduktion på torvmark. Sådana studier är sannolikt svåra att göra. De studier som finns är från fastmark och handlar om effekter av markkompaktering och kortsiktiga effekter av rotskador, det vill säga de innefattar inte effekter av rotröta (t.ex. Wästerlund 1983). En potentiellt allvarlig konsekvens av minskad bärighet till följd av markbrott är att maskiner helt enkelt går igenom och sjunker i torven. Förutom att bärgning kan vara mycket problematiskt och kostsamt medför detta även risk för utsläpp av oljor och diesel.

Spårbildning och markbrott medför en ökad risk för erosion av partikulärt material. Höghumifierad torv är särskilt känslig för erosion. En ökad uttransport av organiskt material, såväl löst som partikulärt, innebär även en ökad uttransport av tungmetaller, bland annat kvicksilver, som binder till det organiska materialet (Skjällberg m.fl. 2006). Metylkvicksilver, den form av kvicksilver som anrikas i akvatiska näringskedjor, bildas genom bakteriella processer i syrefri miljö. Våtmarker är därför generellt källor till metylkvicksilver i landskapet (Tjerngren m.fl. 2012). Ökad humustransport från torvmarker till vattendrag medför alltså en ökad kvicksilverbelastning i vattendragen. Den högre grundvattenytan, tillförsel av organiskt material, omblandning till följd av körning, samt högre marktemperatur dagtid som blir följden av avverkning, skapar förhållanden som är gynnsamma för bildning av metylkvicksilver, vilket ytterligare förvärrar effekten (t.ex. Bishop m.fl. 2009).

Effekter av dikesunderhåll på mark och vatten

Idag är de generella effekterna av nydikning väl beskrivna (t.ex. Ahlbäck 1979, Simonsen 1987, Magnusson 2009). Däremot är effekterna av dikesrensning mindre studerade och här finns endast ett fåtal rapporter (Joensuu m.fl. 2002, Nieminen m.fl. 2010, Hansen m.fl. 2013). Som tidigare nämnts är det framför allt dikesrensning som är aktuellt som åtgärd i Sverige idag, eftersom man är restriktiv med markavvattning. På grund av detta samt att dikesrensningens effekter är mindre väl beskrivna fokuserar diskussionen nedan på effekterna av dikesrensning.

Från Finland finns två studier, Joensuu m.fl. (2002) och Nieminen m.fl. (2010), av dikesrensningens miljöeffekter. Båda bygger på principen med parade avrinningsområden, det vill säga att man har ett avrinningsområde som inte dikesrensas jämfört med ett avrinningsområde med dikesrensning. Joensuu m.fl. (2002) rapporterade signifikant ökad koncentration av suspenderat material, ökat pH, och signifikant ökad koncentration av baskatjoner, oorganiskt N (mest ammonium), samt aluminium (Al) och järn (Fe), i avrinnande vatten under 2–3 år efter dikesrensning. Koncentrationen av löst organiskt kol (DOC) var signifikant lägre efter dikesrensning, medan koncentrationen av P i en del avrinningsområden var hög under det första året efter dikesrensning. Studien byggde på 40 avrinningsområden med 34 andra avrinningsområden som kontroller. I denna studie genomfördes i många fall även kompletteringsdikning i samband med dikesrensningen. Nieminen m.fl. (2010) rapporterade signifikant ökad export av suspenderat material

under de fyra år efter dikesrensning som studien gjordes. Man fann signifikant minskad export av DOC och oförändrad export av N, P och Fe. Exporten av Al ökade signifikant under det första året efter rensning. Variationen mellan år och mellan de 9 parade avrinningsområden som ingick var stor, vilket gör att man betonar behovet av ytterligare studier för att utröna vilka egenskaper i avrinningsområden som kan förklara resultaten.

Från Sverige finns den studie som rapporterats av Hansen m.fl. (2013), från 2 lokaler i Norrbottens och Jönköpings län som studerats före, samt under 2 år efter dikesrensning. Huvudslutsatserna är en ökad koncentration av suspenderat material, oorganiskt N (ammonium och nitrat) och K, ett högre pH under första året efter rensning, på den ena lokalen ökad koncentration av kvicksilver och metylkvicksilver, samt på den andra lokalen lägre koncentration av P och Fe, i avrinnande vatten. Resultaten visar också att den ökade koncentrationen av suspenderat material har en allvarlig negativ effekt på bottenfauna.

Sammanfattningsvis är alltså de mest tydliga effekterna av dikesrensning en ökad koncentration av suspenderat material, högre pH, ökad koncentration av baskatjoner, minskad koncentration av DOC, samt ibland en ökad koncentration av kvicksilverföreningar, i avrinnande vatten. För N, P, Fe och Al varierar effekten mellan lokaler och det finns ofta en stor mellanårsvariation som gör att signifikanta skillnader kan vara svåra att mäta upp. Bedömningen är att kunskap fortfarande saknas för att kvantifiera effekter av dikesrensning på mark och vatten på specifika ståndorter. Att man får en ökad halt suspenderat material, högre pH, ökad koncentration av baskatjoner och minskad halt av DOC kan förklaras av att man når ner i mineraljord, och att vatten i mindre utsträckning rinner genom organiska horisonter. Detta är alltså effekter som på ett logiskt sätt hänger samman. Den ökade halten av kvicksilverföreningar beror sannolikt till största delen på kvicksilvers bindning till partikulärt organiskt material, eftersom halten av DOC minskar efter rensning.

En skillnad vid dikesrensning jämfört med nydikning är att den ursprungliga dikningen ofta skedde för hand med spade och hacka medan rensning idag sker med maskiner, vilket riskerar att ge en betydligt större påverkan genom körning och användande av breda skopor. För att minska den ökade transporten av suspenderat material brukar man ofta rekommendera grävning eller rensning medströms och vid låg vattenföring. Man rekommenderar också att innan rensning påbörjas anlägga slamgropar, sedimentationsbassänger och/eller översilningsområden för att fånga upp material. Projektgruppens bedömning är dock att kunskapen både om effektiviteten och den praktiska utformningen av slamgropar, sedimentationsbassänger och översilningsområden idag är ofullständig. I Hansen m.fl. (2013) ingick en jämförelse mellan hänsynsfullt rensade diken (med slamgropar och översilningsområden) och normalt rensade diken. Resultaten var inte entydiga men en skillnad var att den ökade transporten av suspenderat material kom senare i tiden där försiktighetsåtgärder genomförts. Samtidigt var transporten av suspenderat material stor efter rensning även där försiktighetsåtgärder genomförts, efter den inledande fördröjningen. En slutsats av detta är att det är viktigt att slamgropar och sedimentationsbassänger är dimensionerade för att under längre tid kunna ta omhand materialet som sedimenterar, så att inte deras kapacitet överskrids och transporten av material på nytt ökar (Hansen m.fl. 2013).



Dikesrensning med Varan, Kronobergs län.

Foto: Anja Lomander

Tidpunkten har betydelse för effekten av dikesrensning. Om diken ska rensas är projektgruppens bedömning att rensning i samband med första gallring är en lämplig tidpunkt både ur produktions- och miljöperspektiv. Den faktor som framför allt bidrar till detta är att dikeskanter hinner stabiliseras (t.ex. Stenberg m.fl. 2015), innan man når hyggesfasen. Rensning i samband med gallring gör även att diket behåller sin funktion under längre tid, jämfört med rensning under hyggesfasen då ökat ljusinflöde ger en snabbare igenväxning av diket. Detta innebär således färre tillfällen för rensning och därmed färre tillfällen när vattenkvaliteten riskeras att påverkas negativt.

Ett specialfall där det gäller att se upp är sulfidjordar, som framför allt finns i norra Norrlands kustland och i Mälardalen. Här kan man få en mycket kraftig surstöt vid både rensning och nydikning, vilket kan leda till allvarliga skador på bland annat fisk (t.ex. Magnusson 2009).

Effekter av torvmarksgödsling på mark och vatten

Näringsämnen

Gödsling av torvmark kan som tidigare nämnts genomföras antingen med ett oorganiskt gödselmedel eller med skogsbränsleaska. I båda fallen innehåller gödselmedlet fosfor och kalium. En giva motsvarande 40 kg fosfor och 80 kg kalium per ha har rekommenderats, vilket för aska motsvarar 3–5 ton/ha (se sidan 25). Skogsstyrelsens rekommendationer vid askåterföring är idag att återföra högst 3 ton aska per hektar och tioårspe-

riod och högst 6 ton aska per hektar och omloppstid, för att undvika oönskade effekter (Skogsstyrelsen 2008). Skogsstyrelsen har idag inga rekommendationer för gödsling av torvmark.

Kaliumjonen, K^+ , är mobil i skogsmark och lakas lätt ut, vilket ger begränsningar när det gäller hur länge den positiva effekten av gödsling på skogsproduktion håller i sig (Huotari m.fl. 2011). I stabiliserad aska förekommer kalium som ett lösligt salt vilket bidrar till snabb utlakning (Steenari m.fl. 1999). Mätningar har visat på utlakning av kalium, sulfat, natrium och klorid under upp till 10 år efter behandling (Piirainen m.fl. 2013). Detta kan bidra till en högre jonstyrka i avrinnande vatten.

Fosfor är ofta begränsande för den biologiska produktionen i sötvatten vilket gör att tillförsel av P under längre tid till ett näringsfattigt system kan förändra ekosystemet. Det är viktigt att använda ett långsamupplösande gödselmedel och P löses också ut långsamt från olika typer av askor (Steenari m.fl. 1999). I finska studier har man funnit att utlakningen av P är låg när det finns tillräcklig tillgång på Fe och Al i tillsatt aska eller i torv (t.ex. Piirainen m.fl. 2013, Nieminen m.fl. 2007). En förklaring är sannolikt att oorganiskt P vid normala pH-värden i torv och skogsmark förekommer som negativt laddade joner medan järn- och aluminiumhydroxider har positivt laddade ytor, vilket gör att fosfor attraheras till ytorna.

I linje med detta fann man signifikant högre halt av P i torven i kärr 4–5 år efter spridning av 8 ton ohärdad aska, 40 kg P, eller 80 kg P per hektar, men ingen signifikant förhöjning av P-halten i avrinningsvatten (Magnusson och Hånell 2000). I en studie där man tillsatt 3 ton krossaska på dikad torvmark utanför Bredaryd fann man däremot förhöjd halt av P i avrinnande dikesvatten med maximala halter av totalfosfor i storleksordningen 0,5–2,0 mg/l och medianhalter av totalfosfor i storleksordningen 90 µg/l vilka var signifikant förhöjda jämfört med före gödsling upp till cirka 2,5 år efter behandlingen, då mätningarna avslutades (Ring m.fl. 2011). Medianhalterna i försöket i Bredaryd ligger klart över medianhalter i avrinnande vatten från brukad skogsmark 1984–2002, i storleksordningen 5–15 µg/l (Uggla och Westling 2003). En förklaring skulle kunna vara att detta är en mer näringsfattig torvmark med lägre halt av Fe och Al. Något som också har betydelse för hur väl fosfor hålls kvar är om det finns ett uppvuxet skogsbestånd eller ej (Magnusson 2009, Piirainen m.fl. 2013).

Sammanfattningsvis finns flera studier som visar att det på mer näringsfattig torvmark kan finnas en risk för fosforutlakning vid gödsling. Kunskapen är ofullständig om var gränsen går för när detta kan ske.

Tungmetaller och organiska ämnen i askor

Skogsstyrelsen har idag rekommendationer vad gäller innehåll av ämnen i askor vid askåterföring (Skogsstyrelsen 2008). För att få en uppfattning om ifall rekommendationerna av halter av tungmetaller i askor vid askåterföring kan vara tillämpliga vid askgödsling på torvmark har en beräkning utförts.

Rekommendationerna som finns idag bygger på principen att den mängd tungmetall som återförs med aska ska vara lika stor som mängden tungmetall som förs bort med biomassan vid avverkning. I beräkningarna har därför mängden tungmetaller i 30 cm torv, i stamved, barr och grenar, samt i tillförd aska beräknats och jämförts.

En askdos om 3 ton/ha har antagits och de halter av tungmetaller i askor som idag rekommenderas av Skogsstyrelsen (Skogsstyrelsen 2008) har använts för att räkna ut tillförd mängd tungmetall via askan. Ett torvdjup om 30 cm och en bulkdensitet av 100–300 kg/m³ torv har antagits (Päivänen och Hånell 2012, Osvald 1937). Representativa halter av tungmetaller i olika typer av torv har tagits från Irland (Asam m.fl. 2014) och Finland (Mäkilä m.fl. 2015), (*tabell 2*). Beräkningen gjordes för tall och ett virkesförhållande mellan 100 och 400 m³sk/ha antogs. Askgödsling antogs medföra en tillväxtökning på 2 m³sk/ha och år under 30 år och denna adderades till den stående volymen. För att räkna ut fördelning av biomassa mellan stamved och grenar och barr användes data från Albrectson 1980. Halter av tungmetaller i träddelar togs från samma datamaterial som tidigare använts för att ta fram Skogsstyrelsens rekommendationer (*tabell 2*).

Beräkningarna visar att mängden tungmetaller i tillförd aska, jämfört med mängden tungmetaller i stamved inklusive askans tillväxteffekt, är 1,5–40 gånger större (*tabell 3, sista kolumnen*). För kadmium är mängden i tillförd aska jämfört med mängden i torv nästan 2,3 gånger större, för torv med lägre densitet. För koppar är mängden i tillförd aska jämfört med mängden i torv cirka 2,1 gånger större för torv med lägre densitet och kopparhalt.

Tabell 2. Rekommenderad halt i aska vid askåterföring, samt halter i torv och träddelar som använts vid beräkningarna (mg/kg)

	Aska ¹	Torv ²	Barr ³	Grenar ³	Stamved ³
Bly	300	16	0,4	1,2	0,2
Nickel	70	3–26	0,4	0,2	0,4
Kadmium	30	0,13	0,1	0,3	0,2
Koppar	400	2–18	2,7	3,2	0,7
Arsenik	30	0,7–1,5	0,04	0,1	0,03

¹ Skogsstyrelsens rekommendationer, meddelande 2, 2008,

² Asam m.fl. 2014 och Mäkilä m.fl. 2015,

³ data som använts för Skogsstyrelsens rekommendationer för askåterföring, meddelande 2, 2008.

Tabell 3. Beräknade mängder (g/ha) av tungmetaller i aska, torv, stamved och grenar och toppar (grot), samt kvot mellan mängd tungmetall i aska och mängd tungmetall i stamved, inklusive den tillväxtökning som askan förväntas medföra. Antaganden se föregående sida

g/ha	Aska	Torv	Stamved stående skog	Stamved tillväxtökning	Grot stående skog	Grot tillväxtökning	Aska/ stamved
Bly	900	4 800–14 400	14–56	8	56–225	34	14–40
Nickel	210	900–13 500	29–114	17	24–95	14	1,5–4,6
Kadmium	90	39–117	13–51	8	16–62	9	1,5–4,4
Koppar	1 200	570–11 700	56–223	34	225–898	135	4,7–13
Arsenik	90	210–1 350	2–9	1	4–18	3	8,5–25

Beräkningen visar alltså att gödsling med 3 ton aska/ha med halter av tungmetaller motsvarande Skogsstyrelsens nuvarande rekommendationer, innebär en tillförsel av tungmetaller, i förhållande till mängden tungmetall i bestånd och torv. Upprepad gödsling och stamuttag skulle innebära en höjning av halten tungmetall, framför allt koppar och kadmium, i torven med 3–6 ggr efter 3–4 gödslingar.

I Magnusson och Hånell's studie (2000) var halterna av kadmium i *Salix* spp. och björnmossa signifikant förhöjda på behandlingen med aska. Finska studier (Huotari m.fl. 2011) styrker också ett förhöjt upptag av kadmium i mossor efter askgödsling. I en studie av askgödsling på podsolerad jordmån på fastmark där 3–9 ton härdad aska tillsattes uppmättes en förhöjd halt av kadmium i markvatten under cirka 5 år efter behandling, med maxhalter motsvarande drygt 2 µg/l (Ring m.fl. 2006). I finska studier har man under 10 år efter askgödsling inte uppmätt någon förhöjd utlakning av tungmetaller, bland annat kadmium och koppar, till vatten (Pirainen m.fl. 2013).

Härdade askor består till stor del av karbonater och pH är mycket högt, i storleksordningen 10–13. Metallerna bildar då svårslösliga former och kan binda till bland annat ytor av kalcit (Steenari m.fl. 1999). I torven är situationen en helt annan: pH är i storleksordningen 4–6 och många metaller binds starkt till organiskt material i både fast och löst fas. För bland annat kadmium och koppar kommer dock andelen i lösning som förekommer som fri jon (Cd^{2+} , Cu^{2+}) att få betydelse vid lägre pH-värden (Karlsson m.fl. 2007, McBride 1994). Det är framför allt den fria jonen som tas upp av vegetation och organismer.

För utlakning är det den totala lösligheten som har betydelse. För metaller som kadmium och koppar, som i stor utsträckning bildar komplex med organiskt material i både fast och löst fas, innebär detta att ett högre pH, och därmed en högre löslighet av organiskt material, leder till ökad utlakning av metallen, inom det pH-intervall som är aktuellt i torvmarker.

Sammanfattningsvis finns studier som visar att förhöjt upptag av tungmetaller, framför allt kadmium, i vissa växter sker efter askgödsling och att förhöjda halter av kadmium i markvatten kan förekomma. De beräkningar som gjorts i denna rapport visar att tillförseln av tungmetaller till torv och trädbestånd vid gödsling med 3 ton aska/ha med halter i askan motsvarande Skogsstyrelsens nuvarande rekommendationer, är betydande.

När det gäller organiska miljögifter är det framför allt polyaromatiska kolväten (PAH), polyklorerade bifenyler (PCB) och dioxiner (PCDD/F) som ansetts vara ett problem i skogsbränsleaskor (Egnell m.fl. 1998). En litteraturgenomgång indikerade att halterna av dioxiner i biobränsleaskor med god marginal underskrider EU:s föreslagna gränsvärde för spridning av askor, medan det var stor variation i de halter av PAH som rapporterats (Bjurström 2006). Screeninganalys har visat att skogsbränsleaskor innehåller en mängd olika organiska ämnen, varav vissa har toxiska egenskaper. Man har dock inte gjort bedömningen att någon varning behöver utfärdas. Resultaten indikerar att vissa ämnen kan ha detekterats på grund av kontaminering av prover, varför mer forskning krävs (Larsson m.fl. 2008). Bjurström (2006) menar att underlag för att dra säkra slut-

satser om halterna av riskminskningsämnen och utfasningsämnen saknas och att en miljö- och hälsoriskbedömning av askors innehåll av organiska ämnen bör göras i en särskild utredning. Någon sådan utredning har inte hittats vid arbetet med denna rapport varför detta bedöms vara en kunskapslucka.

Storskaliga effekter på mark och vatten

Ett mer omfattande skogsbruk på torvmark skulle få storskaliga effekter på mark och vatten. I torvmarker sker en mängd naturliga processer som är viktiga för omsättning av vatten, näring och miljögifter. Bland annat omvandlas nitratkväve under syrefria förhållanden i våtmarker till luftkväve genom denitrifikation, en process som leder till minskad kvävebelastning på vatten. Resultat har också visat att alkärr är sänkor för metylkvicksilver i landskapet, på grund av att en nedbrytning av metylkvicksilver sker (Kronberg m.fl. 2012). Detta är alltså en process som minskar belastningen från kvicksilver på fisk.

En storskalig påverkan på vatten- och näringsomsättning i torvmarker genom ett mer intensivt skogsbruk än i nuläget, med mer aktiva dikningsåtgärder etc kommer att påverka de naturliga processer som sker och som är viktiga för mark och vatten i det omgivande landskapet.

Kunskapsluckor

Kunskap saknas för kvantifiering av effekter av dikesrensning på mark och vatten på specifika ståndorter

Kunskapen om effektiviteten och den praktiska utformningen av slamgropar, sedimentationsbasänger och översilningsområden vid dikningsingrepp är ofullständig.

Kunskapen är ofullständig om i vilken omfattning utlakning av fosfor vid gödsling med aska på mer näringsfattig torvmark kan ske.

Kunskap om de mer långsiktiga effekterna på tungmetaller till följd av upprepad gödsling med aska saknas.

En miljö- och hälsoriskbedömning av askors innehåll av organiska ämnen saknas.

Naturvärden på skogliga torvmarker

Vilka typer av naturvärden finns på skogliga torvmarker?

Generellt bidrar skogliga torvmarker till ökad biologisk mångfald genom att:

- de innehåller många olika strukturer och därför ofta är artrika
- de avviker från omgivande fastmark och därför bidrar till ökad biologisk mångfald i ett landskapsperspektiv
- många arter som finns i omgivande skogslandskap är beroende av torvmarker under någon del av sin livscykel.

Blöt eller fuktig skogsmark är ofta artrik (t.ex. Rudqvist m.fl. 2000). Det finns flera förklaringar till detta. En förklaring är att både typiska skogsarter och fuktighetskrävande arter förekommer. Blöt eller fuktig skogsmark representerar också en övergång från öppna våtmarker mot mer sluten skog och kan då hysa arter från båda dessa ekosystem (t.ex. Väisänen 1992).

Det högsta antalet arter hittas i sumpskogar som inte är torvbildande utan försörjs av översilande vatten. Inom torvmarkerna är antalet växtarter högst i rikkärr och lägre på mossar och intermediära kärr (t.ex. Rudqvist m.fl. 2000). Även mer artfattiga ekosystem som mossar är dock betydelsefulla för biodiversitet i ett landskapsperspektiv eftersom de avviker från fastmarken. Dessutom ser sambanden olika ut beroende på vilken organismgrupp som avses, till exempel är mossar med låg diversitet av kärlväxter betydelsefulla för insekter (Blades och Marshall 1994, Väisänen 1992).

Andelen lövskog och blandskog är väsentligt högre på produktiv torvmark än på den produktiva skogsmarken som helhet. Torvmarker som brukats i liten omfattning uppvisar också en högre grad av skiktning och åldersvariation i trädsiktet. Dessutom varierar tätheten, så att det förekommer både luckor och grupper av träd som står tätt.

Många arter som missgynnas av modernt skogsbruk är knutna till död ved. På blöta marker sker ett kontinuerligt skapande av både stående och liggande död ved, vilket gör att död ved i olika nedbrytningsstadier hela tiden finns. Dessutom skapas kontinuerligt särskilda mikrohabitat, till exempel håligheter i marken när träd faller omkull. Denna interna beståndsdynamik ger upphov till en stor variation. Många arter av lavar och mossor är också beroende av en jämn och hög luftfuktighet, vilket framför allt återfinns på blöta och fuktiga marker med ett kontinuerligt trädsikt.

Den mest genomgripande regelbundna störningen i skogslandskapet före människans intåg var skogsbrand. För arter som inte var anpassade till brand var de blöta markerna, som ofta undgick branden, en plats där det var möjligt att överleva, för att sedan återkolonisera landskapet. Vissa typer av torvmark, till exempel tallmossar har dock brunnit relativt frekvent. På grund av de svårigheter som finns när det gäller bland annat bärighet och tillgänglighet har torvmarker också i större utsträckning undantagits från

skogsbbruk. Detta gör att de blivit en plats där arter som kräver lång skoglig kontinuitet kan överleva.

Den sammantagna effekten av att det finns många olika strukturer på skogliga torvmarker blir att det också finns utrymme för många olika arter, var och en med sin egen ekologiska nisch. Det finns också utrymme för fler arter som är specialiserade på ett visst substrat, arter som annars är ovanliga. I Skogsstyrelsens nyckelbiotopsinventering var 22 procent av antalet nyckelbiotoper vattenanknutna (t.ex. Rudqvist m.fl. 2000, Samuelsson m.fl. 2008).

Det finns en diversitet knuten till själva torven, bland annat med de ofta dominerande vitmossorna, kärlväxter och insekter. Ett annat viktigt element är små öppna vattensamlingar som kan vara yngelplatser för bland annat trollsländor (Mazerolle m.fl. 2006).

Många fågelarter är också beroende av torvmarker för häckning eller födosök. Biodiversiteten av fåglar på torvmark är starkt kopplad till tillgång på insekter även om sambanden kan se olika ut för olika artgrupper, till exempel vadare och tättingar (Boström och Nilsson 1983). Även torvmarker som ger ett mer trivialt intryck med avseende på kärlväxter, lavar och mossor, kan ha stor betydelse för insekter och fåglar. Den rika tillgången på död ved gynnar hackspettar och i förlängningen andra hålhäckande fåglar. Skogshöns är också till stor del knutna till torvmark för bland annat spel och födosök.



Grandominerad skog på torvmark, Nordby, Värmland. Intern dynamik i form av skapande av stående och liggande död ved i olika nedbrytningsstadier, förekomst av skiktning och variation i täthet och trädåldrar.

Foto: Jan Bengtsson



Talldominerad skog på torvmark, Jokkmokk, Norrbottens län. Förekomst av luckor, solbelyst, hård död ved, senvuxna träd, skiktning och åldersspridning. Foto: Johan Nitare

Om man delar in skogliga torvmarker efter dominerande trädslag kan man peka på några viktiga skillnader. Grandominerade torvmarker är framför allt viktiga för mossor, lavar och svampar. Här finns ofta en jämn och hög luftfuktighet och ett kontinuerligt skapande av död ved i olika nedbrytningsstadier sker. Detta är ofta marker med lång skoglig kontinuitet som sällan brunnit. Lövdominerade torvmarker är viktiga bland annat för hålhäckande fåglar. Torvmarker med ett rikt inslag av lövträd är också viktiga för insekter, lavar, mossor och vedsvampar som är knutna till lövträd.



Förekomst av stående solbelyst, hård död ved, en markör för naturvärden på talldominerad torvmark. Foto: Jan Bengtsson



Förekomst av lågor, också en markör för naturvärden på talldominerad torvmark. Foto: Jan Bengtsson

Talldominerade torvmarker är viktiga framför allt för insekter, rovfåglar och skogshöns. På talldominerade torvmarker finns idag en större andel äldre skog. Tillgången på solbelyst hård död ved är ett viktigt element för insekter samt för vissa lavar. På senare tid har medvetenheten ökat om de naturvärden som finns på talldominerade torvmarker, men samtidigt är kunskapen om naturvärden på dessa torvmarker fortfarande ofullständig.

Element som är viktiga vid naturvärdesbedömning av talldominerade torvmarker är:

- naturvärdesträd, till exempel gamla tallar med håligheter
- inslag av gamla träd
- senvuxenhet
- tillgång på stående död solbelyst ved, även klenare sådan
- förekomst av blöta eller torra lågor
- skiktning
- åldersspridning
- inslag av lövträd
- förekomst av luckor
- orördhet

Ett skogsbruk som strävar efter att behålla naturvärden på torvmark bör genomföras så att de strukturer som beskrivits ovan och som ger upphov till torvmarkers särskilda naturvärden behålls. Detta kan innebära att skogsbruk inte alls bedrivs, eller att skogsbruk bedrivs för att medvetet gynna eller skapa de strukturer som gynnar biologisk mångfald.

Effekter av dikning och askgödsling på naturvärden

Den dränering som följer av dikning leder till en karakteristisk succession, där växtsamhället till en början anpassar sig, men där sedan den flora som är knuten till torv-

mark försvinner och ersätts av skogsmarksarter. Till exempel ersätts ljungväxter som tranbär av blåbär (von Stedingk 2008). Artsammansättningen av insekter, till exempel myror, förändras också bort från de arter som är knutna till torvmarker, mot dominans av skogsarter (t.ex. Vepsäläinen m.fl. 2000). Även allvarliga körskadur som leder till en dränering av marken kan orsaka liknande förändringar. Vegetationen i spåren kan också förändras och övergå till bredbladiga gräs och tågväxter.

Samtidigt kan det finnas naturvärden även på dikade torvmarker, till exempel en högre andel gamla träd och en högre andel lövträd än i fastmarksskogar. Kunskapen om naturvärden på dikad torvmark är ofullständig (von Stedingk 2008).

Askgödsling kan leda till långvariga förändringar i utbredningen av arter i fält- och bottenskikt. Särskilt på kväverika torvmarker kan en genomgripande förändring av flor observeras upp till 50 år efter gödsling. Artsammansättningen av mossor och lavar förändras och bland annat vitmossor missgynnas. Askgödsling ökar också utbredningen och mångfalden av gräs och örter (t.ex. Moilanen m.fl. 2002). Effekten är mindre allvarlig om granulerad eller härdad aska och lägre askdoser används.

Inventeringar och bedömning av naturvärden på torvmark

Naturvärden på torvmark har inventerats i två större inventeringar: våtmarksinventeringen (VMI) och sumpskogsinventeringen.

VMI inkluderade såväl produktiv skogsmark som impediment och såväl torvmark som våt fastmark. I VMI har samtliga objekt naturvärdesklassats från klass 1 (mycket höga naturvärden) till klass 4 (starkt påverkade objekt). Antal objekt fördelades sig som 11 procent i klass 1, 24 procent i klass 2, 51 procent i klass 3 och 14 procent i klass 4. Man har strävat efter en viss fördelning mellan dessa klasser, det vill säga klassningen är relativ. Areellt mindre objekt (i södra Sverige < cirka 10 hektar och i norra Sverige < cirka 50 hektar) var inte inkluderade i VMI (Naturvårdsverket 2009).

I sumpskogsinventeringen gjordes en naturvärdesklassning som inte var relativ. Mellan 5–10 procent av arealen bedömdes som naturvärdesklass 1, 25 procent som klass 2, 60 procent som klass 3 och 10 procent som klass 4. Mindre objekt (i södra Sverige < cirka 2 hektar, i Mellansverige < 3–4 hektar och i norra Sverige < 4–5 hektar) inkluderades inte i sumpskogsinventeringen (Skogsstyrelsen 1999).

Både VMI och sumpskogsinventeringen har på flera sätt varit översiktliga. Bland annat har de till stor del byggts på flygbildstolkning. I VMI har bara objekt i den högsta naturvärdesklassen besökts i fält och även i sumpskogsinventeringen fältbesöktes endast undantagsvis objekt i lägre klasser. Dessutom finns arealbegränsningar i båda inventeringarna som gör att mindre objekt inte kommit med. Sammantaget gör detta att även om det finns ett visst underlag från dessa båda inventeringar så finns behov av ytterligare kunskap om torvmarkers naturvärden genom inventeringar.

Idag saknas samsyn när det gäller naturvärden på torvmark. Till exempel gäller detta vilka objekt som ska bedömas som nyckelbiotoper och hänsynskrävande biotoper. Samsyn kring detta saknas både inom Skogsstyrelsen och mellan Skogsstyrelsen och skogsbruket. Bristen på samsyn gäller i särskilt hög grad talldominerad torvmark.

Kunskapsluckor

Kunskapen om naturvärden på talldominerade torvmarker är ofullständig.

Kunskapen om naturvärden på dikad torvmark är ofullständig.

Det finns behov av mer kunskap om torvmarkers naturvärden genom inventeringar.

Effekter på växthusgaser av skogsbruk på torvmark

Avgång av växthusgaser efter dikning

Dikning av torvmark påverkar flödena av växthusgaserna koldioxid, metan och lustgas. Koldioxid fixeras av träd och vegetation via fotosyntesen. Vid cellandning (autotrof respiration), samt vid fullständig nedbrytning av organiskt material (heterotrof respiration), avges koldioxid. Vid syrefattiga förhållanden bildas metan (CH_4) i mark genom aktivitet av bakterier, metanogener. Vid tillgång på syre oxideras metan av andra bakterier, metanotrofer. Lustgas (N_2O) bildas i mark som en intermediär produkt framför allt vid denitrifikation; omvandling av nitrat till luftkväve i syrefattig miljö. Lustgas kan också bildas vid nitrifikation; omvandling av ammonium till nitrat, om tillgången på ammonium är hög i förhållande till tillgången på syre. Metan är en cirka 25 gånger mer potent växthusgas än koldioxid, medan lustgas är cirka 300 gånger mer potent.

Dikning av skoglig torvmark leder ofta till ökad avgivning av koldioxid från marken, det vill säga marken blir en ökad källa till koldioxid i atmosfären. Detta beror dels på nedbrytning av torv, dels på att dikningen ofta leder till ökad skogsproduktion vilket gör att den autotrofa respirationen från rötter kommer att öka. Fältförsök där man separerat autotrof och heterotrof respiration genom ringbarkning i 40–50-årig tallskog på fastmark i norra Sverige visade att åtminstone hälften av den koldioxid som avges från mark på den typen av skogsmark kommer från rötternas cellandning (Högberg m.fl. 2001). Finska resultat från dikade torvmarker med vegetationstyper från örtdominerade till fattiga ristyper där man i en behandling tryckt ned stålcyndrar i marken runt träden för att separera autotrof och heterotrof respiration, visade att autotrof respiration utgjorde cirka 40–55 procent av den totala markrespirationen (Mäkiranta m.fl. 2008, Ojanen m.fl. 2010). I en genomgång av litteratur för den svenska klimatrappporteringen (Lindgren och Lundblad 2014) har man för tempererade skogar föreslagit att använda en avgivning av koldioxid på 2–3 ton $\text{CO}_2\text{-C}$ per hektar och år från dikad torvmark, baserat på svenska och finska resultat (t.ex. von Arnold m.fl. 2005b). För boreala dikade torvmarker har man föreslagit en avgivning i storleksordningen 0,2–1 ton $\text{CO}_2\text{-C}$ per hektar och år, med de högre värdena på mer högproduktiva marker, baserat på framför allt finska studier (bland annat Lohila m.fl. 2011, Minkkinen och Laine 1998, Ojanen m.fl. 2013).

Flera studier (Minkkinen och Laine 1998, Lohila m.fl. 2011) från mer näringsfattiga torvmarker visar dock att marken efter dikning tar upp mer koldioxid än vad som avges, det vill säga marken är en sänka för koldioxid. Lohila m.fl. (2011) rapporterade resultat från en tallmosse där dikningen bedömdes ha gett en sänkning av grundvattenytan med cirka 20 cm, vilket lett till ökad skogsproduktion, och därmed ökad autotrof respiration, men inte till någon stor ökning i nedbrytningen av torv, vilket sammantaget gjorde att marken var en sänka. Ojanen m.fl. (2013) skattade markens koldioxidbalans genom att dra bort tillskottet genom förnafall från flödet av växthusgaser uppmätt med klimatkamare på marken på 68 st dikade torvmarker från örtdominerade till fattiga ristyper under

två säsonger. De drog slutsatsen att marken på vegetationstyper motsvarande lingontyp eller sämre var en sänka för koldioxid efter dikning, medan marken på blåbärstyp eller bättre var en källa. Den sammantagna bilden är alltså att avgång av koldioxid från dikad torvmark är störst från näringsrika marker.

Metan produceras i syrefri miljö, och produktionen av metan är ofta högst ett par decimeter under den genomsnittliga grundvattenytan under året. Eftersom bildad metan kan oxideras av bakterier som lever i den syresatta delen av torven, minskar avgång av metan från mark där djupet till grundvattenytan är större (Granberg m.fl. 1997). Granberg m.fl. (1997) studerade 6 st representativa odikade svenska myrar. Medelgrundvattenytan i dessa låg cirka 3–15 cm under markytan. Efter dikning är rekommendationen, beroende på torvens humifieringsgrad, en grundvattenyta mellan cirka 35–55 cm under markytan (Sikström och Hökkä 2015). I den litteraturgenomgång som gjorts för den svenska klimatrapporteringen har man föreslagit en avgång mellan 2 och 7 kg metan per hektar och år för tempererad och boreal näringsfattig och näringsrik dikad torvmark, med den högre avgången på näringsfattig mark, baserat på ett flertal studier framför allt från Finland (t.ex. Lohila m.fl. 2011, Ojanen m.fl. 2013, von Arnold m.fl. 2005a,b). Ojanen m.fl. (2013) konstaterar dock att majoriteten av de dikade torvmarker som de studerat var sänkor för metan, men att det fanns platser där dikningen inte lett till tillräcklig dränering och där metan avgavs. Detta visar på grundvattenytans betydelse för metanavgivning.

Bildning av lustgas i mark gynnas av god tillgång på kväve och förhållanden som inte är optimala för nitrifikation och denitrifikation, eftersom lustgas är en intermediär produkt. Fluktuerande grundvattenyta, det vill säga inte helt syrefria förhållanden, och hög tillgång på kväve i förhållande till växtupptag gynnar därför lustgasbildning. Resultat från Åsa i sydvästra Sverige visade att avgång av lustgas var högre från mer produktiv, dikad, skoglig torvmark än från lågproduktiv odikad torvmark (von Arnold m.fl. 2005b). Resultat från Sverige och Finland indikerade att avgivning av lustgas från dikad torvmark var högre från mer näringsrik mark, med lägre kol/kväve-kvot (Maljanen m.fl. 2003, Klemetsson m.fl. 2005). I den litteraturgenomgång som gjorts för den svenska klimatrapporteringen har föreslagits en avgång av 3 och 6 kg lustgas per hektar och år för näringsrik boreal och tempererad dikad torvmark och en avgång nära 0 för näringsfattig torvmark (Lindgren och Lundblad 2014).

Baserat på en kostnads-nyttoanalys har man i en rapport från Jordbruksverket 2014 gjort bedömningen att det ur ett växthusgasperspektiv vore kostnadseffektivt att restaurera dikade skogliga torvmarker genom återvätning, förutsatt att man prioriterar rätt marker. Rekommendationen är att prioritera frisk-fuktiga eller torrare marker med en kol/kväve-kvot på 25 eller lägre, alltså väl-dränerade, näringsrika torvmarker. Analysen visar samtidigt att det finns stora osäkerheter i emissionen av växthusgaser från olika typer av marker före och efter restaurering. Framför allt finns osäkerhet när det gäller emission av lustgas från dikad näringsrik torvmark, och emission av metan från restaurerad våtmark (Hjerpe m.fl. 2014).

I Sverige finns idag bara mätningar av växthusgaser från ett fåtal skogliga dikade torvmarker, vilket gör att det finns en osäkerhet när det gäller effekter av dikning på växthusgasbalans. Fler studier som täcker in den variation mellan olika torvmarkstyper som finns behövs för att minska osäkerheterna. Det behövs också studier som bättre slår fast effekten av olika variabler, till exempel grundvattenytans läge och vegetationstypen, på växthusgasbalans, för att kunna ge väl underbyggda råd om vilken markanvändning som bör förordas ur växthusgasperspektiv. Studier av växthusgasbalans kompliceras av den variation som finns över säsongen (olika årstider) och rumsligt, till exempel beroende på närhet till diken. Eftersom skogsbruk bedrivs över långa tidshorisonter och växthusgasbalansen också varierar vid olika beståndsålder, krävs en kombination av fältdata och ekosystemmodellering.

Flera studier på senare år har kvantifierat den totala växthusgasbalansen på dikade torvmarker om även inbindning av koldioxid i växande skog räknas in. Mätresultat från försök i Skogaryd (grandominerat kärr, beståndsålder 65 år, kol/kväve-kvot cirka 23) och Anderstorp (talldominerad torvmark, kol/kväve-kvot cirka 35–40) visade att mark och växande trädbestånd tar upp mer växthusgaser än vad som avges till atmosfären, och att dessa dikade torvmarker alltså är sänkor för växthusgaser (Meyer m.fl. 2013, Rütting m.fl. 2014). Finska mätresultat styrker också att skogliga dikade torvmarker är sänkor för växthusgaser, om upptag av koldioxid i växande skog räknas in (Lohila m.fl. 2011, Ojanen m.fl. 2013). För att få en komplett bild måste man dock se till hela omloppstiden, vilket gör att en kombination av fältdata och modellering krävs. Sådana studier saknas idag. Både Meyer m.fl. (2013) och Ojanen m.fl. (2013) gör bedömningen att åtminstone mer näringsrika dikade torvmarker är källor till växthusgaser även om inbindning i växande skog räknas in, sett till hela omloppstiden.

Avgång av växthusgaser efter askgödsling

I försök på talldominerad torvmark i Anderstorp och Bredaryd uppmättes oförändrad avgivning av koldioxid och metan upp till 5 år efter gödsling med 3,3 respektive 6,6 ton krossaska. Avgivning av lustgas var låg både för kontroll och för behandlingarna med aska (Sikström m.fl. 2009, Ernfors m.fl. 2010, Rütting m.fl. 2014). I försöket i Skogaryd var emissionen av koldioxid och metan oförändrad upp till 5 år efter gödsling med 3,3 respektive 6,6 ton krossaska. För lustgas var emissionen lägre efter gödsling än på ogödslad kontroll. För både Skogaryd och Anderstorp ledde askgödsling till ökad produktion av trädbiomassa upp till 8 år efter gödsling (Klemedtsson m.fl. 2010, Rütting m.fl. 2014).

Finska studier över längre tid, 10–50 år, indikerar ökad avgivning av koldioxid från torvmark efter askgödsling (Moilanen m.fl. 2012), som ett resultat både av ökad celandning från rötter och ökad nedbrytning. Risken för ökad avgivning av koldioxid efter askgödsling bedöms vara störst på dikade kväverika torvmarker, på grund av ökad nedbrytning. Ingen ökad avgivning av metan eller lustgas efter askgödsling har rapporterats i finska studier, men minskad avgivning av lustgas har rapporterats efter askgödsling i laboratorieexperiment (Maljanen m.fl. 2014). Avgivning av lustgas varierar mycket i tid kopplat bland annat till tjällossning och ytterligare studier krävs därför innan man kan dra mer säkra slutsatser (Huotari m.fl. 2015).

Kunskapsluckor

Det finns osäkerheter när det gäller effekten av dikning, beskogning, våtmarksrestaurering och askgödsling på växthusgasbalans för koldioxid, metan och lustgas. Särskilt stora osäkerheter bedöms finnas för metan och lustgas. Fler studier som täcker in den variation mellan olika torvmarkstyper som finns behövs för att minska osäkerheterna. Eftersom skogsbruk bedrivs över långa tidshorisonter och växthusgasbalansen varierar i olika faser och vid olika beståndsålder, krävs en kombination av fältdata och ekosystemmodellering.

Hänsyn till kulturmiljövård vid skogsbruk på torvmark

Fornlämningar och kulturminnen på skogliga torvmarker finns framför allt i form av ristade träd, spår efter bete, myrslåtter och torvtäkt, fällor för fångst av djur, samiska lämningar, samt stigar och leder med kavelbroar eller spänger över sankpartier (Skogsstyrelsen 1992, Sandström I. 2016).

Nyttjande av torvmarker för bland annat slåtter och bete var under lång tid betydligt mer intensivt än vad vi idag kan föreställa oss. Spår efter myrslåtter är bland annat hässjor och lador, men även stigar och leder. Särskilt i norra Sverige tog man en stor del av vinterfodret från den slåtter som bedrevs på myrar. Från 1600-talet finns dokumenterat att röjning och slåtter på strandängar, raningar, förekommit, men myrslåtter har förekommit flera hundra år längre tillbaka i tiden. Fäbodrar kan ha funnits i torvmarkers närområden och torvmarken har då ofta nyttjats för bete och vila. Trädristningar som gjorts i samband med fäboddrift kan finnas kvar sedan början av 1700-talet på torvmarker som undantagits från skogsbruk. I samband med både bete och slåtter gjordes ofta ristningar i träd. Torvtäkt har också bedrivits under lång tid, bland annat för att få strö till djuren. Lämningar kan finnas kvar bland annat i form av torkställningar, spänger och lador.

Om man inte vet vad man ska leta efter är vissa typer av lämningar svåra att upptäcka. Det finns idag ingen fullständig kartläggning av kulturlämningar på torvmark. Platser där det legat fäbodrar kan fortfarande ha namn som kan vara till ledning, till exempel ”Fäbodkläppen”.

De skogsbruksåtgärder som framför allt riskerar att skada kulturlämningar på torvmark är avverkning, körning, markberedning och dikningsingrepp.

I och med att torvmarker oftare varit undantagna från skogsbruk finns ristade träd kvar i större utsträckning. Är man inte uppmärksam vid skogsbruksåtgärder riskerar man att dessa avverkas. Körning och markberedning på torvmark riskerar att förstöra lämningar, till exempel hässjor eller fällor för fångst av djur, som helt eller delvis har sjunkit i torven.

Vid dikning syresätts torven vilket gör att lämningar som bevarats intakta i den syrefattiga miljön kommer att brytas ned.

Kunskapsluckor

Det finns ingen fullständig kartläggning av kulturlämningar på torvmark.

Inverkan på rennäring av skogsbruk på torvmark

Rennäringens nyttjande av skoglig torvmark skiljer sig åt beroende på om det rör sig om en fjällsameby, skogssameby eller koncessionssameby. Skogsbruk på torvmark kan ha effekter på bete, på förekomst av trivselland på landskapsnivå, och på flyttning.

För skogssamebyar och koncessionssamebyar har bete av markväxter, framför allt näringsrika örter och starrarter, på torvmark betydelse sommartid, medan bete av hänglavar på skoglig torvmark har betydelse vintertid. Eftersom torvmarker brukats mindre intensivt än fastmark kan tillgången på hänglavar vara god, med en hög andel äldre träd.

För fjällsamebyar har bete av framför allt starrarter på torvmark betydelse under senhösten, medan bete av hänglavar på skoglig torvmark har betydelse vintertid (Hedenås 2016).

En manual för inventering av renbetestyper på fjäll och myr för användning vid framtagande av renbruksplaner har tagits fram av SLU (Hedenås 2014). Skogklädd myr är i denna klassad som en renbetestyp med gott betesvärde för grönbete. Innan större inventeringar är genomförda är det inte möjligt att kvantifiera betydelsen av skogklädd myr jämfört med andra renbetestyper som till exempel öppna myrar.

Avverkning på skoglig torvmark kommer att minska tillgången på hänglavar och därmed inverka negativt på betestillgång. Dikning, körskador och markberedning kommer att leda till negativ påverkan genom försämrat markbete.

Förutom bete är skogssamebyarnas renar beroende av trivselland för temperaturreglering sommartid, där bete sker på torvmarker men där skog i anslutning till torvmarken är nödvändig för renarnas temperaturreglering. Skogsbruk på torvmark kan här ha en påverkan på landskapsnivå.

Vid flyttning är öppna torvmarker viktiga vägar. Ökad beskogning och dikning vinkelrätt mot flyttleden kommer att ha negativ inverkan på möjligheten att använda dessa som flyttled (Sandström P. 2016).

Kunskapsluckor

Innan större inventeringar är genomförda är det inte möjligt att kvantifiera betydelsen av skogklädd myr jämfört med andra renbetestyper som till exempel öppna myrar.

Påverkan på sociala värden vid skogsbruk på torvmark

Idag representerar torvmarker flera typer av sociala värden. Eftersom skogliga torvmarker ofta utgör en övergång mot mer öppna torvmarker ger de möjlighet till utblick i landskapet. Eftersom de brukats i mindre utsträckning kan de ge en större känsla av orördhet. I anslutning till den öppna torvmarken kan det ofta finnas bra jaktpass. Möjligheten att plocka bär, framför allt hjortron och blåbär, innebär också ett nyttjande av torvmarker för rekreation.

Av Naturvårdsverkets enkätundersökning Friluftsliv 2014 där cirka 8 500 personer i olika ålder deltog, framgår bland annat att beskogad torvmark bedömdes som en mer attraktiv miljö för friluftsliv än öppen torvmark. Skog var den naturtyp där flest (cirka 49 procent) angav att de bedrev sin senaste friluftsansaktivitet. Vid en analys, kopplad till Riksdagens miljö kvalitetsmål, av i vilken utsträckning deltagarna vid sin senaste friluftsansaktivitet hade negativa upplevelser av skogsbruk var andelen som angav ”I hög grad” eller ”Helt och hållet” högst för miljömålet ”Myllrande våtmarker”, 10 procent (Fredman och Hedblom 2015). Detta indikerar att skogsbruk kopplat till våtmarker kan upplevas som mer negativt.

Kunskapsluckor som särskilt bör lyftas fram

Efter att skogsbruksaktiviteten på torvmark i Sverige under 20–30 år varit låg har Skogsstyrelsen de senaste 3–4 åren noterat en ökad aktivitet. De kunskapsluckor som bedöms som mest kritiska och som därför särskilt bör lyftas fram är de som innebär en osäkerhet när det gäller vilka effekterna av en ökad skogsbruksaktivitet på torvmark kan bli:

Erfarenheten av en del av de metoder som har rekommenderats för skötsel av skog på torvmark är begränsad. Särskilt när det gäller föryngring och bärighet finns en stor osäkerhet.

I Sverige saknas enkla rekommendationer för att avgöra behovet av dikesrensning på en specifik ståndort. Kunskap saknas också för kvantifiering av effekter av dikesrensning på mark och vatten på specifika ståndorter.

Kunskapen är ofullständig om i vilken omfattning utlakning av fosfor vid gödsling med aska på mer näringsfattig torvmark kan ske.

Kunskap om de mer långsiktiga effekterna på tungmetaller till följd av upprepad gödsling med aska saknas.

En miljö- och hälsoriskbedömning av askors innehåll av organiska ämnen saknas.

Det finns osäkerheter när det gäller effekten av dikning, beskogning, våtmarksrestaurering och askgödsling på växthusgasbalans för koldioxid, metan och lustgas. Särskilt stora osäkerheter bedöms finnas för metan och lustgas.

Kunskapen om naturvärden på talldominerade torvmarker är ofullständig.

Kunskapen om naturvärden på dikad torvmark är ofullständig.

Det finns behov av mer kunskap om torvmarkers naturvärden genom inventeringar.

Det finns ingen fullständig kartläggning av kulturlämningar på torvmark.

Litteratur/källförteckning

- Ahlbäck A. 1979. Om effekten av 1930-talets skogsdikning i Norrbottens län. Skogsstyrelsen.
- Ahti E., Päivänen J. 1997. Response of stand growth and water table level to maintenance of ditch networks within forest drainage areas. In: Trettin C.C., Jurgensen M.F., Grigal D.F., Gale M., Jeglum J. (eds.). Northern forested wetlands: ecology and management, chapter 32. Lewis Publishers, USA.
- Akselsson C., Westling O., Örlander G. Regional mapping of nitrogen leaching from clearcuts in southern Sweden. *Forest ecology and management* 202: 235-243.
- Albrektsson A. 1980. Tallens biomassa. Storlek – utveckling – uppskattningsmetoder. SLU, inst. för skogsskötsel rapport 2.
- Almäng A. och Ask P. Sveaskog 2015, personlig kommunikation.
- Anderson S., Skogsstyrelsen 2015, personlig kommunikation.
- Asam Z-Z, Nieminen M., Kaila A., Laiho R., Sarkkola S., O'Connor M., O' Driscoll C., Sana A., Rodgers M., Zhan X., Xiao L. 2014. Nutrient and heavy metals in decaying forest harvest residue needles on drained blanket peat forests. *European journal of forest research* 133: 969-982.
- Bergqvist J. m.fl. Föryngring av tallskogar på torvmark med svag bonitet. Skogsstyrelsen, PM skog 1 2014.
- Bishop, K., Allan C., Bringmark L., Garcia E., Hellsten S., Högbom L., Johansson K., Lomander A., Meili M., Munthe J., Nilsson M., Porvari P., Skyllberg U., Sörensen R., Zetterberg T., Åkerblom S. 2009. The effects of forestry on Hg bioaccumulation in Nemoral/Boreal waters and recommendation for good silvicultural practice. *Ambio* 38: 373-380.
- Bjurström H. 2006. Organiska ämnen i askor. Värmeforsk rapport 994, ISSN 0282-3772.
- Blades D. C. A. och Marshall S. A. 1994. Terrestrial arthropods of Canadian peatlands: Synopsis of pan trap collections at four southern Ontario peatlands. *Memoirs of the entomological society of Canada* 169: 221-284.
- Boström U. och Nilsson S.G. 1983. Latitudinal gradients and local variations in species richness and structure of bird communities on raised peat-bogs in Sweden. *Ornis Scandinavica* 14:213-226.

-
- Carlborg N. Kalibrering för samsyn över myndighetsgränserna avseende olika former av dikningsåtgärder i skogsmark. Skogsstyrelsen rapport 4 2012.
- Egnell G., Nohrstedt H.-Ö., Weslien J., Westling O., Örlander G. 1998. Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) av skogsbränsleuttag, asktillförsel och övrig näringskompensation. Skogsstyrelsen rapport 1 1998.
- Ernfors M., Sikström U., Nilsson M., Klemedtsson L. 2010. Effects of wood ash fertilization on forest floor greenhouse gas emissions and tree growth in nutrient poor drained peatland forests. *Science of the total environment* 408: 4580-4590.
- Fredman P. och Hedblom M. 2015. Friluftsliv 2014. Naturvårdsverket rapport 6691.
- Granberg G., Mikkilä C., Sundh I., Svensson B.H., Nilsson M. 1997. Sources of spatial variation in methane emission from mires in northern Sweden: a mechanistic approach in statistical modelling. *Global biogeochemical cycles* 11:135-150.
- Grankvist Å., Bergvik skog, och Eriksson A., Billerud Korsnäs 2015, personlig kommunikation.
- Hansen K., Kronnäs V., Zetterberg T., Setterberg M., Moldan F., Pettersson P., Munthe J. 2013. DiVa – Dikesrensningens effekter på vattenföring, vattenkemi och bottenfauna i skogsekosystem. IVL rapport B2017.
- Hedenås H. SLU 2016, personlig kommunikation.
- Hedenås H. 2014. Upprättandet av en manual för inventering av renbetestyper: fjäll och myr. SLU, inst. för skoglig resurshushållning, arbetsrapport 431 2014.
- Henrikson L. och Vartia K. 2006. Öppna mossar växer igen i Sydsverige. *Fauna och flora* 101: 8-15.
- Hjerpe K. m.fl. 2014. Utsläpp av växthusgaser från torvmark. Jordbruksverket rapport 2014:24.
- Holgén P. och Hånell B. 2000. Performance of planted and naturally regenerated seedlings in *Picea abies*-dominated shelterwood stands and clearcuts in Sweden. *Forest ecology and management* 127: 129-138.
- Holmen H. 1980. Produktionsförutsättningar, klassificering och arealtillgång I: Skogsproduktion på torvmark, Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Redogörelse nr 3.
- Huotari N., Tillman-Sutela E., Kubin E. 2011. Ground vegetation has a major role in element dynamics in an ash-fertilized cut-away peatland. *Forest ecology and management* 261: 2081-2088.

- Huotari N., Tillman-Sutela E., Moilanen M. och Laiho R. 2015. Recycling of ash-For the good of the environment? Forest ecology and management 348: 226-240.
- Hånell B. 1990. Torvtäckta marker, dikning och sumpskogar i Sverige. Skogsfakta nr 22, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Hånell B. 2004. Arealer för skogsgödsling med träaska och torvaska på organogena jordar i Sverige. Värmeforsk rapport 872, ISSN 0282-3772.
- Hånell B. 2008. Handledning i bonitering, Del 4 Torvmark, praktiska anvisningar.
- Hånell B. 2009. Möjligheterna till höjning av skogsproduktionen i Sverige genom dikesrensning, dikning och gödsling av torvmarker. Faktaunderlag till MINT-utredningen, bilaga 4, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Hånell B. 2015. Skogsförnyelse på bördiga torvmarker- via kalhygge eller skärm? SLU, institutionen för skogens ekologi och skötsel.
- Hökkä H., Alenius V. och Salminen H. 2000. Predicting the need for ditch network maintenance in drained peatland sites in Finland. Suo, 51:1-10.
- Hökkä H., Repola J., Moilanen M. 2012. Modelling volume growth response of young scots pine (*Pinus sylvestris*) stands to N, P, and K fertilization in drained peatland sites in Finland. Canadian journal of forest research 42: 1359-1370.
- Hökkä H. och Salminen H. 2006. Utilizing information on site hydrology in growth and yield modeling: peatland growth models in the MOTTI stand simulator. I: Amatya, D.M. & Nettles, J. (eds.). Hydrology and Management of Forested Wetlands. Proceedings of the International Conference, April 8-12, 2006, New Bern, North Carolina. ASABE, Michigan, USA. s. 302-308.
- Högberg, P., Nordgren, A., Buchmann, N., Taylor, A.F.S., Ekblad, A., Högberg, M.N., Nyberg, G., Ottosson-Löfvenius, M., Read, D.J. 2001: Large-scale forest girdling shows that current photosynthesis drives soil respiration. Nature 411: 789-792.
- Höijer T., Mårtensson L., Alexandersson M., Sydved 2015, personlig kommunikation.
- Joensuu S., Ahti E., Vuollekoski M. 2002. Effects of ditch network maintenance on the chemistry of run-off water from peatland forests. Scandinavian journal of forest research 17:238-247.
- Karlsson C., Sikström U., Örlander G., Hannerz, M., Hånell B. 2009. Naturlig förnygring av tall och gran. Skogsskötselserien nr 4, Skogsstyrelsen.

-
- Karlsson T., Elgh-Dahlgren K., Björn E., Skjellberg U. 2007. Complexation of cadmium to sulfur and oxygen functional groups in an organic soil. *Geochimica et cosmochimica acta* 71: 604-614.
- Klemetsson L., von Arnold K., Weslien P., Gundersen P. 2005. Soil C/N ratio as a scalar parameter to predict nitrous oxide emissions. *Global change biology* 11:1142-1147.
- Klemetsson L., Ernfors M., Björk R.G., Weslien P., Rütting T., Crill P., Sikström U. 2010. Reduction of greenhouse gas emission by wood ash application to a *Picea abies* (L.) Karst. forest on a drained organic soil. *European journal of soil science* 61: 734-744.
- Kreutzweiser, D. P., Hazlett, P. W., Gunn, J. M. 2008. Logging impacts on the biogeochemistry of boreal forest soils and nutrient export to aquatic systems: A review. *Environ. Rev.* 16: 157–179.
- Kronberg R.M., Tjerngren I., Drott A., Björn E., Skjellberg U. Net degradation of methyl mercury in alder swamps. *Environmental Science and Technology* 2012, 46: 13144-13151.
- Larsson L., Lind B., Bjurström H. 2008. En orienterande screening av organiska ämnen i askor. Värmeforsk rapport 1082, ISSN 1653-1248.
- Lauhanen, R., Piironen, M-L., Penttilä, T., Kolehmainen, E. 1998. Evaluation of the need for ditch network maintenance in northern Finland. *Suo* 49: 101-112.
- Lindgren A., Lundblad M. 2014. Towards new reporting of drained organic soils under the UNFCCC. SLU, inst. för mark och miljö, rapport 14, 2014.
- Lohila A., Minkkinen K., Aurela M., Tuovinen J.P., Penttilä T., Ojanen P., Laurila T. 2011. Greenhouse gas flux measurements in a forestry-drained peatland indicate a large carbon sink. *Biogeosciences* 8: 3203-3218.
- Magnusson T. 2009. Skogsbruk, mark och vatten. Skogsskötselserien nr 13, Skogsstyrelsen.
- Magnusson T. och Hånell B. 2000. Aska för beskogning av torvtäcker. Påverkan på växtnäringförhållanden, tungmetallhalter och vattenkvalitet. Energimyndigheten.
- Maljanen M., Liimatainen M., Hytönen J., Martikainen P.J. 2014. The effect of granulated wood-ash fertilization on soil properties and greenhouse gas (GHG) emissions in boreal peatland forests. *Boreal environmental research* 19: 295-309.

-
- Mazerolle M. J., Poulon M., Lavoie C., Rochefort L., Desrochers A., Drolet B. 2006. Animal and vegetation patterns in man-made bog pools : implications for restoration. *Freshwater biology* 51: 333-350.
- McBride M.B. 1994. *Environmental chemistry of soils*. Oxford University press.
- Meyer A., Tarvainen L., Nousratpour A., Björk R. G., Ernfors M., Grelle A., Kasimir Klemedtsson Å, Lindroth A., Råntfors M., Rütting T., Wallin G., Weslien P., Klemedtsson L. 2013. A fertile peatland forest does not constitute a major greenhouse gas sink. *Biogeosciences* 10: 7739–7758.
- Minkkinen K. och Laine J. 1998. Long term effect of forest drainage on the peat carbon stores of pine mires in Finland. *Canadian journal of forest research* 28: 1267-1275.
- Moilanen M., Issakainen J., Silfverberg K. 2012. Peat ash as a fertilizer on drained mires – effects on the growth and nutritional status of Scots Pine. *Working papers of the finnish forest research institute* 231.
- Moilanen M., Saarinen M., Silfverberg K. 2010. Foliar nitrogen, phosphorous and potassium concentrations of scots pine in drained mires in Finland. *Silva Fennica* 44: 583-601.
- Moilanen M., Silfverberg K., Hokkanen T. J. 2002. Effects of wood ash on the growth, vegetation and substrate quality of a drained mire: a case study. *Forest ecology and management* 171: 321-338.
- Moilanen M., Silfverberg K., Hökkä H., Issakainen J. 2004. Comparing effects of wood ash and commercial PK fertilizer on the nutrient status and stand growth of scots pine on drained mires. *Baltic forestry* 10: 2-9.
- Mäkilä M., Nieminen T. M., Säävuori H., Loukola-Ruskeeniemi K., Ukonmaanaho L. 2015. Does underlying bedrock affect the geochemistry of drained peatlands? *Geoderma* 239-240: 280-292.
- Mäkiranta P., Minkkinen K., Hytönen J., Laine J. 2008. Factors causing temporal and spatial variation in heterotrophic and rhizospheric components of soil respiration in afforested organic croplands in Finland. *Soil biology and biochemistry* 40:1592-1600.
- Naturvårdsverket 2009. *Våtmarksinventeringen – resultat från 25 års inventeringar*. Naturvårdsverket rapport 5925.
- Nieminen M., Ahti E., Koivusalo H., Mattsson T., Sarkkola S., Laurén A. 2010. Export of suspended solids and dissolved elements from peatland areas after ditch network maintenance in south-central Finland. *Silva Fennica* 44: 39-49.

-
- Nieminen M., Moilanen M., Piirainen S. 2007. Phosphorous allocation in surface soil of two drained peatland forests following wood and peat ash application – why effective adsorption on low sorptive soils? *Silva Fennica* 41: 395-407.
- Ojanen P., Minkkinen K., Alm J., Pentttilä T. 2010. Soil-atmosphere CO₂, CH₄ and N₂O fluxes in boreal forestry-drained peatlands. *Forest ecology and management* 260:411-421.
- Ojanen P., Minkkinen K., Penttilä T. 2013. The current greenhouse gas impact of forestry-drained boreal peatlands. *Forest ecology and management* 289: 201-208.
- Osvald H. 1937. Myrar och myrodling. Kooperativa förbundets förlag.
- Paavilainen E. och Päivänen J. 1995. Peatland forestry: ecology and principles. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York. ISBN 3-540-58252-5.
- Piirainen S., Domisch T., Moilanen M., Nieminen M., 2013. Long-term effects of ash fertilization on runoff water quality from drained peatlands. *Forest ecology and management* 287: 53-66.
- Päivänen J. och Hånell B. 2012. Peatland ecology and forestry-a sound approach. University of Helsinki Department of Forest Sciences Publications 3, 267 pp.
- Ring E., Jacobson S., Nohrstedt H-Ö 2006. Soil-solution chemistry in a coniferous stand after adding wood ash and nitrogen. *Canadian journal of forest research* 36: 153-163.
- Ring E., von Brömssen C., Losjö K., Sikström U. 2011. Water chemistry following wood-ash application to a Scots pine stand on a drained peatland in Sweden. *Forestry studies* 54: 54-70.
- Rudqvist L. m.fl. 2000. Den spännande sumpskogen - om Sveriges sumpskogar och dess själ. Skogsstyrelsens förlag, ISBN 91-88462-46-3
- Rütting T., Björk R.G., Meyer A., Klemetsson L., Sikström U. 2014. Reduced global warming potential after wood ash application in drained Northern peatland forests. *Forest ecology and management* 328:159-166.
- Samuelsson H. 2008. Underlag för en nationell strategi för skötsel och skydd av sumpskogar. Skogsstyrelsen, rapport 6 2008.
- Sandström I. Skogsstyrelsen 2016, personlig kommunikation.
- Sandström J. m.fl. 1996. Alla tiders skog. Skogsägarnas förlag, ISBN 91 7446 043 9
- Sandström P. SLU 2016, personlig kommunikation.

-
- Sarkkola S., Hökkä H., Koivisalu H., Nieminen M., Ahti E., Päivänen J., Laine J. 2010. Role of tree stand evapotranspiration in maintaining satisfactory drainage conditions in drained peatlands. *Canadian journal of forest research* 40: 1485-1496.
- Sarkkola S., Hökkä H., Ahti E., Koivusalo H., Nieminen M. 2012. Depth of water table prior to ditch network maintenance is a key factor for tree growth response. *Scandinavian Journal of Forest Research* 27: 649–658.
- Silfverberg K. 1996. Nutrient status and development of tree stands and vegetation on ash-fertilized drained peatlands in Finland. The Finnish Forest Research Institute, Research paper 558.
- Sikström U., Almqvist C., Jansson G. 2010. Growth of *Pinus sylvestris* after the application of wood ash or P and K fertilizer to a peatland in southern Sweden. *Silva Fennica* 44: 411-425.
- Sikström U., Björk R. G., Ring E., Ernfors M., Jacobsson S., Nilsson M., Klemedtsson L. 2009. Tillförsel av aska i skog på dikad torvmark i södra Sverige – effekter på skogsproduktion, flöden av växthusgaser, torvegenskaper, markvegetation och grundvattenkemi. Värmeforsk rapport 1109, ISSN 1653-1248.
- Sikström U. och Hökkä H. 2015. Interactions between soil water conditions and forest stands in boreal forests with implications for ditch network maintenance. *Silva Fennica* 50: 1-29.
- Simonsson P. 1987. Skogs- och myrdikningens miljökonsekvenser. Naturvårdsverket rapport 3270.
- Skogsdata 2015. Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. Inst. för skoglig resurshushållning, SLU.
- Skogsstyrelsen 1992. Kulturmiljövård i skogen. Skogsstyrelsens förlag.
- Skogsstyrelsen 1999. Sveriges sumpskogar. Resultat av sumpskogsinventeringen 1990-1998. Skogsstyrelsen meddelande 3, 1999.
- Skogsstyrelsen 2008. Rekommendationer vid uttag av avverkningsrester och askåterföring. Skogsstyrelsen meddelande 2, 2008.
- Skylberg, U., Bloom, P.R., Qian, J., Lin, C.-M., Bleam, W.F. 2006. Complexation of mercury(II) in soil organic matter: EXAFS evidence for linear two-coordination with reduced sulfur groups. *Environmental science and technology* 40: 4174-4180.
- Steenari B-M, Karlsson L-G, Lindqvist O., 1999. Evaluation of the leaching characteristics of wood ash and the influence of ash agglomeration. *Biomass Bioenergy* 16: 119-136.

-
- Stenberg L., Finér L., Nieminen M., Sarkkola S., Koivusalo H. 2015. Quantification of ditch bank erosion in a drained forested catchment. *Boreal environment research* 20: 1-18.
- Tjerngren I., Meili M., Björn E., Skjellberg U. 2012. Eight Boreal Wetlands as Sources and Sinks for Methyl Mercury in Relation to Soil Acidity, C/N Ratio, and Small-Scale Flooding. *Environmental science and technology* 46: 8052-8060.
- Uggla E. och Westling O. 2003. Utläkning av fosfor från brukad skogsmark. IVL rapport B 1549.
- Veijalainen H., Reinikainen A., Kolari K.K. 1984. Nutritional growth disturbances of forest trees in Finland. *Folia Forestalia* 601.
- Vepsäläinen K., Savolainen R., Tiainen J., Vilén J. 2000. Successional changes of ant assemblages: from virgin and ditched bogs to forests. *Annales Zoologici Fennici* 37:135-149.
- von Arnold K., Nilsson M., Hånell B., Weslien P., Klemetson L. 2005a. Fluxes of CO₂, CH₄ and N₂O from drained organic soils in deciduous forests. *Soil biology and biochemistry* 37: 1059-1071.
- von Arnold K., Weslien P., Nilsson M., Svensson B.H., Klemetson L. 2005b. Fluxes of CO₂, CH₄ and N₂O from drained coniferous forests on organic soils. *Forest ecology and management* 210:239-254.
- von Stedingk H. 2008. Biologisk mångfald på myrar och dikad torvmark – underlag för ett miljömässigt torvbruk. *TorvForsk projektrapport nr 12*.
- Väisänen R. 1992. Distribution and abundance of diurnal Lepidoptera on a raised bog in southern Finland. *Annales Zoologici Fennici* 29: 75-92.
- Wästerlund I. 1983. Kanträdens tillväxtförluster vid gallring på grund av jordpackning och rotskador i stickväg – en sammanställning och bearbetning av litteraturuppgifter. *Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift nr 2* 1983.

Av Skogsstyrelsen publicerade Rapporter:

- 1988:1 Mallar för ståndortsbonitering; Lathund för 18 län i södra Sverige
- 1991:1 Tätortsnära skogsbruk
- 1992:3 Aktiva Natur- och Kulturvårdande åtgärder i skogsbruket
- 1993:7 Betespräglad äldre bondeskog – från naturvårdssynpunkt
- 1994:5 Historiska kartor – underlag för natur- och kulturmiljövård i skogen
- 1995:1 Planering av skogsbrukets hänsyn till vatten i ett avrinningsområde i Gävleborg
- 1995:2 SUMPSKOG – ekologi och skötsel
- 1996:1 Women in Forestry – What is their situation?
- 1996:2 Skogens kvinnor – Hur är läget?
- 1997:2 Naturvårdsutbildning (20 poäng) Hur gick det?
- 1997:5 Miljeu96 Rådgivning. Rapport från utvärdering av miljeurådgivningen
- 1997:6 Effekter av skogsbränsleuttag och askåterföring – en litteraturstudie
- 1997:7 Målgruppsanalys
- 1997:8 Effekter av tungmetallnedfall på skogslevande landsnäckor (with English Summary: The impact on forest land snails by atmospheric deposition of heavy metals)
- 1997:9 GIS-metodik för kartläggning av markförsurning – En pilotstudie i Jönköpings län
- 1998:1 Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) av skogsbränsleuttag, asktillförsel och övrig näringskompensation
- 1998:3 Dalaskog – Pilotprojekt i landskapsanalys
- 1998:4 Användning av satellitdata – hitta avverkad skog och uppskatta lövröjningsbehov
- 1998:5 Baskatjoner och aciditet i svensk skogsmark – tillstånd och förändringar
- 1998:6 Övervakning av biologisk mångfald i det brukade skogslandskapet. With a summary in English: Monitoring of biodiversity in managed forests.
- 1998:7 Marksvampar i kalkbarrskogar och skogsbeten i Gotländska nyckelbiotoper
- 1999:1 Miljökonsekvensbeskrivning av Skogsstyrelsens förslag till åtgärdsprogram för kalkning och vitalisering
- 1999:2 Internationella konventioner och andra instrument som behandlar internationella skogsfrågor
- 2000:1 Samordnade åtgärder mot försurning av mark och vatten – Underlagsdokument till Nationell plan för kalkning av sjöar och vattendrag
- 2000:4 Skogsbruket i den lokala ekonomin
- 2000:5 Aska från biobränsle
- 2000:6 Skogsskadeinventering av bok och ek i Sydsvetige 1999
- 2001:1 Landmolluskfaunans ekologi i sump- och myrskogar i mellersta Norrland, med jämförelser beträffande förhållandena i södra Sverige
- 2001:2 Arealförluster från skogliga avrinningsområden i Västra Götaland
- 2001:3 The proposals for action submitted by the Intergovernmental Panel on Forests (IPF) and the Intergovernmental Forum on Forests (IFF) – in the Swedish context
- 2001:4 Resultat från Skogsstyrelsens ekenkät 2000
- 2001:5 Effekter av kalkning i utströmningsområden med kalkkross 0 - 3 mm
- 2001:6 Biobränslen i Söderhamn
- 2001:7 Entreprenörer i skogsbruket 1993–1998
- 2001:8A Skogspolitisk historia
- 2001:8B Skogspolitiken idag – en beskrivning av den politik och övriga faktorer som påverkar skogen och skogsbruket
- 2001:8C Gröna planer
- 2001:8D Föryngring av skog
- 2001:8E Fornlämningar och kulturmiljöer i skogsmark
- 2001:8G Framtidens skog
- 2001:8H De skogliga aktörerna och skogspolitiken
- 2001:8I Skogsbilvägar
- 2001:8J Skogen sociala värden
- 2001:8K Arbetsmarknadspolitiska åtgärder i skogen
- 2001:8L Skogsvårdsorganisationens uppdragsverksamhet
- 2001:8M Skogsbruk och rennäring
- 2001:8O Skador på skog
- 2001:9 Projekterfarenheter av landskapsanalys i lokal samverkan – (LIFE 96 ENV S 367) Uthålligt skogsbruk byggt på landskapsanalys i lokal samverkan
- 2001:11A Strategier för åtgärder mot markförsurning
- 2001:11B Markförsurningsprocesser
- 2001:11C Effekter på biologisk mångfald av markförsurning och motåtgärder
- 2001:11D Urvalskriterier för bedömning av markförsurning

2001:11E	Effekter på kvävedynamiken av markförurning och motåtgärder
2001:11F	Effekter på skogsproduktion av markförurning och motåtgärder
2001:11G	Effekter på tungmetallers och cesiums rörlighet av markförurning och motåtgärder
2002:1	Ekskador i Europa
2002:2	Gröna Huset, slutrapport
2002:3	Project experiences of landscape analysis with local participation – (LIFE 96 ENV S 367) Local participation in sustainable forest management based on landscape analysis
2002:4	Landskapsekologisk planering i Söderhamns kommun
2002:5	Miljöriktig vedeldning – Ett informationsprojekt i Söderhamn
2002:6	White backed woodpecker landscapes and new nature reserves
2002:7	ÄBIN Satellit
2002:8	Demonstration of Methods to monitor Sustainable Forestry, Final report Sweden
2002:9	Inventering av frötäktssbestånd av stälkek, bergesk och rödek under 2001 – Ekdöd, skötsel och naturvård
2002:10	A comparison between National Forest Programmes of some EU-member states
2002:11	Satellitbildsbaserade skattningar av skogliga variabler
2002:12	Skog & Miljö – Miljöbeskrivning av skogsmarken i Söderhamns kommun
2003:1	Övervakning av biologisk mångfald i skogen – En jämförelse av två metoder
2003:2	Fågelfaunan i olika skogsmiljöer – en studie på beståndsnivå
2003:3	Effektivare samråd mellan rennärning och skogsbruk – förbättrad dialog via ett utvecklat samrådsförfarande
2003:4	Projekt Nissadalen – En integrerad strategi för kalkning och askspridning i hela avrinningsområden
2003:5	Projekt Renbruksplan 2000–2002 Slutrapport, – ett planeringsverktyg för samebyarna
2003:6	Att mäta skogens biologiska mångfald – möjligheter och hinder för att följa upp skogspolitikens miljömål i Sverige
2003:7	Vilka botaniska naturvärden finns vid torplämningar i norra Uppland?
2003:8	Kalkgranskogar i Sverige och Norge – förslag till växtsociologisk klassificering
2003:9	Skogsägare på distans – Utvärdering av SVO:s riktade insatser för utbor
2003:10	The EU enlargement in 2004: analysis of the forestry situation and perspectives in relation to the present EU and Sweden
2004:1	Effektuppföljning skogsmarkskalkning tillväxt och trädvitalitet, 1990–2002
2004:2	Skogliga konsekvensanalyser 2003 – SKA 03
2004:3	Natur- och kulturinventeringen i Kronobergs län 1996–2001
2004:4	Naturlig föryngring av tall
2004:5	How Sweden meets the IPF requirements on nfp
2004:6	Synthesis of the model forest concept and its application to Vilhelmina model forest and Barents model forest network
2004:7	Vedlevande arters krav på substrat – sammanställning och analys av 3 600 arter
2004:8	EU-utvidgningen och skogsindustrin – En analys av skogsindustrins betydelse för de nya medlemsländernas ekonomier
2004:10	Om virkesförrådets utveckling och dess påverkan på skogsbrukets lönsamhet under perioden 1980–2002
2004:11	Naturskydd och skogligt genbevarande
2004:12	När vi skogspolitikens mångfaldsmål på artnivå? – Åtgärdsförslag för uppföljning och metodutveckling
2005:1	Access to the forests for disabled people
2005:2	Tillgång till naturen för människor med funktionshinder
2005:3	Besökarstudier i naturområden – en handbok
2005:4	Visitor studies in nature areas – a manual
2005:5	Skogshistoria år från år 1177–2005
2005:6	Vägar till ett effektivare samarbete i den privata tätortsnära skogen
2005:7	Planering för rekreation – Grön skogsbruksplan i privatägd tätortsnära skog
2005:8a-8c	Report from Proceedings of ForestSAT 2005 in Borås May 31 – June 3
2005:9	Sammanställning av stormskador på skog i Sverige under de senaste 210 åren
2005:10	Frivilliga avsättningar – en del i Miljökvalitetsmålet Levande skogar
2005:11	Skogliga sektorsmål – förutsättningar och bakgrundsmaterial
2005:12	Målbilder för det skogliga sektorsmålet – hur går det med bevarandet av biologisk mångfald?
2005:13	Ekonomiska konsekvenser av de skogliga sektorsmålen
2005:14	Tio skogsägares erfarenheter av stormen
2005:15	Uppföljning av skador på fornlämningar och övriga kulturlämningar i skog
2005:16	Mykorrhizasvampar i örtrika granskogar – en metodstudie för att hitta värdefulla miljöer
2005:17	Forskningsseminarium skogsbruk – rennärning 11–12 augusti 2004

2005:18	Klassning av renbete med hjälp av ståndortsboniteringens vegetationstypsindelning
2005:19	Jämförelse av produktionspotential mellan tall, gran och björk på samma ståndort
2006:1	Kalkning och askspridning på skogsmark – redovisning av arealer som ingått i Skogsstyrelsens försöksverksamhet 1989–2003
2006:2	Satellitbildsanalys av skogsbilvägar över våtmarker
2006:3	Myllrande Våtmarker – Förslag till nationell uppföljning av delmålet om byggande av skogsbilvägar över värdefulla våtmarker
2006:4	Granbarkborren – en scenarioanalys för 2006–2009
2006:5	Överensstämmelse anmält och verkligt GROT-uttag?
2006:6	Klimathotet och skogens biologiska mångfald
2006:7	Arenor för hållbart brukande av landskapets alla värden – begreppet Model Forest som ett exempel
2006:8	Analys av riskfaktorer efter stormen Gudrun
2006:9	Stormskadad skog – föryngring, skador och skötsel
2006:10	Miljökonsekvenser för vattenkvalitet, Underlagsrapport inom projektet Stormanalys
2006:11	Miljökonsekvenser för biologisk mångfald – Underlagsrapport inom projekt Stormanalys
2006:12	Ekonomiska och sociala konsekvenser i skogsbruket av stormen Gudrun
2006:13	Hur drabbades enskilda skogsägare av stormen Gudrun – Resultat av en enkätundersökning
2006:14	Riskhantering i skogsbruket
2006:15	Granbarkborrens utnyttjande av vindfällan under första sommaren efter stormen Gudrun – (The spruce bark beetle in wind-felled trees in the first summer following the storm Gudrun)
2006:16	Skogliga sektorsmål i ett internationellt sammanhang
2006:17	Skogen och ekosystemansatsen i Sverige
2006:18	Strategi för hantering av skogliga naturvärden i Norrtälje kommun ("Norrtäljeprojektet")
2006:19	Kantzonens ekologiska roll i skogliga vattendrag – en litteraturoversikt
2006:20	Ägoslag i skogen – Förslag till indelning, begrepp och definitioner för skogsrelaterade ägoslag
2006:21	Regional produktionsanalys – Konsekvenser av olika miljöambitioner i länen Dalarna och Gävleborg
2006:22	Regional skoglig Produktionsanalys – Konsekvenser av olika skötselregimer
2006:23	Biomassaflöden i svensk skogsnäring 2004
2006:24	Trädbränslestatistik i Sverige – en förstudie
2006:25	Tillväxtstudie på Skogsstyrelsens obsoyter
2006:26	Regional produktionsanalys – Uppskattning av tillgängligt trädbränsle i Dalarnas och Gävleborgs län
2006:27	Referenshågn som ett verktyg i vilt- och skogsförvaltning
2007:1	Utvärdering av ÄBIN
2007:2	Trädslagets betydelse för markens syra-basstatus – resultat från Ståndortskarteringen
2007:3	Älg- och rådjursstammarnas kostnader och värden
2007:4	Virkesbalanser för år 2004
2007:5	Life Forests for water – summary from the final seminar in Lycksele 22–24 August 2006
2007:6	Renskadorna i plant- och ungskog – en litteraturoversikt och analys av en taxeringsmetod
2007:7	Övervakning och klassificering av skogsvattendrag i enlighet med EU:s ramdirektiv för vatten – exempel från Emån och Öreälven
2007:8	Svenskt skogsbruk möter klimatförändringar
2007:9	Uppföljning av skador på fornlämningar i skogsmark
2007:10	Utgör kvävegödsling av skog en risk för Östersjön? Slutsatser från ett seminarium anordnat av Baltic Sea 2020 i samarbete med Skogsstyrelsen
2008:1	Arenas for Sustainable Use of All Values in the Landscape – the Model Forest concept as an example
2008:2	Samhällsekonomisk konsekvensanalys av skogsmarks- och ytvattenkalkning
2008:3	Mercury Loading from forest to surface waters: The effects of forest harvest and liming
2008:4	The impact of liming on ectomycorrhizal fungal communities in coniferous forests in Southern Sweden
2008:5	Långtidseffekter av kalkning på skogsmarkens kol- och kväveförråd
2008:6	Underlag för en nationell strategi för skötsel och skydd av sumpskogar
2008:7	Regionala analyser om kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk
2008:8	Frötaukt och frötauktsområden av gran och tall i Sverige
2008:9	Väglidning vid skogsmarkskalkning
2008:10	Områden som skogsmarkskalkats inom Skogsstyrelsens försöksverksamhet 2005–2007
2008:11	Inventering av ädellövplanteringar på stormhyggen från 1999 i Skåne
2008:12	Aluminiumhalter i skogsbäckar och variationen med avrinningsområdenas egenskaper
2008:13	Åtgärder för ett uthålligt brukande av skogsmarken – resultat från studier finansierade inom Movib
2008:14	Användningen av växtskyddsmedel inom skogsbruket
2008:15	Skogsmarkskalkning
2008:16	Skogsmarkskalkningens effekter på kemin i mark, grundvatten och ytvatten i SKOKAL-områdena 16 år efter behandling

2008:18	Effekter av skogsbruk på rennärningen – en litteraturstudie
2008:19	Hyggesfritt skogsbruk i ädellövskog – En litteratursammanställning
2008:20	Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk i ädellövskogar – slutrapport för delprojekt Ädellöv
2008:21	Skoglig kontinuitet och historiska kartor – en metodstudie för bokskog
2008:22	Kontinuitetsskogar och Kontinuitetsskogsbruk – Slutrapport för delprojekt Skötsel – hyggesfritt skogsbruk
2008:23	Naturkultur – Utvecklingen i försöksserien de 10 första åren
2008:24	Jämförelse av ekonomi och produktion mellan trakthyggesbruk och blädning i skiktad granskog – analyser på beståndsnivå baserade på simulering
2008:25	Skogliga konsekvensanalyser 2008 – SKA–VB 08
2009:1	Åtgärdsplanering i reglerade vattendrag – arbetsgång och åtgärdsförslag i övre Ångermanälven
2009:2	Skog & Historia i Uppland – Gröna Jobb 2004–2008
2009:3	Utvärdering av metoder för kvantifiering av epifytiska hänglavar
2009:4	Kartläggning och Identifiering av kontinuitetsskog
2009:5	Skogsproduktion i stormområdet: Ett underlag för Skogsstyrelsens strategi för uthållig skogsproduktion
2009:6	Ekonomisk beskrivning av konsekvenser i samband med ledningsintrång i skogsmark
2009:7	Avverkning av nyckelbiotoper och objekt med höga naturvärden – en GIS-analys och inventeringsdata från Polytax
2009:8	Produktionsanalys i Gävleborgs län
2009:9	Skogsstyrelsens erfarenheter kring samarbetsnätverk i landskapet
2010:1	Föryngra – Vårda – Skydda – Underlag för Skogsstyrelsens strategi för hållbar skogsproduktion
2010:2	Effektiv rådgivning – Slutrapport
2010:3	Markägarenkäten. Skogsstyrelsens delrapport för undersökningarna om processen för formellt skydd 2005–2008
2010:4	Landskapsansats för bevarande av skoglig biologisk mångfald – en uppföljning av 1997 års regionala bristanalys, och om behovet av samverkan mellan aktörer
2010:5	Översyn av Skogsstyrelsens virkesmätningsföreskrifter – Analys och förslag
2010:6	Polytax 5/7 återväxttaxering: Resultat från 1999–2008
2010:7	Behöver omvandlingstalen mellan m ³ f ub och m ³ sk revideras? – En förstudie
2010:8	Åtgärdsprogram för bevarande av vitryggig hackspett och dess livsmiljöer 2005–2009 – Slutrapport
2010:9	Störningskänslighet hos lavar i barrskogar
2011:1	Polytax 5/7 återväxttaxering: Resultat från 1999–2009
2011:3	Möjligheter att förbättra måluppfyllelse vad gäller miljöhänsyn vid föryngringsavverkning: Rapport efter en analys och rådgivande prioritering av åtgärder
2011:4	Fastighetsavtal – vidareutveckling av modell till flygfärdig produkt, Slutrapport
2011:5	Nedre Ångermanälven och Faxälven – förslag till miljöförbättrande åtgärder
2011:6	Upprättade renbruksplaner – 2005–2010
2011:7	Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk – Slutrapport för delprojekt naturvärden
2011:8	Utredningsrapport – Långsiktig plan för Skogsstyrelsens inventeringar och uppföljningar
2012:1	Kommunikationsstrategi för Renbruksplan
2012:2	Förstudierapport, dialog och samverkan mellan skogsbruk och rennärning
2012:3	Hänsyn till kulturmiljöer – resultat från P3 2008–2011
2012:4	Kalibrering för samsyn över myndighetsgränserna avseende olika former av dikningsåtgärder i skogsmark
2012:5	Skogsbrukets frivilliga avsättningar
2012:6	Långsiktiga effekter på vattenkemi, öringsbestånd och bottenfauna efter ask- och kalkbehandling i hela avrinningsområden i brukad skogsmark – utvärdering 13 år efter åtgärder mot förurning
2012:7	Nationella skogliga produktionsmål – Uppföljning av 2005 års sektorsmål
2012:8	Kommunikationsstrategi för Renbruksplan – Är det en fungerande modell för samebyarna vid samråd?
2012:9	Ökade risker för skador på skog och åtgärder för att minska riskerna
2012:10	Hänsynsuppföljning – grunder
2012:11	Virkesproduktion och inväxning i skiktad skog efter höggallring
2012:12	Tillståndet för skogsgenetiska resurser i Sverige. Rapport till FAO
2013:1	Återväxtstöd efter stormen Gudrun
2013:2	Förändringar i återväxtkvalitet, val av föryngringsmetoder och trädslagsanvändning mellan 1999 och 2012
2013:3	Hänsyn till forn- och kulturlämningar – Resultat från Kulturpolytaxen 2012
2013:4	Hänsynsuppföljning – underlag inför detaljerad kravspecifikation, En delleverans från Dialog om miljöhänsyn
2013:5	Målbilder för god miljöhänsyn – En delleverans från Dialog om miljöhänsyn

2014:1	Effekter av kvävegödsling på skogsmark – Kunskapssammanställning utförd av SLU på begäran av Skogsstyrelsen
2014:2	Renbruksplan – från tanke till verklighet
2014:3	Användning och betydelsen av RenGIS i samrådsprocessen med andra markanvändare
2014:4	Hänsynen till forn- och kulturlämningar – Resultat från Hänsynsuppföljning Kulturmiljöer 2013
2014:5	Förstudie – systemtillsyn och systemdialog
2014:6	Renbruksplankoncept – ett redskap för samhällsplanering
2014:7	Förstudie – Artskydd i skogen – Slutrapport
2015:1	Miljöövervakning på Obsytorna 1984–2013 – Beskrivning, resultat, utvärdering och framtid
2015:2	Skogsmarksgödsling med kväve – Kunskapssammanställning inför Skogsstyrelsens översyn av föreskrifter och allmänna råd om kvävegödsling
2015:3	Vegetativt förökad skogsodlingsmaterial
2015:4	Global framtida efterfrågan på och möjligt utbud av virkesråvara
2015:5	Satellitbildskartering av lämnad miljöhänsyn i skogsbruket – en landskapsansats
2015:6	Lägsta ålder för föryngringsavverkning (LÅF) – en analys av följder av att sänka åldrarna i norra Sverige till samma nivå som i södra Sverige
2015:7	Hänsynen till forn- och kulturlämningar – Resultat från Hänsynsuppföljning Kulturmiljöer 2014
2015:8	Uppföljning av skogliga åtgärder längs vattendrag för att gynna lövträd och lövträdetablering.
2015:9	Ångermanälvprojektet – förslag till miljöförbättrande åtgärder i mellersta Ångermanälven och nedre Fjällsjöälven
2015:10	Skogliga konsekvensanalyser 2015–SKA 15
2015:11	Analys av miljöförhållanden – SKA 15
2015:12	Effekter av ett förändrat klimat–SKA 15
2015:13	Uppföljning av skogliga åtgärder längs vattendrag för att gynna lövträd och lövträdetablering
2016:01	Uppföljning av biologisk mångfald i skog med höga naturvärden – Metodik och genomförande
2016:02	Effekter av klimatförändringar på skogen och behov av anpassning i skogsbruket

Av Skogsstyrelsen publicerade Meddelanden:

1991:2	Vägplan -90
1991:5	Ekologiska effekter av skogsbränsleuttag
1995:2	Gallringsundersökning 92
1995:3	Kontrolltaxering av nyckelbiotoper
1996:1	Skogsstyrelsens anslag för tillämpad skogsproduktionsforskning
1997:1	Naturskydd och naturhänsyn i skogen
1997:2	Skogsvårdsorganisationens årskonferens 1996
1998:1	Skogsvårdsorganisationens Utvärdering av Skogspolitiken
1998:2	Skogliga aktörer och den nya skogspolitiken
1998:3	Föryngringsavverkning och skogsbilvägar
1998:4	Miljöhänsyn vid föryngringsavverkning – Delresultat från Polytax
1998:5	Beståndsanläggning
1998:6	Naturskydd och miljöarbete
1998:7	Röjningsundersökning 1997
1998:8	Gallringsundersökning 1997
1998:9	Skadebilden beträffande fasta fornlämningar och övriga kulturmiljövärden
1998:10	Produktionskonsekvenser av den nya skogspolitiken
1998:11	SMILE – Uppföljning av sumpskogsskötsel
1998:12	Sköter vi ädellövs skogen? – Ett projekt inom SMILE
1998:13	Riksdagens skogspolitiska intentioner. Om mål som uppdrag till en myndighet
1998:14	Swedish forest policy in an international perspective. (Utfört av FAO)
1998:15	Produktion eller miljö. (En mediaundersökning utförd av Göteborgs universitet)
1998:16	De trädbevuxna impedimentens betydelse som livsmiljöer för skogslevande växt- och djurarter
1998:17	Verksamhet inom Skogsvårdsorganisationen som kan utnyttjas i den nationella miljöövervakning
1998:19	Skogsvårdsorganisationens årskonferens 1998
1999:1	Nyckelbiotopsinventeringen 1993–1998. Slutrapport
1999:3	Sveriges sumpskogar. Resultat av sumpskogsinventeringen 1990–1998
2001:1	Skogsvårdsorganisationens Årskonferens 2000
2001:2	Rekommendationer vid uttag av skogsbränsle och kompensationsgödsling
2001:3	Kontrollinventering av nyckelbiotoper år 2000
2001:4	Åtgärder mot markförurning och för ett uthålligt brukande av skogsmarken
2001:5	Miljöövervakning av Biologisk mångfald i Nyckelbiotoper
2001:6	Utvärdering av samråden 1998 Skogsbruk – rennäring

2002:1	Skogsvårdsorganisationens utvärdering av skogspolitiken effekter – SUS 2001
2002:2	Skog för naturvårdsändamål – uppföljning av områdesskydd, frivilliga avsättningar, samt miljöhänsyn vid förnyingsavverkning
2002:4	Action plan to counteract soil acidification and to promote sustainable use of forestland
2002:6	Skogsmarksgödsling – effekter på skogshushållning, ekonomi, sysselsättning och miljö
2003:1	Skogsvårdsorganisationens Årskonferens 2002
2003:2	Konsekvenser av ett förbud mot perimettrinbehandling av skogsplantor
2004:1	Kontinuitetsskogar – en förstudie
2004:2	Landskapsekologiska kärnområden – LEKO, Redovisning av ett projekt 1999–2003
2004:3	Skogens sociala värden
2004:4	Inventering av nyckelbiotoper – Resultat 2003
2006:1	Stormen 2005 – en skoglig analys
2007:1	Övervakning av insektsangrepp – Slutrapport från Skogsstyrelsens regeringsuppdrag
2007:2	Kvävegödsling av skogsmark
2007:3	Skogsstyrelsens inventering av nyckelbiotoper – Resultat till och med 2006
2007:4	Fördjupad utvärdering av Levande skogar
2007:5	Hållbart nyttjande av skog
2008:1	Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk
2008:2	Rekommendationer vid uttag av avverkningsrester och askåterföring
2008:3	Skogsbrukets frivilliga avsättningar
2008:4	Rundvirkes- och skogsbränslebalanser för år 2007 – SKA-VB 08
2009:1	Dikesrensningens regelverk
2009:2	Viltanpassad Skogsskötsel – Skogliga åtgärder för att minska skador
2009:3	Ny metod och nya definitioner i uppföljningen av frivilliga avsättningar
2009:4	Stubbskörd – kunskapssammanställning och Skogsstyrelsens rekommendationer
2009:5	Vidareutveckling av pågående viltskadeinventeringar
2009:6	En märkbar förändring i skogsägarnas vardag – Projekt Skogsägarnas myndighetskontakter
2009:7	Regler om användning av främmande trädslag
2010:1	Vattenförvaltningen i skogen
2010:2	Nationell tillämpning av FLEGT – Forest Law Enforcement, Governance and Trade
2011:1	Tillsyn enl 9 kap miljöbalken av verksamhet på mark som omfattas av skogsvårdslagen
2011:2	Skogs- och miljöpolitiska mål – brister, orsaker och förslag på åtgärder
2011:3	Skogliga inventeringsmetoder i en kunskapsbaserad älgförvaltning
2011:4	Uppdrag om nationella bestämmelser som kompletterar EU:s timmerförordning samt om revidering av virkesmätningarslagstiftningen
2011:5	Uppföljning av hänsyn till rennärningen
2011:6	Översyn av föreskrifter och allmänna råd för 30 paragrafen SvL – Del 1
2011:7	Hjortdjurens inverkan på tillväxt av produktionsträd och rekrytering av betesbegärliga trädslag – problembeskrivning, orsaker och förslag till åtgärder
2012:1	Förslag på regelförenklningar i skogsvårdslagstiftningen
2012:2	Uppdrag om nationella bestämmelser som kompletterar EU:s timmerförordning
2012:3	Beredskap vid skador på skog
2013:1	Dialog och samverkan mellan skogsbruk och rennärning
2013:2	Uppdrag om förslag till ny lagstiftning om virkesmätning
2013:3	Adaptiv skogsskötsel
2013:4	Ask och askskottsjukan i Sverige
2013:5	Förstudie om ett nationellt skogsprogram för Sverige – Förslag och ställningstaganden
2013:6	Förstudie om ett nationellt skogsprogram för Sverige – omvärldsanalys
2013:7	Ökad jämställdhet bland skogsägare
2013:8	Naturvårdsavtal för områden med sociala värden
2013:9	Skogens sociala värden – en kunskapssammanställning
2014:1	Översyn av föreskrifter och allmänna råd till 30 § SvL – Del 2
2014:2	Skogslandskapets vatten – en lägesbeskrivning av arbetet med styrmedel och åtgärder
2015:1	Förenkling i skogsvårdslagstiftningen – Redovisning av regeringsuppdrag
2015:2	Redovisning av arbete med skogens sociala värde
2015:3	Rundvirkes- och skogsbränslebalanser för år 2013 – SKA 15
2015:4	Renskogsavtal och lägesbeskrivning i frågot om skogsbruk–rennärning
2015:6	Utvärdering av ekonomiska stöd
2016:1	Kunskapsplattform för skogsproduktion – Tillståndet i skogen, problem och tänkbara insatser och åtgärder
2016:2	Analys av hur Skogsstyrelsen verkar för att miljömålen ska nås
2016:3	Delrapport - Främja anställning av nyanlända i de gröna näringarna och naturvärden

2016:4	Skogliga skattningar från laserdata
2016:5	Kulturarv i skogen

Beställning av Rapporter och Meddelanden

Skogsstyrelsen,
Böcker och Broschyrer
551 83 JÖNKÖPING
Telefon: 036 – 35 93 40
växel 036 – 35 93 00
fax 036 – 19 06 22
e-post: bocker@skogsstyrelsen.se
www.skogsstyrelsen.se/bocker

I Skogsstyrelsens Meddelande-serie publiceras redogörelser, utredningar med mera av officiell karaktär.

Innehållet överensstämmer med myndighetens policy.

I Skogsstyrelsens Rapport-serie publiceras redogörelser och utredningar med mera för vars innehåll författaren/författarna själva ansvarar.

Skogsstyrelsen publicerar dessutom fortlöpande: Foldrar, broschyrer, böcker med mera inom skilda skogliga ämnesområden. Skogsstyrelsen är också utgivare av tidningen SkogsEko.

Ungefär 7 procent av den produktiva skogsmarken är torvmark. Att bedriva skogsbruk på torvmark är ofta svårt. Sedan 1990-talet har intresset genomgående varit lågt men under de sista 3-4 åren uppfattar Skogsstyrelsen att intresset har ökat. Detta var motivet till att genomföra den här kunskapssammanställningen om skogsbruk på torvmark. Sammanställningen innehåller beskrivningar av hur skogen på produktiv torvmark ser ut och redovisar de kunskaper vi idag har om hur olika typer av skogar på torvmark kan skötas. Effekter på mark och vatten, naturvärden, växthusgas, kulturmiljö, rennäring och sociala värden belyses också.