



**Kandidatarbeten  
i skogsvetenskap**  
Fakulteten för skogsvetenskap

**2015:11**

**Tallens produktionspotential på dikad och gödslad  
torvmark i Sverige**

*The growth potential of Scots pine on drained and fertilized  
peatlands in Sweden*

**Markus Gusthalin & Jonatan Sundelin**

---

Sveriges Lantbruksuniversitet  
Institutionen för skogens ekologi och skötsel  
Kandidatarbete i skogsvetenskap, 15 hp,  
Handledare: Björn Hånell, SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel  
Examinator: Tommy Mörling, SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel

Program: Jägmästarprogrammet

Kurs:EX0592 Nivå:G2E

Umeå 2015



# Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap  
Sveriges lantbruksuniversitet

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of Forest Ecology and Management
Författare/Author	Markus Gusthalin & Jonatan Sundelin
Titel, Sv	Tallens produktionspotential på dikad och gödslad torvmark i Sverige
Titel, Eng	<i>The growth potential of Scots pine on drained and fertilized peatlands in Sweden</i>
Nyckelord/ Keywords	Torvmark, Produktion, Dikning, Gödsling, <i>Pinus sylvestris</i> / <i>Peatland, Forest growth, Drainage, Fertilization, Pinus sylvestris</i>
Handledare/Supervisor	Björn Hånell, SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel
Examinator/Examiner	Tommy Mörling Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ Department of Forest Ecology and Management
Kurstitel/Course	Kandidatarbete i skogsvetenskap Bachelor Degree in Forest Science
Kurskod	EX0592
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet/	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2015

# FÖRORD

Detta kandidatarbete genomfördes under våren 2015 vid institutionen för skogens ekologi och skötsel vid Sveriges lantbruksuniversitet i Umeå. Uppsatsen omfattar 15 högskolepoäng och är en del av Jägmästarprogrammet.

Idén bakom uppsatsen utarbetades av oss själva, då båda ansåg att torvmarksskogsbruk var ett intressant ämne att skriva om, samtidigt som vi ville vidga vår kunskap och förståelse inom detta område.

Vi vill särskilt tacka vår handledare, professor Björn Hånell, som bidragit med vägledning och synpunkter.

Umeå, april 2015

Markus Gusthalin och Jonatan Sundelin

## SAMMANFATTNING

Produktionen av tall (*Pinus sylvestris*) på torvmark, mätt i m<sup>3</sup>sk/år, undersöktes och jämfördes med den förväntade produktionshöjningen som kan ske då de bonitetshöjande åtgärderna dikning och gödsling tillämpas i större omfattning än vad som sker idag. För beräkning av arealer är data främst hämtad från Riksskogstaxeringens inventeringar under perioderna 1978-88, 1997-2001 och 2003-2007. Ett klassificeringssystem (Hånell, 2008) som anger torvmarkernas dikningsbonitet, användes för att fastställa den förmodade produktionsökningen.

På grund av skiftande växtförutsättningar delades landet in i fyra regioner med olika genomsnittliga värden på temperatursumman, så att en rättvisande bild kunde ges av de naturgivna produktionsförutsäyningarna. För gödslingseffekten användes värden utarbetade av Holmen (1980).

Resultaten visar att en stor produktionsökning är möjlig efter bästa tänkbara behandling, d.v.s. väl utförd dränering och tillförsel av behövliga växtnäringsämnen. Produktionen blir totalt cirka 3,5 gånger så stor jämfört med nuvarande nivå. Störst absolut och relativ ökning uppnåddes i Norra Norrland, där effekten av behandlingarna visserligen är mindre, men där också arealerna torvmark är betydligt större än i resten av landet.

Nyckelord: Torvmark, Produktion, Dikning, Gödsling, *Pinus sylvestris*

## SUMMARY

The growth and yield of Scots pine (*Pinus sylvestris*) on peatland, expressed as m<sup>3</sup>sk/yr, was tested and compared with the forecasted growth increase following drainage and fertilization when these two measures were applied in a larger scale than today.

Area calculations were based on Swedish National Forest Inventories (SNFI) data from 1978-88, 1997-2001 and 2003-2007. Post-drainage forest productivity was determined via the site classification system for peatlands (Hånell, 2008). A slight modification of the grouping of site types was required due to the classification used by the SNFI.

The country was divided into four temperature sum regions in a north-south gradient, with varying conditions for forest growth. For calculation of fertilization effect, values prepared by Holmen (1980) were used.

The results show that a large production increase can be achieved after best possible treatment, i.e. well performed drainage and amendment of required plant nutrients. The production will be about 3,5 times greater than the current growth level. The largest absolute and relative increase was achieved in Northern Norrland where growth responses to treatments are smaller, but where the peatland areas are considerably larger than in other regions.

Keywords: Peatland, Forest growth, Drainage, Fertilization, *Pinus sylvestris*

## INLEDNING

I dagens samhälle är jakten på förnyelsebara råvaror och dess användningsområden större än någonsin tidigare. Forskningen letar efter nya användningsområden för förnyelsebara resurser och nya sätt att utvinna dem. Skogen har därmed hamnat i fokus. Skogsråvaran används idag till allt från byggmaterial till bränsle och möjligheterna till nya framtida tillämpningsområden är förmodligen mycket stora.

Skogsbruket har dock sina begränsningar och en fråga som ständigt återkommer är hur man kan öka produktionen. Det torde egentligen bara finnas tre svar på den frågan: 1) öka produktionen på befintlig produktionsareal, 2) öka produktionsarealen och 3) öka effektiviteten vid förädling av skogsråvaran (öka utbytet). De två första faller vanligtvis inom området skogsbruk och det tredje inom området industri. Då är frågan vad skogsbruket kan göra för att påverka produktionen och/eller produktionsarealen?

Torv är en jordart vars torrsubstans till minst 30 % består av dött organiskt material, mestadels från växter som växt på platsen, där tillväxten av dessa varit större än nedbrytningen. En stor del av landarealen på norra halvklotet är naturligt torvtäckt; 80 % av världens torvtäckta mark återfinns inom den boreala regionen (Joosten och Clarke 2002). I Sverige är ca tio miljoner ha (1/5 av landarealen), täckt av ett mer eller mindre mäktigt lager av denna jordart (Hånell 1990). *Torvmark* är enligt svensk definition ett område med ett mer än 30 cm mäktigt lager av torv. Enligt denna definition uppgår arealen torvmark i Sverige till omkring sex miljoner ha (ca 15 % av Sveriges landareal), och globalt placerar sig därmed Sverige på en sjätteplats bland världens nationer beträffande torvmarkernas andel av landarealen (Lappalainen 1996).

Produktiv skogsmark definieras enligt skogsvårdslagen som skogsmark som enligt vedertagna bedömningsgrunder i genomsnitt kan producera minst en kubikmeter per ha och år. Om produktionen understiger en kubikmeter per ha och år definieras marken som impediment. En del av dagens torvmarker kan utnyttjas för skogsbruk genom att de dikas i ett avvattnande syfte så att grundvattenytan sänks och trädens rötter därmed får bättre tillgång till syre. För god trädväxt på torvmarker bör grundvattenståndet inte vara närmare markytan än omkring en halv meter och vid optimal dränering bör torvens vattenhalt vara drygt 50 % av porvolymen (Heikurainen 1973; Braekke 1983). En väl utförd dränering är vidare en förutsättning för god gödslingsseffekt på torvmarken; finska forskningsresultat visar på ett klart samband mellan grundvattenytans nivå och tillväxtökningen efter gödsling. En alltför kraftig dränering kan dock vara hämmande för tillväxten (Möller 1980).

Dikning har gjorts i stor utsträckning i både Sverige (20 % av torvmarken) och Finland (60 % av torvmarken) och skog har sedan brukats med varierande resultat på den dikade torvmarken. Skogsdikning har historiskt i Sverige utförts mer eller mindre frekvent sedan 1850-talet, och man räknar med att den dikade arealen idag uppgår till 1,5 - 2 miljoner ha (Hånell 2009). På senare tid har man kunnat konstatera att vissa diken inte givit någon effekt för förbättrad skogsproduktion (Hånell 1985). Anledningen till detta tros vara dikning på mark som ej är lämpad för skogsproduktion eller undermålig dikning, d.v.s. dikningen har inte utförts korrekt

eller i tillräckligt stor omfattning. Sedan 1986 krävs tillstånd från länsstyrelsen för att få utföra dikning i markavvattnande syfte vilket har lett till ett principiellt förbud mot markavvattning i södra Sverige. Dispens från länsstyrelsen kan dock erhållas vari synnerliga skäl inte krävs.

Torvmarker är till skillnad från de flesta svenska mineraljordar rika på kol (C) och kväve (N) tack vare sitt stora förråd av ej nedbrutet organiskt material. Det som istället brukar vara begränsande är tillgången på kalium (K) samt fosfor (P). Dessa är begränsade eftersom de frigörs genom vittring av bergartsbildande mineral, men i torvmarker förekommer ingen sådan vittring och om torvlagret är mäktigt kommer inte träden åt näringsämnen i underliggande mineraljord. Torvmark har dessutom svårt att hålla kvar kalium, och den nedbrytningsprocess som frigör fosfor är mycket långsam. Det är inte ovanligt att det räcker med en omloppstid av skogsbruk, efter att en torvmark dikats, för att tillgången på mineralnäringsämnen i marken har sjunkit så lågt att skogens tillväxt hämmas (Päivänen och Hånell 2012).

Detta kan avhjälpas genom att man tillför mineralnäringsämnen i form av gödsling (har hittills i klart övervägande del skett på fastmark), exempelvis med träaska som är rik på mineralnäringsämnen men fattig på kväve och kol. För att detta ska fungera måste man dock veta vilka dikade torvmarker som bör gödslas för att få önskad effekt; detta är i sin tur beroende av klimatets inverkan, växtplatsens dräneringsgrad, torvens kvävehalt, torvens mäktighet och beståndets utvecklingsgrad (Hånell 2004). Givan av växtnäringsämnen är också starkt beroende av askans kvalitet; i aska med hög andel oförbränt material, lågt ursprungligt innehåll av fosfor och kalium, utlakningsförluster av kalium vid härdning/lagring, samt stor viktsökning på grund av karbonatbildning under lagring, kan halterna av de viktigaste näringsämnen reduceras till en bråkdel av halterna i en genomsnittlig ren och färsk aska (Magnusson och Hånell 1996).

Med undantag för de allra bördigaste torvmarkerna kan tillförsel av växtnäringsämnen via gödsling förväntas resultera i en påtaglig ökning av skogstillväxten (Hånell 2009). År 1926 utfördes ett gödslingsförsök på norra Hällmyren i Västerbotten, där en tillförsel av träaska på 12 500 kg/ha uppvisade en medelproduktion på mer än 5 m<sup>3</sup>sk/ha/år, medan myren utanför fortfarande var impediment. Den högsta löpande tillväxten (8,6 m<sup>3</sup>sk/ha) uppnåddes ca 30 år efter gödningen. Olika torvslag har olika stora naturliga förråd av växtnäringsämnen som är tillgängliga för det växande beståndet. Efter dikning av näringsrik torv i gott klimatläge räcker mängderna av de frigjorda näringsämnen i marken till en hög och uthållig virkesproduktion; i extremfallet i så hög grad att gödsling inte ger någon ytterligare tillväxtökning. På näringsfattig torvmark i kargt klimatläge medför däremot gödsling alltid en viss tillväxtökning, och om den näringsfattiga lokalen ligger i ett varmt klimatläge blir tillväxtökningen större än i ett kallt (Möller 1980).

Beträffande beståndets utseende vid gödslingstillfället har dess vitalitet och virkesförråd visat sig ha stor betydelse för effekten av gödsling. Ett virkesrikt bestånd av god vitalitet kan tillgodogöra sig och lagra tillförda näringsämnen betydligt bättre än en alldeles nydikad och kal torvmark. På näringsfattiga torvslag bör även kväve tillföras. Resultat från en finsk försöksserie anlagd på gamla dikningsområden med varierande torvslag visar att NPK-tillförsel har gett större tillväxtökning än PK-gödsling i bestånd med virkesförråd under ca 100 m<sup>3</sup>sk; den största

tillväxtökningen har erhållits i bestånd med ett virkesförråd av 60-100 m<sup>3</sup>sk/ha. Detta förklaras med att försöken med små virkesförråd ligger på områden med låg bonitet och därmed hyser ett lågt kväveinnehåll, samtidigt som virkesförråden är stora nog för att tillgodogöra sig de tillförda näringsämnen och därmed reagera kraftigt i volymtillväxt. I bestånd med större virkesförråd har gödslingen däremot haft en svagare inverkan. Behovet av kvävetillförsel varierar alltså starkt mellan olika torvslag, klart är dock att kvävetillförsel på den bästa våtmarkstypen inte nämnbart påverkar tillväxten, medan effekten av enbart PK-gödsling på de näringsfattigaste våtmarkstyperna kan höjas väsentligt genom samtidig kvävetillförsel (Möller 1980).

Diskuteras kan också eventuella effekter från tillförsel av mikronäringsämnen; kunskaperna härvidlag är dock små, därför fästs ingen vikt vid detta i denna uppsats.

Man bör även beakta den utlakning av näringsämnen som kan ske vid gödsling av torvmark, och som i slutändan kan innebära övergödning av grundvatten, sjöar och hav. Detta torde dock inte innebära några nämnvärda negativa miljökonsekvenser, om man vid utförandet iakttar vissa säkerhetsregler: 1) endast svårösliga fosförgödselmedel, baserade på råfosfat, bör användas. 2) spridning på hösten bör undvikas. 3) speciell försiktighet bör iakttagas ovanför särskilt känsliga vattendrag (Almberger och Salomonsson 1979). Eftersom askgödsling innebär tillförsel av fosfor i form av komplexa föreningar med begränsad löslighet, tycks risken för betydande utlakning vara mycket liten (Magnusson och Hånell 1996).

Det kan verka märkligt att de torvmarker som redan är dikade för skogsproduktion producerar så varierande och ibland inte enligt den förväntade dikningsboniteten. En fråga man kan ställa sig är vilka torvmarker som är lämpligast för dikning för ett högproducerande skogsbruk och om mer av Sveriges torvmarker på så sätt kan beskogas? Kan man på något sätt förbättra dessa markers produktion?

## **Syfte**

Syftet med denna studie är att på basen av tidigare publicerad information beräkna skogsproduktionen på torvmarker i ett scenario där de bonitetshöjande åtgärderna dikning och gödsling tillämpas i större utsträckning än de gjorts hittills.



## Bakgrund- Nedbrytning av torv och växthusgaser

När torvmark dikas förändras markens struktur och många av de mekanismer som sker i marken. En av dessa är att då grundvattenytan sjunker till följd av dikning så tar luft vattnets plats i marken; detta är den eftersträvade effekten med dikning. När tillgången på luft (syre) i marken ökar så ökar också nedbrytningen och marken går från ett stadium av ackumulerande av organiskt material till ett stadium av minskande av organiskt material. Då torven i en torvmark bryts ned frigörs de ämnen som tidigare var bundna i torven till marken i form av tillgängliga näringsämnen och till atmosfären i gasform. Bland de gaser som frigörs är växthusgaser som koldioxid (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>) och lustgas (N<sub>2</sub>O). Utbytet av koldioxid mellan marken och atmosfären sker naturligt genom fotosyntesen där koldioxid binds i växter och sedan frigörs då växten bryts ned. Detta gäller även torvmarker som dock har en så låg nedbrytningstakt att kol har ackumulerats där under lång tid och sedan frigörs i samband med den ökande nedbrytningen till följd av dikning. Metan bildas vid fullständigt anaeroba förhållanden, till exempel under grundvattenytan i torvmarker. Dikningens effekt på torvmark sänker alltså produktionen av metan där. Att produktionen av lustgas i dikad torvmark kan vara högre än från annan mark kommer sig av att bildandet av lustgas är en följd av denitrifikationsprocessen. Denitrifikation kan ske i många olika jordar men är mycket vanligare i jordar med kväverikt material, t.ex. vissa torvmarker. Slutsatsen är alltså att dikade och beskogade torvmarker i motsats till ej dikade och ej beskogade torvmarker har lite högre emissioner av koldioxid, mycket lägre emissioner av metan och högre emissioner av lustgas från kväverika (C/N-kvot < 25) torvmarker. Ökande emissioner av växthusgaser påverkar atmosfärens gassammansättning och därigenom jordens strålningsbalans. Förskjutningar i jordens strålningsbalans är enligt IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Changes) skälet till den uppvärmning av jorden som vi upplever idag (Magnusson 2009).

### **Klassificering av torvmarker**

Tanken var att i den här studien använda boniteringssystemet för torvmarker (Hånell 1988; 2008) i samband med areal- och produktionsuppgifter.

Hånell's boniteringssystem för torvmarker bygger på åtta ståndortstyper som definieras med hjälp av fältskiktets karaktäristiska indikatorväxter. De åtta ståndortstyperna är 1. Högörrtyp, 2. Lågörrtyp, 3. Blåbär-fräkentyp, 4. Högstarrtyp, 5. Lingon-odon-skvatramtyp, 6. Klotstarrtyp, 7. Lågstarrtyp, 8. Rosling-tranbärtyp. (Hånell 2008) Dessa ståndortstyper används sedan i en tabell (Bilaga 2) tillsammans med platsens temperatursumma (fås av platsens breddgrad och höjd över havet) för att bestämma torvmarkens bonitet efter dikning.

Detta boniteringssystem var tyvärr inte möjligt utan viss modifikation, nämligen att ståndortstyperna 5. Lingon-odon-skvatramtyp och 6. Klotstarrtyp fick slås samman till Bättre

ristyp. Skälet till denna förändring är att Riksskogstaxeringens registrering av fältvegetation inte har följt boniteringssystemet för torvmarker utan istället använt sig av boniteringssystemet för fastmarker. Detta har lett till att informationen från Riksskogstaxeringens inventeringar har varit svår att överföra till bonitering av torvmark. (Hånell 2009) har gjort en översättning från Riksskogstaxeringens boniteringskoder för fast mark till bonitering för torvmark och samma har använts i den här studien. Resultatet av översättningen är dessa sju ståndortstyper med fallande bonitet.

1. Höga örter - ståndorter där fältskiktet domineras av högvuxna örter med eller utan ris. Avser registreringar med koderna 01, 02, och 03 i taxeringsinstruktionen.
2. Låga örter - ståndorter där fältskiktet domineras av lågvuxna örter, bredbladiga och smalbladiga gräs (koderna 04, 05, 06, 07, 08, 09)
3. Blåbär-fräken - ståndorter där fältskiktet domineras av blåbär och fräkenväxter (koderna 12, 13)
4. Högstarr - ståndorter där fältskiktet domineras av högvuxna starrarter (kod 10)
5. Bättre ris - ståndorter där fältskiktet domineras av lingon, odon, skvattram, rosling och tranbär (koderna 14, 16)
6. Lågstarr - ståndorter där fältskiktet domineras av lågvuxna starrarter (kod 11)
7. Sämre ris - ståndorter där fältskiktet domineras av kråkbär och ljung (kod 15)

## MATERIAL OCH METODER

Detta är en studie av metadata. Eftersom det inte var möjligt att göra egna mätningar och fältförsök så kommer uppgifter som är insamlade och presenterade av andra att användas. Frågor som förhoppningsvis kommer att besvaras är hur skogsproduktionen kan ökas med hjälp av nyttjandegraden av torvmarker.

Arbetet inleddes med en generell inläsning på ämnet torvmarksskogsbruk för att få en övergripande bild i ämnet samt att förstå vilka variabler som är lämpliga att fokusera på vid produktionshöjande åtgärder.

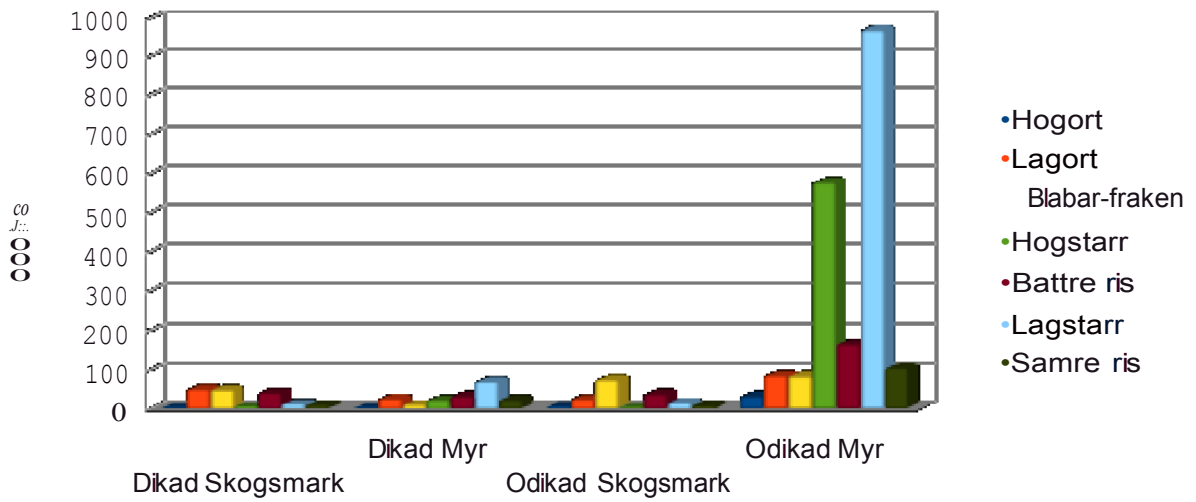
De variabler som valdes som fokus för den här studien är torvmarksareal brukad för skogsbruk samt diknings- och gödslingsseffekt på torvmark i samband med skogsbruk.

Huvuddelen av underlaget för intensivare utnyttjande av torvmarker för skogsproduktion som använts i den här studiens bedömningar och beräkningar är hämtade ur (Hånell 2009) och (Hånell 2004) vilka i sin tur har hämtat sina uppgifter från Riksskogstaxeringen. Uppgifter hämtade från Riksskogstaxeringen gäller särskilt perioderna 1978-88, 1997-2001, 2003-2007.

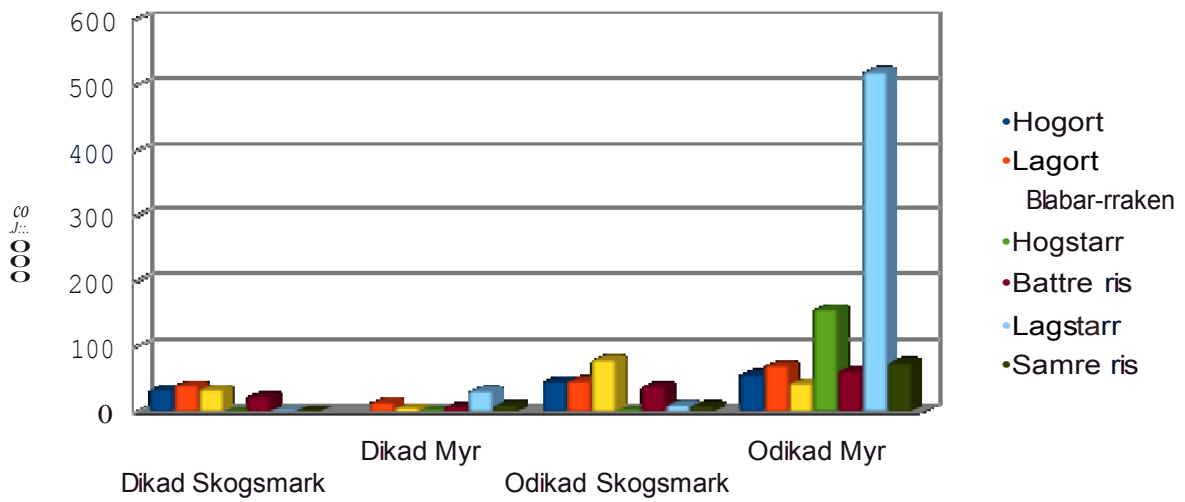
### *Areal tillgänglig torvmark, dess fördelning i landet och dess klasser*

I Sverige finns idag cirka tio miljoner hektar mark som är täckt av torv (Hånell 1990). Av dessa tio miljoner hektar består omkring sex miljoner hektar av marker som klarar definitionen för torvmark, torvens mäktighet 30 cm eller större, resten faller under benämningen våt fastmark. Idag ingår omkring fem av de tio miljoner hektaren torvtäckt mark i marker för skoglig produktion men endast två miljoner hektar av dessa torvmarker ingår i den produktiva skogsmarksarealen (d.v.s. har en årlig produktion som överstiger 1 m<sup>3</sup>sk/ha/år). Resterande torvtäckt mark utgörs av marker med en skoglig produktion understigande 1 m<sup>3</sup>sk/ha/år, alltså myrimpediment (Hånell 2009). Av befintliga sex miljoner hektar torvmark är omkring 770 000 hektar redan dikade. Dock varierar kvaliteten och effektiviteten av dikningen mycket. Därför har dikade marker räknats som dikade om de är produktiva. Om de inte är produktiva har de räknats till marker som bör dikas.

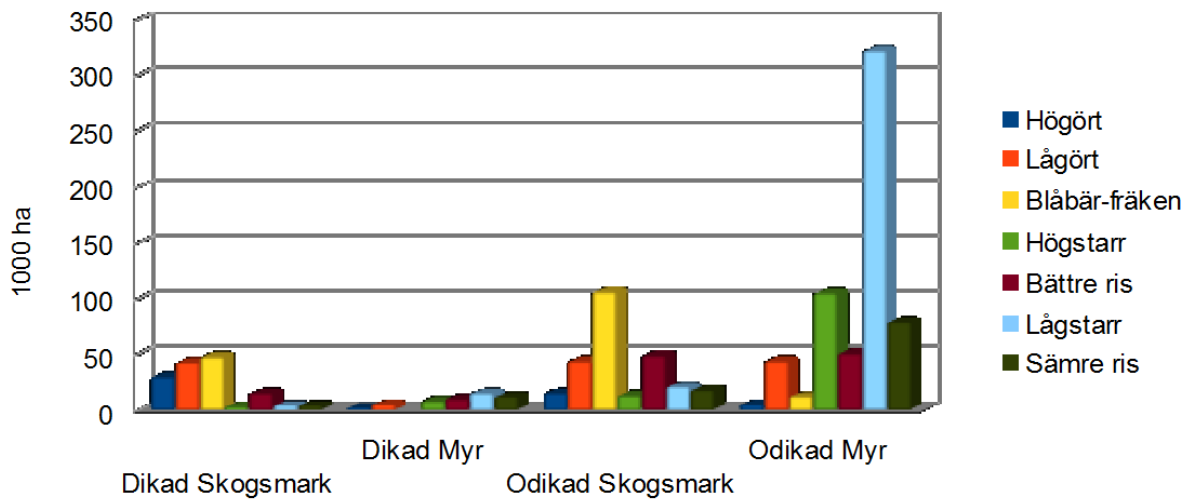
I denna studie har torvmarksarealen indelats i regioner för att bli mer hanterbar. Torvmarksarealen har indelats enligt följande fyra regioner: "Norra Norrland", "Södra Norrland", "Svealand" och "Götaland". Varje region är sedan indelad i "Dikad torvmark" och "Odikad torvmark". I varje av dessa två grupper finns sedan beteckningarna "Skogsmark" och "Myr". Torvmarksarealerna utfaller enligt Figur 1 a-d.



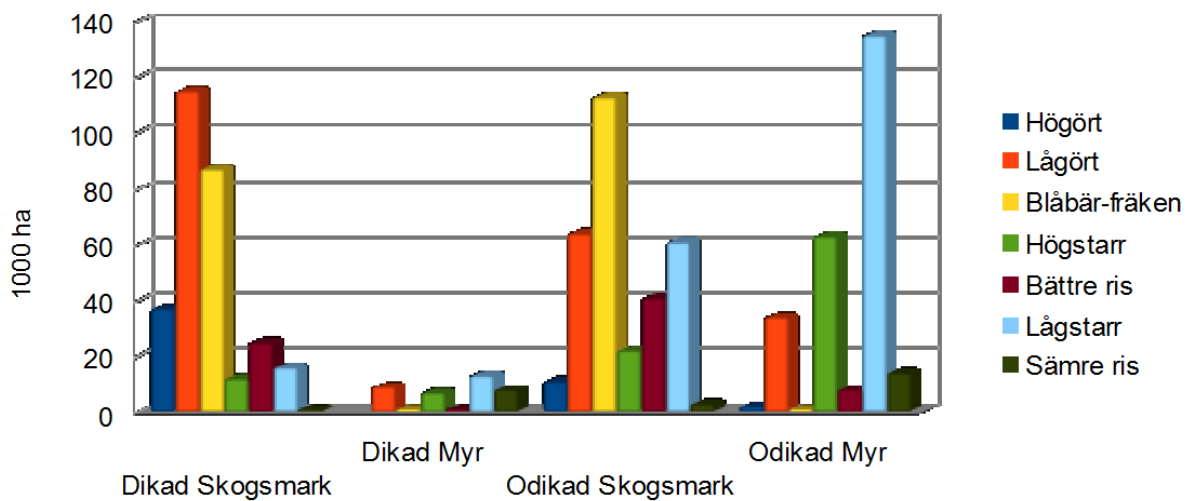
Figur 1a  
Figure 1a



Figur 1b  
Figure 1b



Figur 1 c  
Figure 1 c



Figur 1 d  
Figure 1 d

Figur 1a-d. Fördelning och mängd av de sju olika ståndortstyperna på olika varianter av torvmark. 1a Norra Norrland, 1b Södra Norrland, 1c Svealand och 1d Götaland. Observera att skalan i y-axeln varierar.

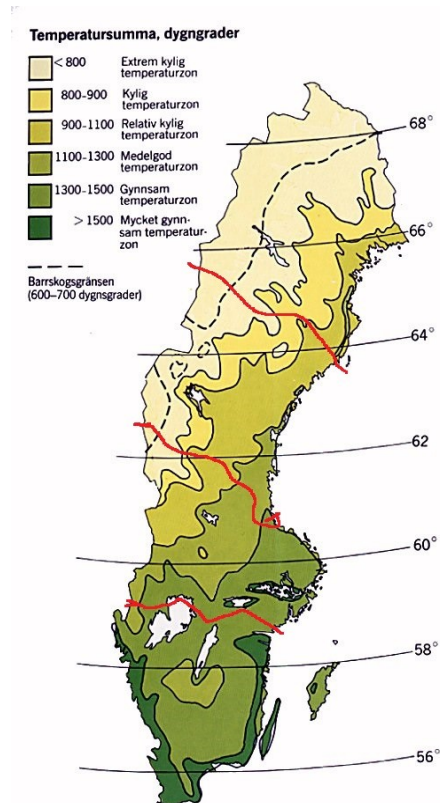
Figure 1a-d. Distribution and amount of the seven different site types on different variations of peatland. 1a Northern Norrland, 1b Southern Norrland, 1c Svealand and 1d Götaland. Observe that the scale of the y-axis have different values.

De marker som är dikade sedan tidigare har i den här studien slagits samman med ovan nämnda kategorier enligt följande: Om de är dikad skogsmark med fungerande diken har det räknats som dikad skogsmark, i övrigt har de räknats som dikad eller odikad myr. Arealerna är även indelade efter de sju torvmarksklasser som nämns i avsnittet “Klassificering av torvmarker” (Bilaga 3).

### ***Dikning***

Med dikning avses i den här studien att marken dikas på ett för växtplatsen lämpligt sätt för att maximera effekten av dikningen. De marker som i den här studien har ansetts behöva dikas är de marker som är odikade eller där redan befintlig dikning av någon anledning är undermålig. Befintlig dikning har ansetts vara undermålig om den årliga produktionen understiger 1 m<sup>3</sup>sk/ha/år.

För att bedöma vilken effekt dikning av odikade torvmarker kan tänkas ha på den årliga skogsproduktionen i landet gjordes en uppskattning av den totala produktionen före och efter dikning för varje av de fyra regionerna. Först bedömdes dikningsboniteten för varje torvmarksklass inom de fyra regionerna enligt (Hånell 2008). För detta krävdes torvmarksklasserna som nämnts tidigare samt temperatursumman. Eftersom temperatursumman är specifik för varje växtplats var det inte möjligt att ange en exakt temperatursumma, istället användes ett medel för varje region avrundat till närmaste hundratal. Temperatursummans medelvärde för varje region beräknades med hjälp av en karta över Sveriges temperatursummor (Lundin 2007).



Figur 2. Karta över Sverige med fördelning av regioner med olika temperatursummor. Röda linjer för att skilja på de fyra olika regionerna uppifrån och ner, Norra Norrland, Södra Norrland, Svealand och Götaland (Lundin 2007).

*Figure 2. Map of Sweden with regions of different sum of temperatures. Red lines to mark the borders between the four regions from top to bottom, Northern Norrland, Southern Norrland, Svealand and Götaland (Lundin 2007).*

En uppskattning gjordes av hur stor del av varje region som bestod av ett block av dygnsgader och ett medel beräknades (Tabell 1).

Tabell 1. Uppskattning av arealfördelningen av dygngrader och medelvärden av dygngrader i de fyra regionerna avrundat till närmaste hundratal.

*Table 1. An estimation of the relative area distribution of diurnaldegrees and the average of diurnaldegrees in the four regions rounded off to nearest hundred.*

Region	Areal	Dygngrader
Norra Norrland		
	30 %	600-700
	30 %	700-800
	30 %	800-900
	10 %	900-1100
	Medel	800
Södra Norrland		
	10 %	600-700
	20 %	700-800
	20 %	800-900
	40 %	900-1100
	10 %	1100-1300
	Medel	900
Svealand		
	5 %	700-800
	2 %	800-900
	13 %	900-1100
	40 %	1100-1300
	40 %	1300-1500
	Medel	1200
Götaland		
	10 %	1100-1300
	55 %	1300-1500
	35 %	1500-
	Medel	1400

Norra Norrland:  $(0,3 \times 650 + 0,3 \times 750 + 0,3 \times 850 + 0,1 \times 1000 = 775 \Rightarrow 800)$ .

Södra Norrland:  $(0,1 \times 650 + 0,2 \times 750 + 0,2 \times 850 + 0,4 \times 1000 + 0,1 \times 1200 = 905 \Rightarrow 900)$

Svealand:  $(0,05 \times 750 + 0,02 \times 850 + 0,13 \times 1000 + 0,4 \times 1200 + 0,4 \times 1400 = 1225 \Rightarrow 1200)$

Götaland:  $(0,1 \times 1200 + 0,55 \times 1400 + 0,35 \times 1500 = 1415 \Rightarrow 1400)$

Sedan togs arealen för varje torvmarksklass inom varje region gånger dikningsboniteten för att få ut den årliga skogliga produktionen som följer på dikning av dessa torvmarker.



För att beräkna den årliga skogliga produktionen före dikning användes samma procedur med en förändring. Förändringen var att för att få boniteten före dikning togs dikningsboniteten minus den förväntade ökningen av i bonitet till följd av dikning. Ökningen i bonitet till följd av dikning är korrekt sätt bara möjlig efter mätningar på varje specifik växtplats. (Hånell 2009) beskriver ökningen som någonstans mellan 1 m<sup>3</sup>sk/ha/år till 3,5 m<sup>3</sup>sk/ha/år. Utifrån den bedömningen togs ett uppskattat medel som blev följande:

Högörtstyp	3,5 m <sup>3</sup> sk/ha/år
Lågörtstyp	3,0 m <sup>3</sup> sk/ha/år
Blåbär-fräkentyp	2,0 m <sup>3</sup> sk/ha/år
Högstarttyp	1,2 m <sup>3</sup> sk/ha/år
Bättre ristyp	1,0 m <sup>3</sup> sk/ha/år
Lågstarttyp	0,5 m <sup>3</sup> sk/ha/år
Sämre ristyp	0,1 m <sup>3</sup> sk/ha/år

Eftersom boniteten på dikad myr var okänd togs även här ett medel för att kunna beräkna produktiviteten före dikning. Produktionen på myr är mellan 0,1 och 0,9 m<sup>3</sup>sk/ha/år, därför ansågs samtliga dikade myrmarker ha boniteten 0,5 m<sup>3</sup>sk/ha/år. Odikad myr ansågs ha 0 m<sup>3</sup>sk/ha/år i produktion.

### ***Gödsling***

Eftersom gödslingseffekten är beroende av en mängd olika parametrar måste vissa antaganden göras för att beräkningarna inte ska bli för komplicerade. Det som främst har betydelse är behovet av kvävetillförsel, som ju varierar mycket mellan olika torvslag. I denna undersökning används kvävetillförsel för de torvmarker som antas ha lägre kväveinnehåll, d.v.s. Bättre ris och sämre. Kalium och fosfor bör dock praktiskt taget alltid tillföras för att en god tillväxt ska kunna uppnås på dikade torvmarker.

Som tidigare nämnts sker den största tillväxtökningen från gödsling i bestånd med ett virkesförråd av 60-100 m<sup>3</sup>sk/ha. Om denna rotstående volym eftersträvas vid gödslingstillfället är risken dock stor att omloppstiden blir alltför utdragen och den totala tillväxten lägre än om gödsling sker direkt. Dessutom riskeras marken att klassas som impediment beroende på hur dikningseffekten utfaller, vilket omöjliggör gödslingsingrepp. Det vore ändå intressant att se den volymökning som kan uppkomma vid detta scenario, detta redovisas i Bilaga 1. En mycket grov uppskattning härav på ett virkesförråd av 56 m<sup>3</sup>sk/ha gav en total produktionsökning på 1,6 m<sup>3</sup>sk/ha/år 17 år efter gödsling för enbart tall. Förmodligen blir denna siffra högre om man låter

gödslingseffekten pågå längre tid innan avverkning. Klart är dock att det tillsammans med risken för impedimentklassning inte är försvarbart att vänta med tidpunkten för gödsling, åtminstone inte för de sämsta markerna.

Istället använder vi värden utarbetade av (Holmen 1980), där resultatet efter bästa behandling (tillförsel av behövliga växtnäringsämnen) enligt de sex ståndortstyper som används för tall uppvisar en ökning av 3 m<sup>3</sup>sk/ha/år för de tre sämsta typerna, medan de tre bästa typerna uppvisar en ökning på 2 m<sup>3</sup>sk/ha/år. Vad tillförseln av behövliga växtnäringsämnen innebär framgår inte av studien; vi antar dock att kväve tillförs på de lägsta boniteterna. Överfört till dagens ståndortstyper och de modifieringar vi gjort av dessa erhålls då följande resultat:

Bättre ris - Sämre ris: 3 m<sup>3</sup>sk/ha/år

Högört - Högstarr: 2 m<sup>3</sup>sk/ha/år

Beroende på klimatläge skiftar gödslingseffekten märkbart för olika temperatursummor. Med temperatursumma menas här det sammanlagda värdet av dygnsmedeltemperaturen då denna överstiger 5 °C under vegetationsperioden. Sambandet häremellan fastställdes av (Heikurainen 1975). Den relativa tillväxten efter gödsling utfaller då enligt följande för de genomsnittliga temperatursummorna över de olika landsdelarna:

Norra Norrland: 35 %

Södra Norrland: 47 %

Svealand: 85 %

Götaland: 100 %

## RESULTAT

För enbart tall fick vi en förväntad produktion enligt följande för de olika landsdelarna:

Tabell 2a-d. Den förväntade årliga produktionen från dikning och gödsling för de olika regionerna. Högört är inte definierad som växtplats för tall, därför utelämnas dikningseffekten i dessa beräkningar.

*Table 2a-d. The expected yield per year of production from drainage and fertilization in the different regions. The best site type is not defined as locus for Scots pine, and the drainage effect is therefore omitted from these calculations.*

Tabell 2a/ *Table 2a* NorraNorrland (Temperatursumma = 800)

	Högört	Lågört	Blåbär-fräken	Högstarr	Bättre ris	Lågstarr	Sämre ris
<i>Areal torvmark (ha)</i>	46 000	183 000	217 000	608 000	274 000	1 066 000	146 000
<i>Produktions ökning efter dikning (m<sup>3</sup>sk/ha/år)</i>	-	2,3	1,8	1,5	1,2	0,9	0,01
<i>Produktions ökning efter gödsling (m<sup>3</sup>sk/ha/år)</i>	0,7	0,7	0,7	0,7	1,1	1,1	1,1
<i>Total produktions- ökning (m<sup>3</sup>sk/ha/år)</i>	0,7	3,0	2,5	2,2	2,3	2,0	1,1
<i>Total produktion (m<sup>3</sup>sk/år)</i>	32 200	550 600	531 900	1 318 200	637 600	2 080 200	162 250

*Total produktion med åtgärder: 5 312 950 m<sup>3</sup>sk/år.*

*Total produktion utan åtgärder: 530 250 m<sup>3</sup>sk/år*

Tabell 1b/Table 1b. Södra Norrland (Temperatursumma = 900)

	Högört	Lågört	Blåbär-fräken	Högstarr	Bättre ris	Lågstarr	Sämre ris
<i>Areal torvmark (ha)</i>	138 000	175 000	164 000	164 000	134 000	565 000	100 000
<i>Produktionsökning efter dikning (m<sup>3</sup>sk/ha/år)</i>	-	2,6	1,8	1,7	1,3	1,0	0,1
<i>Produktions ökning efter gödsling (m<sup>3</sup> sk/ha/år)</i>	0,9	0,9	0,9	0,9	1,4	1,4	1,4
<i>Total produktionsökning (m<sup>3</sup>sk/ha/år)</i>	0,9	3,6	2,8	2,6	2,7	2,4	1,5
<i>Total produktion (m<sup>3</sup>sk/år)</i>	129 720	627 800	456 160	428 260	358 840	1 338 150	153 400

*Total produktion med åtgärder: 3 492 330 m<sup>3</sup>sk/år*

*Total produktion utan åtgärder: 495 800 m<sup>3</sup>sk/år*

Tabell 1c/Table 1c. Svealand (Temperatursumma = 1200)

	Högört	Lågört	Blåbär-fräk	Högstarr	Bättre ris	Lågstarr	Sämre ris
<i>Areal torvmark (ha)</i>	52 000	136 000	166 000	129 000	125 000	362 000	113 000
<i>Produktions- ökning efter dikning (m<sup>3</sup>sk/ha/år)</i>	-	3,0	1,6	2,6	1,9	1,8	0,1
<i>Produktions- ökning efter gödsling (m<sup>3</sup>sk/ha/år)</i>	1,7	1,7	1,7	1,7	2,6	2,6	2,6
<i>Total produktionsökning (m<sup>3</sup>sk/ha/år)</i>	1,7	4,7	3,3	4,3	4,5	4,3	2,7
<i>Total produktion (m<sup>3</sup>sk/år)</i>	88 400	635 100	551 800	558 600	557 950	1 566 400	302 050

*Total produktion med åtgärder: 4 260 300 m<sup>3</sup>sk/år*

*Total produktion utan åtgärder: 1 136 700 m<sup>3</sup>sk/år*

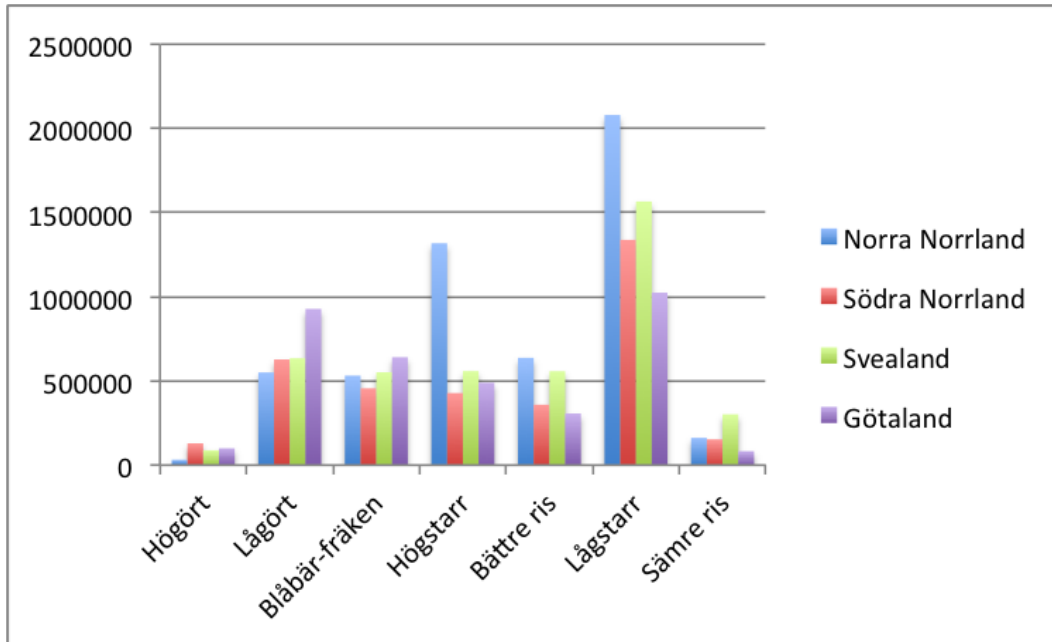
Tabell 1d/Table 1d. Götaland (Temperatursumma = 1400)

	Högört	Lågört	Blåbär- fräken	Högstarr	Bättre ris	Lågstarr	Sämre ris
<i>Areal torvmark</i> (ha)	50 000	222 000	202 000	104 000	75 000	225 000	26 000
<i>Produktions- ökning</i> - <i>efter dikning</i> (m <sup>3</sup> sk/ha/år)	-	2,2	1,2	2,7	1,1	1,6	0,2
<i>Produktions- ökning</i> 2 <i>efter gödsling</i> (m <sup>3</sup> sk/ha/år)	2	2	2	2	3	3	3
<i>Total produktions- ökning</i> (m <sup>3</sup> sk/ha/år)	2	4,2	3,2	4,7	4,1	4,6	3,2
<i>Total produktion</i> (m <sup>3</sup> sk/år)	100 000	928 200	641 300	489 900	306 900	1 024 600	82 950

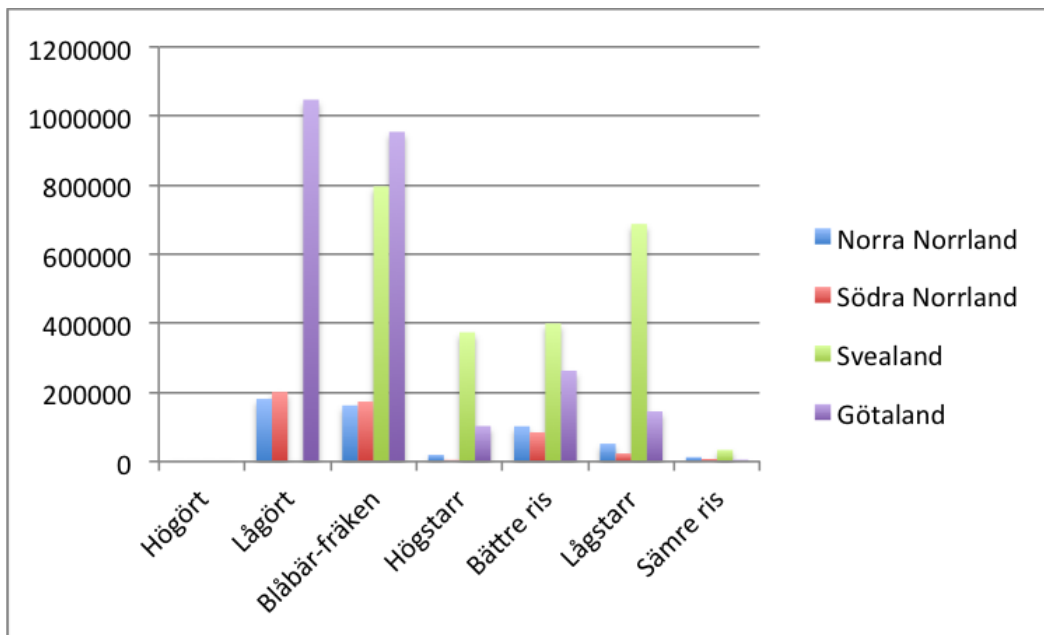
*Total produktion med åtgärder: 3 573 850 m<sup>3</sup>sk/år*

*Total produktion utan åtgärder: 2 518 950 m<sup>3</sup>sk/år*

Allt sammantaget gav dikning tillsammans med gödsling av tall en total produktion på 16 639 430 m<sup>3</sup>sk/år över hela landet. Utan dessa åtgärder hade produktionen uppgått till 4 681 700 m<sup>3</sup>sk/år. Dikning och gödsling åstadkommer tillsammans en produktion som är cirka 3,5 gånger så stor som dagens. Tillväxten fördelar sig mycket olika på de olika ståndortstyperna vid en jämförelse mellan den årliga produktionen med och utan åtgärder (Figur 3 och 4). Ett  $\chi^2$ -test som jämför produktionen med respektive utan behandling ger ett P-värde på 0, vilket bekräftar att dikning och gödsling gav effekt på torvmarken.



Figur 3. Den årliga produktionen hos ståndortstyperna i de olika regionerna efter dikning och gödsling.  
 Figure 3. The yield per year of production on the different site types in the four regions with drainage and fertilization.



Figur 4. Den årliga produktionen hos ståndortstyperna i de olika regionerna utan åtgärder.  
 Figure 4. The yield per year of production on the different site types in the four regions without management.

## DISKUSSION

### Resultat

Syftet med denna uppsats var alltså att undersöka om en produktionsökning av tall är möjlig på torvmark, och hur stor den i så fall förväntas bli, genom att i högre utsträckning än tidigare använda sig av dikning och gödsling. Av resultatet framgår att en mycket högre produktion är att vänta efter bästa möjliga diknings- och gödslingsbehandling; ökningen blir hela 3,5 gånger så stor. Till denna ökning bidrar både dikning och gödsling med ungefär lika mycket. Att en höjning av produktionen skulle ske var ganska förutsägbart, att den skulle bli så stor var mindre väntat. Vad detta beror på finns det många förklaringar till, eftersom så många faktorer samspelar. Ser man på de olika landsdelarna är det klart att den absolut största totala produktionsökningen sker i Norra Norrland, där också de största arealerna torvmark finns. Det är alltså snarare arealen än de produktionshöjande åtgärderna i sig som förklarar varför denna stora höjning av produktionen sker här. Rör man sig nedåt i landet stiger temperatursumman, och effekten från både dikning och gödsling blir större, men arealen torvmark blir också mindre. I Götaland ligger ökningen på 44 %, en visserligen stor ökning, men i sammanhanget ganska oansenlig.

Det är dock inte troligt att man använder dessa båda behandlingsmetoder på hela den beräknade arealen. I ett mer realistiskt scenario undantas ståndortstyperna Högörtstyp, Högstarttyp och Sämre ristyp, och produktionen uppgår då till 12 793 500 m<sup>3</sup>sk/år, vilket motsvarar 77 % av produktionen för samtliga ståndortstyper.

Man bör beakta att vi i denna rapport enbart fokuserat på tall, delvis för att förenkla beräkningarna. Skulle vi även tagit hänsyn till gran skulle resultatet förmodligen sett något annorlunda ut.

### Naturvärden

Något som inte sällan kommer i konflikt med beslut om att dika torvmark är naturvärden. För att nämna några exempel kan det vara bevarandet av särskilda biotoper, bevarande av vissa arter, bevarande av naturtyper, resonemang om huruvida produktionsresultatet är värt förlusten av arter i och kring torvmarken, m.m. Torvmarker som oftast hamnar i konflikt är de som hyser ovanliga eller hotade arter eller där sådana arter är beroende av torvmarken. Sådana torvmarker brukar oftast vara av ståndortstyperna Högörtstyp eller Lågörtstyp. Det kan också vara så att själva marktypen är ovanlig eller typisk för området, landsdelen etc. Ett exempel på det kan vara Högstartypen som är tämligen ovanlig jämfört med de andra ståndortstyperna. I diskussioner rörande om det är värt att dika för skogsproduktion mot förlusten av arter i och kring torvmarken brukar det oftast röra sig om ståndortstyper med sämre näringsförhållanden, exempelvis sämre ristypen. Av dessa anledningar är det inte troligt att marktyperna här blir aktuella för ett ökat nyttjande av torvmarker.

## **Klimatpåverkan**

Skogsbrukets klimatpåverkan är en viktig fråga som måste beaktas i händelse av ett utökat nyttjande av Sveriges torvmarker. I samband med dikning av torvmarker förändras markens gasutbyte med atmosfären som beskrivits ovan. Denna förändring som totalt sett ger ett större utsläpp av växthusgaser än vad odikad torvmark ger måste beaktas eftersom skogsbruket inte får frigöra växthusgaser i för stor utsträckning. Förutom att växthusgaser frigörs från torv under nedbrytning, som är följden av dikning, så måste det dock nämnas att den skog man försöker anlägga på torvmarken i framtiden kommer att binda upp växthusgasen koldioxid (CO<sub>2</sub>) vilket då minskar effekten av växthusgaser från den dikade torvmarken.

## **Felkällor och svagheter**

### **Med en metadataundersökning**

Eftersom detta arbete helt är baserat på metadata så ökar också risken för fel jämfört med om arbetet hade baserat sig på egna undersökningar. De eventuella fel och/eller svagheter som finns där materialet är hämtat riskerar att följa med till den här studien. Svårigheten med att avgöra vilka värden och uppgifter som är i original eller avrundade ökar också risken för “avrundningar av avrundningar” vilket snabbt ökar osäkerheten då resultat presenteras.

Ökad osäkerhet kan också uppstå i det faktum att data är hämtad från många olika källor, vilket resulterat i att vi tvingats anpassa en del uppgifter för att kunna använda dem tillsammans.

### **Vid arealberäkningar**

En svaghet med bestämningen av arealen torvmark och torvtäckta marker idag är att det saknas precisa uppgifter i frågan. Detta beror av främst två anledningar. 1) Det råder viss oenighet om vad som ska inkluderas som torvmark eller torvtäckta marker. Uppgifterna varierar därmed beroende på vad personen bakom inventeringen eller studien har för åsikt i frågan. 2) Inventeringsmodeller/anvisningar för torvtäckta marker har till stor del varierat med tiden. I den här studien har torvtäckta marker som ej uppfyller kravet för att räknas som torvmarker undantagits för att underlätta framtagningen av tillgängliga arealer samt valet av åtgärder på dessa.

En annan svaghet i samband med bestämningen av tillgänglig areal som inte beaktas i den här undersökningen är att det inte har tagits någon hänsyn till om marken är tillgänglig eller tillåten för dikning. Det har inte beaktats om marken är skyddad på något sätt, exempelvis av naturreservat eller liknande. Det har inte heller tagits någon hänsyn till ägarformen på inkluderade marker.

### **Lagar**

Ingen hänsyn har heller tagits till om det vore möjligt att genomföra åtgärderna ur en laglig synvinkel. Allt sedan 1986 krävs nämligen tillstånd från länsstyrelsen för att få utföra



skogsdikning i markavvattnande syfte. Detta har lett till att det praktiskt taget råder ett principiellt förbud mot dikning för markavvattning i södra Sverige. Dispens kan dock erhållas från länsstyrelsen, om särskilda skäl finns. Detta gör att genomförandet av de i studien nödvändiga åtgärderna idag är praktiskt taget omöjligt i södra Sverige.

#### **Vid dikningsberäkningar**

Den grova uppskattningen av temperatursumman som här använts kan göras betydligt säkrare; framförallt om man använder sig av en finare arealindelning än vad som har använts i denna studie.

#### **Vid gödslingsberäkningar**

De värden som ligger till grund för gödslingseffekten kan anses vara något osäkra, eftersom de endast avser ökning efter "bästa behandling". Vad en sådan behandling går ut på konkret utesluts i materialet, och att tillföra kväve på de tre sämsta ståndortstyperna var endast ett antagande från vår sida. Dessutom skiljer sig förmodligen den reella ökningen mot den här redovisade; det är nog inte alltid som gödslingseffekten sker enligt bästa utfall. Att en produktionsökning sker efter gödslingsbehandling är dock klar, men i så fall förmodligen med lägre siffror.

#### **Slutsatser**

Resultatet av vår studie tyder på att en markant produktionsökning kan erhållas vid bästa tänkbara dränerings- och gödslingsbehandling av torvmark, utan hänsyn till natur- eller klimatkonsekvenser. Störst ökning är att vänta i Norra Norrland, främst tack vare de stora arealer torvmark som hyses där. I realiteten är det dock inte troligt att produktionen uppgår till de höga siffror som här redovisats.

## REFERENSER

- Almberger, P.; Salomonsson, L-Å 1979. *Domänverkets gödslingsförsök på torvmarker*, Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift, Häfte 5-6.
- Braekke F.H. 1983. *Water table levels at different drainage intensities on deep peat in Northern Norway*. Forest Ecology and Management 1983, 5(3):169-192
- Färdmo, P. 1979. *Gödslingsreaktion hos tall på dikad torvmark*, Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift, Häfte 2.
- Heikurainen, L. 1973. *A method for calculation of the suitability of peatlands for forest drainage*. Acta For. Fenn. 131: 1-35
- Heikurainen, L. 1975. *The differences between the climatic conditions for forest growth in Finland*. Economic Review (4): 14-19
- Holmen, H. 1980. Produktionsförutsättningar, klassificering och arealtillgång. I: Holmen, H. m. fl.: Skogsproduktion på våtmark. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Redogörelse nr 3, 12-25.
- Hånell, B. 1985. *Skogliga våtmarker – en resurs för ökad skogsproduktion*. SLU. Skogsfakta nr 8.
- Hånell, B. 1988. *Postdrainage forest productivity of peatlands in Sweden*. Can. J. For. Res. 18: 1443-1456
- Hånell, B. 1990. *Torvtäckta marker, dikning och sumpskogar i Sverige*. Skogsfakta nr 22. Sveriges lantbruksuniversitet, 6 ss.
- Hånell, B. 2004. *Arealer för skogsgödsling med träaska och torvaska på organogena jordar i Sverige. The potential of utilizing wood ash and peat ash on organic soils in Sweden*. Värmeforsk Service AB. Q4-213. ISSN 0282-3772
- Hånell, B. 2008. *Handledning i Bonitering*. Del 4 Torvmark. Praktiska anvisningar. Skogsstyrelsen. 16 ss.
- Hånell, B. 2009. *Möjlighet till höjning av skogsproduktionen i Sverige genom dikesrensning, dikning och gödsling av torvmarker*. In: Fahlvik, N., Johansson, U., Nilsson, U. (eds.). Skogsskötsel för ökad tillväxt. Faktaunderlag till MINT-utredningen. SLU, Rapport. ISBN 978-91-86197-43-8. Bilaga 4:1-28.
- Joosten, H. & Clarke, D. (2002). Wise use of mires and peatlands. International mire conservation group, 2002.

Lappalainen, E. 1996. (Ed.) Global peat resources. Vol. 4. Jyskä: International Peat Society, 1996.

Lundin, L. 2007. *Temperatursumma*. MarkInfo, Institutionen för mark och miljö. Sveriges Lantbruksuniversitet.

Magnusson, T. 2009. *Dikning och klimatpåverkan*. Skogsskötselserien nr 13, Skogsbruk, mark och vatten, 65-67. Skogsstyrelsen, Jönköping

Magnusson, T.; Hånell, B. 1996. *Aska till skog på torvmark*, 16. NUTEK. Ramprogram Askåterföring 1996 (1996): 85.

Möller, G. 1980. Gödsling och tillväxteffekter. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Redogörelse nr 3.

Päivänen, J.; Hånell, B. 2012. *Peatland Ecology and Forestry – a Sound Approach*. Department of Forest Ecology, University of Helsinki, 2012.

Sundström, E.; Holmen, H. 1990. *Skogsodlingsförsök med olika dikesavstånd och gödselgivor på kal myr, Del 2: Myckelmossen, Västmanland*. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skoglig ståndortslära, Umeå 1990.

## Bilaga 1

För beräkning av tillväxt användes en studie gjord av (Färdmo 1979) Materialet i studien bestod av data från ett gödslingsförsök utfört på tall (*Pinus sylvestris*) i mellersta Norrland, där de undersökta områdena låg på en för skogsdikning ganska hög höjd (355-425 m.ö.h.). De flesta av de undersökta träden växte på en ogynnsam typ av torvmark med djup och låghumifierad torv och med en växtgrupp som representerade den lägsta dikningsboniteten. Man kan alltså anta större gödslingsreaktioner om samma behandling utförs på torvmarker av gynnsammare karaktär.

All gödning utfördes 1957, medan dikningen utfördes 1912 resp. 1951-55. För träd på de sent dikade parcellerna förelåg utöver gödningseffekten en samverkande dikningseffekt.

Parvisa linjära regressioner mellan diametertillväxterna och rådande diameter räknades ut för alla gödslade och ogödslade provträd och dessa jämfördes, uttryckta i relativa tal. Med hänsyn tagen till dikning visade det sig att skillnaden i relativ diametertillväxt var 32 % på de 1912 dikade parcellerna under en period av 17 år.

De undersökta parcellerna utsattes även för olika givor och slag av gödselmedel i form av olika försöksled. Bäst resultat erhöles av gödselmedel "NPK Köping 13-11-13", vars giva bestod av 80 kg N/ha, 30 kg P/ha och 65 kg K/ha.

Vi bör för beräkningens skull förmoda att varje träd i utgångsläget har samma grundyta och därmed samma diameter genom hela beståndet. I studien varierar medeldiametern för de olika parcellerna mellan 10,6 och 14,7 cm, alltså antas ett medelvärde på 12,7 cm innan själva gödslingsingreppet.

För beräkning av volymen och den ökning som kan förväntas användes Tor Jonssons förrådstabell med formklassen 0,60. Volymen här är i sin tur beroende av beståndets medelhöjd och brösthöjdsgrundyta. Grundytan på parcellerna i studien varierar mellan 3,6 och 15,4 m<sup>2</sup>/ha; vi antar ett medelvärde på 9,5 m<sup>2</sup>/ha.

Enligt en studie gjord av (Sundström och Holmen (1990), utförd på likartad torvmark på Myckelmossen i Västmanland, har beståndshöjdens utveckling vid högsta gödselgiva stämt väl överens med höjduitvecklingen för tall på fastmark med ståndortsindex T24, medan icke gödslad mark uppvisar ståndortsindex mellan T16 och T20. Vi förutsätter här ett snitt på T18 för ej gödslad mark.

Det genomsnittliga stamantalet beräknas genom:

$$N = (4G) / (d_{gm}^2 \cdot n) = (4 \times 9,5) / (0,127^2 \times n) = 750 \text{ stammar/ha}$$

där  $d_{gm}$  betecknar grundytamedelstammens diameter i meter.

Efter omstrukturering av formeln ovan fås grundytan genom:

$$G = (Nd_{gm}^2 \cdot n) / 4$$

Vid gödslingstillfället har beståndet uppnått en ålder av 45 år sedan dikning, detta motsvarar en övre höjd på 11,8 m och virkesförrådet uppgår till 56 m<sup>3</sup>sk/ha.

Lägger vi till de 17 år diametertillväxten skedde i Färdmos studie har beståndet nått en ålder av 62 år. Det innebär en övre höjd av 14,2 m för ogödslade träd. Hade beståndet varit en T24:a under den totala tidsperioden hade det nått en övre höjd på 20,0 m. För gödslade träd i detta fall är det istället så att de under 73 % av tiden är en T18, resterande tid en T24. En grov uppskattning av vad övre höjden kan tänkas bli för gödslade träd fås genom att ta genomsnittlig höjdtillväxt per år för de olika ståndortsindexen multiplicerat med motsvarande tidsperiod; detta ger en övre höjd på 15,8 m för gödslade träd.

De ogödslade träden har efter 62 år i diameterklassen 10-15 cm fått en medeldiameter på 16,4 cm, vilket ger en grundyta på 15,8 m<sup>2</sup>/ha, och virkesförrådet uppgår till 102 m<sup>3</sup>sk/ha. Gödslade träd ger en grundyta på 27,6 m<sup>2</sup>/ha och ett virkesförråd på 201 m<sup>3</sup>sk/ha. Detta ger en total produktionsökning av 1,6 m<sup>3</sup>sk/ha/år vid gödsling.

## Bilaga 2.

### III. Bestämning av dikningsbonitet

Använd boniteringsschemat! Läs av boniteten för bestämd typ och temperatursumma.

Ursprunglig ståndortstyp	Temperatursumma, dygngrader											
	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	
	Dikningsbonitet, m <sup>3</sup> sk/ha/år											
<b>Högört</b>												
Gran+löv	3,2	4,2	5,2	6,3	7,4	8,4	9,3	10,2	10,8	11,2	11,4	
<b>Lågört</b>												
Gran+löv	2,9	3,9	4,8	5,7	6,7	7,7	8,7	9,5	9,9	10,2	10,3	
Tall+gran+löv	2,4	2,8	3,3	3,8	4,4	4,9	5,6	6,3	6,9	7,3	7,5	
<b>Blåbär-fräken</b>												
Gran+löv	2,6	3,3	4,1	4,9	5,8	6,7	7,6	8,4	8,9	9,2	9,4	
Tall	1,8	2,1	2,5	2,9	3,6	4,2	4,8	5,4	5,9	6,4	6,8	
<b>Högstarr</b>												
Tall+gran+löv	2,0	2,3	2,6	3,1	3,7	4,3	4,8	5,4	5,9	6,2	6,3	
Tall	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0	2,4	2,9	3,4	3,7	3,8	3,9	
<b>Lingon-odon- skvattram</b>												
Tall+gran+löv	1,7	1,9	2,3	2,7	3,2	3,8	4,4	4,8	5,2	5,3	5,4	
Tall	1,5	1,7	2,0	2,4	2,9	3,4	3,9	4,3	4,6	4,7	4,8	
<b>Klotstarr</b>												
Tall+gran+löv	1,2	1,5	1,7	1,9	2,2	2,6	3,1	–	–	–	–	
Tall	0,9	1,1	1,2	1,4	1,6	2,0	2,6	–	–	–	–	
<b>Lågstarr</b>												
Tall+gran+löv	0,9	1,1	1,2	1,4	1,6	1,9	2,3	2,7	3,1	3,3	3,5	
Tall	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,9	2,2	2,5	2,8	3,0	
<b>Rosling-tranbär</b>												
Tall	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	

Med dikningsbonitet avses markens skogliga produktionsförmåga efter dikning.

### Bilaga 3. Arealfördelning av torvmarker i Sverige.

#### Norra Norrland (1000 ha)

Torvmar ksklasser	Högört	Lågört	Blåbär-fr äken	Högstarr	Bättre ris	Lågstarr	Sämre ris	Summa
Dikad torvark								
Skogsma rk	3	49	48	5	40	12	10	167
Myr	2	25	10	22	32	70	23	184
Odikad torvmar k								
Skogsma rk	6	24	75	3	37	15	9	169
Myr	32	85	84	578	165	969	104	2017
								2537

#### Södra Norrland (1000 ha)

Torvmar ksklasser	Högört	Lågört	Blåbär-fr äken	Högstarr	Bättre ris	Lågstarr	Sämre ris	Summa
Dikad torvark								
Skogsma rk	34	41	34	1	24	2	3	139
Myr	0	15	6	3	8	32	11	75
Odikad torvmark								
Skogsma rk	47	48	80	3	39	11	10	238
Myr	57	71	44	157	63	520	76	988
								1440

**Svealand (1000 ha)**

Torvmar ksklasser	Högört	Lågört	Blåbär-fr äken	Högstarr	Bättre ris	Lågstarr	Sämre ris	Summa
<b>Dikad torvark</b>								
<b>Skogsma rk</b>	30	43	48	3	15	4	4	147
<b>Myr</b>	2	5	0	8	10	15	12	52
<b>Odikad torvmark</b>								
<b>Skogsma rk</b>	15	44	106	13	49	21	18	266
<b>Myr</b>	5	44	12	105	51	322	79	618
								1083

**Götaland (1000 ha)**

Torvmar ksklasser	Högört	Lågört	Blåbär-fr äken	Högstarr	Bättre ris	Lågstarr	Sämre ris	Summa
<b>Dikad torvark</b>								
<b>Skogsma rk</b>	37	115	87	12	25	16	1	293
<b>Myr</b>	0	9	1	7	1	13	8	39
<b>Odikad torvmark</b>								
<b>Skogsma rk</b>	11	64	113	22	41	61	3	315
<b>Myr</b>	2	34	1	63	8	135	14	257
								904