

RAPPORT

25 • 2008

Skogliga konsekvensanalyser 2008

-SKA-VB 08



© Skogsstyrelsen december 2008

Författare

Se bilaga 2

Projektledare

Svante Claesson

Projektgrupp

Se bilaga 1

Upplaga

Endast som pdf-fil

ISSN 1100-0295

BEST NR 1812

Skogsstyrelsens förlag
551 83 Jönköping

Innehåll

Förord	1
Sammanfattning	3
Bakgrund	3
Beräkningsförutsättningar	3
Scenarier och effektanalyser	4
Huvudresultat	5
1 Bakgrund	8
1.1 Bakgrund	8
1.2 Uppdrag	9
1.3 Uppdragets genomförande	9
1.4 Tidigare undersökningar	10
2 Förutsättningar	14
2.1 Allmänna förutsättningar	14
2.1.1 Förklaring av använda begrepp	15
2.1.2 Geografisk indelning, markanvändnings- och markägarklasser	17
2.1.3 Skogstillståndet 2002-2006	18
2.1.4 Hugin-systemet	19
2.1.5 Genomförda förändringar i Hugin-systemet	22
2.1.6 BM-win	27
2.2 Potentiell avverkning	28
2.3 Hugin – Jämförelse av tillväxt med olika utgångsmaterial	29
2.4 Beskrivning av nationella scenarier	30
2.4.1 Referens	31
2.4.2 Miljö	40
2.4.3 Produktion	43
2.4.4 Miljö + Produktion	47
2.5 Beskrivning av effektanalyser	47
2.5.1 Klimat	48
2.5.2 Förädling	48
2.5.3 Målförslag	48
2.5.4 Åkermark	50
2.5.5 Behovsanpassad gödsling	52
2.5.6 Ökad avverkning	53
2.5.7 Bortprioriterade effektanalyser	53
2.6 Potentialer av skogsbränslen	54
2.6.1 Generellt	54
2.6.2 Nivåer för ekologiska och tekniska restriktioner	54
3 Resultat	56
3.1 Klimatets och förädlingens inverkan på tillväxten	56
3.1.1 Klimat	56
3.1.2 Förädling	58
3.2 Scenariot Referens	59

3.2.1 Sambandet mellan potentiell avverkning, tillväxt, naturlig avgång och virkesförråd	60
3.2.2 Tillväxt	62
3.2.3 Skogstillstånd	63
3.2.4 Potentiell avverkning	67
3.2.5 Miljöförhållanden	73
3.3 Scenariot Miljö	77
3.3.1 Sambandet mellan potentiell avverkning, tillväxt, naturlig avgång och virkesförråd	78
3.3.2 Tillväxt	80
3.3.3 Skogstillstånd	81
3.3.4 Potentiell avverkning	82
3.3.5 Miljöförhållanden	83
3.4 Scenariot Produktion	86
3.4.1 Sambandet mellan potentiell avverkning, tillväxt, naturlig avgång och virkesförråd	86
3.4.2 Tillväxt	88
3.4.3 Skogstillstånd	88
3.4.4 Potentiell avverkning	90
3.4.5 Miljöförhållanden	92
3.5 Scenariot Miljö + Produktion	93
3.5.1 Sambandet mellan potentiell avverkning, tillväxt, naturlig avgång och virkesförråd	93
3.5.2 Tillväxt	95
3.5.3 Skogstillstånd	95
3.5.4 Potentiell avverkning	95
3.5.5 Miljöförhållanden	96
3.6 Effekter av Miljömålsrådets förslag till nya delmål 2010-2020	97
3.7 Effekter av produktionshöjande åtgärder	97
3.7.1 Åkermark	97
3.7.2 Behovsanpassad gödsling	100
3.8 Effekter på längre sikt av en ökad avverkning närmsta 20 åren	102
3.9 Potentialer av skogsbränslen	105
3.10 Hugin – Jämförelse av tillväxt med olika utgångsmaterial	110
4 Jämförelse mellan scenarier och utveckling fram till idag	112
4.1 Tillväxt	112
4.2 Potentiell avverkning	113
4.3 Virkes- och kolförråd	115
4.4 Miljöförhållanden	116
5 Diskussion	120
5.1 Osäkerhet i beräkningarna och modellrestriktioner	120
5.2 Val och utformning av scenarierna	124
5.3 Jämförelse med tidigare studier	125
6 Slutsatser	128
6.1 Övergripande slutsatser	128
6.2 Effekter av olika miljöambitioner	131
6.3 Effekter av produktionshöjande åtgärder	132
6.4 Skogsbränslen och klimat	134

6.5 Sårbarhet	135
6.6 Behov av fortsatt arbete	136
Litteratur/källförteckning	137
Bilagor	142
Bilaga 1. Projektmedverkande	142
Bilaga 2. Författare	144
Bilaga 3. Kartor	145

Förord

Hållbar utveckling är ett övergripande mål inom EU och ett övergripande mål för den svenska regeringens politik, inskrivet i regeringsformen sedan 2003. Hållbar utveckling innebär bl.a. att alla politiska beslut skall utformas på ett sätt som balanserat beaktar de ekonomiska, miljömässiga och sociala konsekvenserna i ett längre tidsperspektiv.

Inom skogssektorn finns en lång tradition att studera hållbarhet med hjälp av skogliga konsekvensanalyser (SKA) och virkesbalanser (VB). Skogliga konsekvensanalyser genomförs för att strategiskt studera konsekvenser av olika scenarier i avvägningen mellan produktion respektive miljö och andra intressen. I virkesbalanserna analyseras och jämförs faktisk avverkning, virkestillförsel, virkesanvändning och potentiell avverkning. På senare år har också skogarnas möjliga bidrag till energi- och klimatpolitik blivit allt mer aktuella.

Skogsstyrelsen fick regeringens uppdrag att, efter samråd med berörda myndigheter, skogsnäring, energisektor och andra intressenter, analysera den nuvarande och förväntade framtida virkesbalansen i olika delar av landet. Analysen ska möjliggöra efterföljande djupare analyser av ekonomiska, ekologiska och sociala konsekvenser och värdering av olika scenariers hållbarhet inklusive sårbarhet. Vidare ska arbetet resultera i underlag för skogsbrukets strategiska övervägande och beslut om skötsel och nyttjande av skogsresurserna.

Uppdraget har utförts i form av projektet SKA-VB 08, Skogliga konsekvensanalyser och virkesbalanser 2008.

De skogliga konsekvensanalyserna, som avrapporteras i form av en rapport, är genomförda i nära samarbete med Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU. Rapporten ingår i Skogsstyrelsens rapportserie där författarna står för innehållet. Detta innebär att rapporten inte i alla dess delar nödvändigtvis beskriver Skogsstyrelsens officiella syn. Skogsbränsle- och rundvirkesbalanserna har genomförts av Skogsstyrelsen och avrapporteras som ett meddelande från Skogsstyrelsen och innehåller därmed ställningstaganden från myndigheten.

Studien av potentialer av skogsbränslen m.m. har i hög grad finansierats av Energimyndigheten och kommer att avrapporteras utförligare i en separat rapport under första halvåret 2009. Experter från myndigheten har aktivt medverkat i framtagandet av underlag och analyser. Energimyndigheten har dock inte tagit ställning till Skogsstyrelsens slutsatser.

Projektledare har varit Svante Claesson vid Skogsstyrelsen. Projektet har utöver SLU och Energimyndigheten även samarbetat med ett flertal andra organisationer. Dialog och förankringsarbete har varit mycket betydelsefullt för projektet. Detta har främst skett genom den externa referensgruppen och genom styrgruppen. Ett varmt tack riktas till alla medarbetare och andra involverade för stora arbetsinsatser och värdefulla bidrag.

Det är min förhoppning att resultaten kommer till god nytta vid fortsatta djupare analyser av hållbarhet liksom för olika organisationer vid strategiska överväganden och beslut.

Jönköping i december 2008

Lena Häll Eriksson
Generaldirektör
Skogsstyrelsen

Sammanfattning

Bakgrund

Skogsstyrelsen fick i regleringsbrevet för år 2007 i uppdrag att ”.. efter samråd med berörda myndigheter, skogsnäring, energisektor och andra intressenter, analysera den nuvarande och förväntade framtida virkesbalansen i olika delar av landet. Analysen ska möjliggöra efterföljande djupare analyser av ekonomiska, ekologiska och sociala konsekvenser och värdering av olika scenariers hållbarhet inklusive sårbarhet.”

Med anledning av detta har Skogsstyrelsen genomfört projektet SKA-VB 08 (Skogliga konsekvensanalyser och virkesbalanser 2008). Projektet har genomförts i två delar. SKA som syftar till att beräkna scenarier med olika intensitet i skogens skötsel, ambitioner i miljövårdsarbetet och ett förändrat klimat. VB där den nuvarande och framtida förväntade skogsbränsle- och virkesbalansen analyseras. Scenarieanalyserna i SKA ger underlag till skogsbränslebalanserna i form av potenti-aler av rundvirke och skogsbränsle.

De skogliga konsekvensanalyserna, som redovisas i denna rapport, är genomförda i samarbete med SLU, medan skogsbränsle- och virkesbalanserna har genomförts av Skogsstyrelsen. Skogsbränsle- och virkesbalanserna avrapporteras som ett meddelande från Skogsstyrelsens (Skogsstyrelsen 2008).

Beräkningsförutsättningar

Dessa scenarieanalyser är beräknade i Hugin-systemet. Hugin är ett programpaket innehållande ett stort antal simuleringsmodeller, med vilket det är möjligt att skriva fram ett skogstillstånd. Hugin ger utöver ett nytt skogstillstånd även skattningar av den potentiella avverkningen. Framskrivningen av scenarierna i SKA-VB 08 utgår från skogstillståndet 2004, beskrivet av Riksskogstaxeringens provytor från 2002-2006. Beräkningarna avser all produktiv skogsmark, i dess nya betydelse (Anon 2007b), dvs. även produktiv skogsmark inom formella skydd (nationalparker, naturreservat m.m.). Scenarierna är beräknade för perioden 2010-2109.

En komponent med beskogning av tidigare åkermark är inte beräknad i Hugin utan i systemet BM-win.

För att kunna genomföra dessa scenarieanalyser har en del kompletteringar gjorts i Hugin-systemet. De viktigaste förändringarna är att Hugin kompletterats med modeller för att simulera den tillväxthöjande effekten av ett förändrat klimat, av behovsanpassad gödsling samt användning av förädlad skogsodlingsmaterial.

För att kunna utforma scenarierna har ett antal datakällor använts för att beskriva nuvarande skogskötsel, miljöhänsyn vid föryngringsavverkning, formella avsättningar (nationalparker, naturreservat, biotopskydd och naturvårdsavtal), framför allt Riksskogstaxeringen och Skogsstyrelsens Polytax-inventering. Framtida naturvårdsavsättningars storlek och geografiska fördelning är baserade på Miljö-

målsrådets fördjupade utvärdering av Miljökvalitetsmålen (Naturvårdsverket 2008), den nationella strategin för formellt skydd av skog (Naturvårdsverket & Skogsstyrelsen 2005) och frekvensanalysen av Skyddsvärd natur (Naturvårdsverket 2005).

Scenarierna är beräknade för län, i fem fall delar av län, samt ägarkategorierna enskilda ägare och övriga ägare. Vid beräkningarna har även tre stycken markanvändningsklasser särskilts, formella skydd (benämnd Reservat), övrig mark avsatt för miljöändamål dvs. frivilliga avsättningar och hänsynsytor som lämnas vid föryngringsavverkning (benämnd Hänsynsmark) och övrig produktiv skogsmark (benämnd Virkesproduktionsmark).

Scenarier och effektanalyser

Totalt har fyra nationella scenarier och sex effektanalyser beräknats. De fyra nationella scenarierna är utformade för att studera den sammanlagda effekten av en stor mängd olika åtgärder. Effektanalyserna är å andra sidan utformade för att belysa effekten av en eller några enskilda åtgärder. Ambitionen vid utformningen av de nationella scenarierna har varit att skapa en stor spännvidd i förutsättningar för att på så vis belysa bredden i en möjlig framtida utveckling.

Vid utformningen av scenarierna och effektanalyserna har intryck tagits från framför allt två politiska processer, regeringens skogsproposition (Anon 2007b) och Miljömålsrådets fördjupade utvärdering av miljömålen (Naturvårdsverket 2008). När det gäller Levande skogar konstaterar Miljömålsrådet att det är mycket svårt eller inte möjligt att nå miljökvalitetsmålet till mååret 2020. Man förslår vidare nya delmål och åtgärder till 2020 men säger samtidigt att de inte räcker för att nå miljökvalitetsmålet, utan det kommer krävas ytterligare åtgärder.

De fyra nationella scenarierna speglar olika ambitionsnivåer i framtida skogsskötsel och miljömålsarbete. De fyra nationella scenarierna är:

- Referens – beskriver utvecklingen förutsatt nuvarande ambitioner i skogsskötseln, beslutad miljöpolitik till år 2010 och en förändring av klimatet. Med beslutad miljöpolitik menas att scenariot förutsätter att delmål 1 under miljökvalitetsmålet Levande skogar kommer att bli uppfyllt.

De tre övriga scenarier utgår från scenariot Referens. Antingen har miljöambitioner, skogsskötselambitioner eller båda ökats i förhållande till scenariot Referens.

- Miljö – belyser utvecklingen förutsatt ökade miljöambitioner. Miljöambitioner är höjda till en nivå som bedömts kunna leda till att man kan uppfylla de övergripande miljökvalitetsmålen, framför allt Levande skogar. Det här innebär att scenariot har högre miljöambitioner än Miljömålsrådets förslag till delmål till 2020. Ambitioner i skogsskötsel är på samma nivå som i Referens
- Produktion - belyser potentialen för och effekterna av en ökad virkesproduktion givet rimliga men höga investeringsnivåer i skogsbruket.

- Miljö + Produktion - belyser utvecklingen förutsatt både ökade miljöambitioner och rimliga men höga investeringsnivåer i skogsbruket för att öka produktionen. Scenariot innebär en sammanslagning av förutsättningarna för scenarierna Miljö och Produktion.

Alla nationella scenarierna inkluderar en ökad tillväxt till följd av ett förändrat klimat. Dock förväntas även ett förändrat klimat ge upphov till ökade skador i skogen. Effekten av dessa ökade skador ingår dock inte i de nationella scenarierna.

Alla effektanalyser utgår från scenariot Referens. Antingen har en faktor lagts till eller dragits ifrån från förutsättningarna i Referens. De sex effektanalyserna är:

- Klimat – syftar till att kvantifiera den tillväxthöjande effekt orsakad av klimatförändringar som finns med i de fyra nationella scenarierna.
- Förädling – syftar till att kvantifiera den tillväxthöjande effekt orsakad av användning av förädlad material som finns med i de fyra nationella scenarierna.
- Målförslag – syftar till att beskriva effekterna av de förslag till nya delmål som Miljömålsrådet tagit fram i den fördjupade utvärderingen av miljö kvalitetsmålen och som berör skog, framför allt inom Levande skogar.
- Åkermark – syftar till att kvantifiera och särskilja effekten av den omställning av åkermark till skogsmark som finns med i scenarierna Produktion och Miljö + Produktion.
- Behovsanpassad gödsling – syftar till att kvantifiera och särskilja effekten av de arealer med behovsanpassad gödsling som ingår i scenarierna Produktion och Miljö + Produktion.
- Ökad avverkning – syftar till att belysa effekterna på 30-100 års sikt av en avverkning som är högre de första ca 20 åren än den nivå som Hugin-systemet sätter baserat på tillväxten.

Huvudresultat

Den största osäkerheten i scenarieberäkningarna är storleken på den tillväxthöjande effekten av ett förändrat klimat som ligger med i scenarierna. Tillväxteffekten baserar sig på utsläppsscenarioer som sedan i flera steg via modeller omvandlats till en påverkan på skogens tillväxt. Det utsläppsscenario som ligger till grund för den tillväxthöjande effekten i scenarierna innebär att man lyckas begränsa utsläppen av växthusgaser. Det ger därför jämfört med andra utsläppsscenarioer en lägre påverkan på skogens tillväxt.

Tillväxten på all produktiv skogsmark, inklusive produktiv skogsmark inom formella skydd, är för åren 2010-2029 och scenarierna Miljö och Referens beräknad

till 111-114 miljoner m³sk/år. I scenariot Referens sker knappt 90 % eller 100 miljoner m³sk/år av denna tillväxt på virkesproduktionsmark, medan knappt 80 % eller 90 miljoner m³sk av den sker på virkesproduktionsmark i scenariot Miljö. I scenarierna Miljö och Referens är tillväxten relativt stabil fram till perioden 2030-2039 för att därefter kontinuerligt stiga som en effekt av den i scenarierna inlagda tillväxthöjande effekten av ett förändrat klimat.

De produktionshöjande åtgärder som genomförts i scenarierna Produktion och Miljö + Produktion ger en tillväxthöjning som jämfört med scenarierna Referens respektive Miljö är ca 1,5 miljoner m³sk/år mellan 2010-2019, 6,5 miljoner mellan 2020-2029 och ca 12 miljoner mellan 2030-2039. Efter ca 50 år stabiliserar sig denna skillnad i tillväxt runt 20 miljoner m³sk/år.

I scenarierna faller den potentiella avverkningen ut som ett resultat av beräkningarna. Den potentiella avverkningen baseras på tillväxten på Virkesproduktionsmark, varför utvecklingen i stort följer den för tillväxten. Med potentiell avverkning avses avverkning av levande träd på produktiv skogsmark. Den potentiella avverkningen är beräknad till ca 90 miljoner m³sk/år för scenariot Referens och ca 85 miljoner m³sk/år för scenariot Miljö för perioden 2010-2039. Därefter ökar den potentiella avverkningen allteftersom tillväxten ökar. I scenariot Miljö finns en komponent med naturvårdsanpassad skötsel på ca 1 miljon hektar. Ca 5 miljoner m³sk/år av den potentiella avverkningen i scenariot Miljö kommer åren 2010-2019 från sådana ingrepp.

Den potentiella avverkningen i scenarierna Produktion och Miljö + Produktion startar på samma värden som Referens respektive Miljö. Avverkningen ökar dock tidigare som en effekt av de produktionshöjande åtgärder som genomförs i dessa scenarier. Efter ca 50 år skiljer det 27 miljoner m³sk/år i potentiell avverkning mellan det scenario där den potentiella avverkningen är högst, Produktion, och det där den är lägst, Miljö.

Trots de höga avverkningsnivåerna ökar det totala virkesförrådet på produktiv skogsmark från ca 3100 miljoner m³sk år 2010 till mellan ca 4500 och 5300 miljoner m³sk år 2110. Under åren 2010-2029 sker mellan 70-90 % av denna virkesförrådsökning på Hänsynsmark och i Reservat. Efter 2030 minskar lagerökningen på Hänsynsmark och i Reservat på grund av att tillväxten minskar samtidigt som den naturliga avgången ökar successivt. Från 2030 och framåt ökar även lageruppbyggnaden på Virkesproduktionsmark allteftersom klimatförändringarna, och i scenarierna Produktion och Miljö + Produktion de produktionshöjande åtgärderna, får större inverkan på tillväxten.

Gran står för 64 % av virkesförrådsökningen. Ökningen av granens andel av virkesförrådet sker i Götaland och Svealand, där andelen gran ökar med 17-18 procentenheter på Virkesproduktionsmarken till 2010. Det trädslag som minskar är framförallt tall. I scenarierna Produktion och Miljö + Produktion är ökningen av andelen gran i Götaland och Svealand högre. På Hänsynsmark och Reservat är trädslagfördelningen mer stabil över tiden än på Virkesproduktionsmarken.

Andelen blandskog ökar generellt i landet och andelen granskog ökar i Svealand och Götaland varvid andelen tallskog minskar. Andelen gammal skog och äldre lövrik skog minskar på virkesproduktionsmark men ökar på Hänsynsmark och i

Reservat. I skogslandskapet som helhet så leder detta till att andelen äldre lövrik skog är relativt konstant medan andelen gammal skog ökar svagt. I Scenarierna Miljö och Miljö + Produktion ökar dock andelen gammal skog kraftigt från 9 % av arealen produktiv skogsmark år 2010 till 18 % av arealen år 2110. Antalet träd äldre än 100 år och grövre än 40 cm i brösthöjd ökar i skogslandskapet som helhet från ca 5 träd per hektar år 2010 till 14-20 träd per hektar år 2110. Ökningen sker inom Hänsynsmark och Reservat medan antalet är relativt konstant på Virkesproduktionsmarken.

Potentialer för skogsbränslen beräknad för scenariet Referens under perioden 2010-2019. Potentialerna är beräknade efter ekologiska restriktioner och efter ekologiska och tekniska/ekonomiska restriktioner. Potentialen för uttag av grot (grenar och toppar) efter föryngringsavverkning är med dagens teknik beräknad till ca 15 TWh medan den ekologiskt tillgängliga potentialen är ca 25 TWh. För närvarande pågår processen med en miljöanalys för skörd av stubbar. Vilka ekologiska restriktioner som kommer att gälla för stubbskörd är därmed ännu inte klarlagt. De ekologiska restriktioner som räknats på i det här projektet är mindre omfattande än de som föreslås i miljöanalysen. Beräkningarna från den här studien indikerar ändå att potentialen stubbar från föryngringsavverkning ligger i intervallet 21-34 TWh per år under 2010-2019. Ytterligare restriktioner bör göras för hänsyn till rennäring och kulturmiljövården.

I kapitel 6 dras några slutsatser och resoneras runt slutsatserna. Det behövs dock ett fortsatt analysarbete av resultaten från dessa skogliga konsekvensanalyser.

1 Bakgrund

1.1 Bakgrund

Hållbar utveckling är ett övergripande mål inom EU, inskrivet i Amsterdam fördraget 1999, och ett övergripande mål för den svenska regeringens politik, inskrivet i regeringsformen sedan 2003. Hållbar utveckling innebär bl.a. att alla politiska beslut skall utformas på ett sätt som balanserat beaktar de ekonomiska, sociala och miljömässiga konsekvenserna i ett längre tidsperspektiv. Ett sådant integrerat synsätt vilar på insikten att en god ekonomi är grunden för social rättvisa och skydd av miljön. Men även det omvända är giltigt; det som är bra för människan och miljön är långsiktigt bra också för ekonomin. Hållbar utveckling utgår från ett gemensamt ansvar.

Inom skogssektorn finns en lång tradition att studera hållbarhet med hjälp av skogliga konsekvensanalyser (SKA), tidigare benämnda avverkningsberäkning (AVB) och virkesbalanser (VB). Skogliga konsekvensanalyser genomförs för att strategiskt studera konsekvenser av olika scenarier i avvägningen mellan produktion respektive miljö och andra intressen. I vågskålen för produktion kan olika skogsskötsel- och avverkningsprogram studeras. I vågskålen för miljö och sociala aspekter kan konsekvenser av olika satsningar undersökas.

Den senaste stora konsekvensanalysen, SKA 99, startade år 1998 och redovisades år 2000 (Thuresson m.fl. 2000). En begränsad uppdatering gjordes i och med SKA 03 (Gustafsson & Hägg 2004). Likaså har en begränsad uppdatering gjorts efter stormen 2005 i södra Sverige (Skogsstyrelsen 2006). Baserat på dessa uppdaterade SKA beräkningar genomförde Skogsstyrelsen en virkesbalansstudie för år 2004, som visar på en alltmer ansträngd virkesbalanssituation (Bäcke m.fl. 2007).

I samband med den fördjupade utvärderingen av miljö kvalitetsmålet Levande skogar genomfördes vissa begränsade konsekvensanalyser för att belysa konsekvenser av föreslagna nya och reviderade delmål (Skogsstyrelsen 2007a). Att konsekvensanalyserna blev begränsade berodde på att tiden inte medgav mer utförliga analyser.

De senaste fullständiga konsekvensanalyserna som genomfördes var alltså SKA 99. SKA 99 baserar sig på skogstillstånd och uppgifter om skogsskötsel m.m. från mitten av 1990-talet. Sedan dess har bl.a.:

- Skogstillståndet förändrats. Bland annat har virkesförrådet ökat med ca 190 miljoner m³sk.
- Ambitionerna i skogsskötseln har i många avseenden ökat, t.ex. vad gäller röjning och föryngringar.
- Skogsindustrins inhemska virkesförbrukning har ökat med 8 miljoner m³sk och energisektorn använder alltmer skogsbränsle.

- Ny kunskap har tillkommit om klimatförändringarna och deras påverkan på skogens tillväxt och ny kunskap om kompletterande skogsskötselmetoder.

Dessutom har tre för skogsutnyttjandet viktiga politiska processer ägt rum eller pågår:

- Den skogspolitiska propositionen (Anon 2007b) som bekräftar inriktningen på nuvarande skogspolitik men betonar vikten av främja tillväxten i skogen samtidigt som hänsynen till vissa miljöfaktorer och skogens sociala funktioner bör förbättras.
- Miljömålsrådets fördjupade utvärdering av miljökvalitetsmålen (Naturvårdsverket 2008). Där föreslås nya och reviderade delmål till år 2020. Den fördjupade utvärderingen förväntas leda till en miljömålsproposition under 2009 eller 2010.
- Klimatberedningen har lämnat ett betänkande om svensk klimatpolitik (Anon 2008b) som bland annat pekar på behovet av att utreda möjliga åtgärder för att skydda kollager samt effekter av sådana åtgärder på tillförseln av biobränslen och skogsnäringen. Betänkande förväntas leda till en Energi och Klimatproposition inom kort.

Med bakgrund av det här är det angeläget att genomföra nya skogliga konsekvensanalyser samt skogsbränsle- och virkesbalanser.

1.2 Uppdrag

I regleringsbrevet för 2007 ger regeringen Skogsstyrelsen följande uppdrag:

”Skogsstyrelsen skall efter samråd med berörda myndigheter, skogsnäring, energisektor och andra intressenter analysera den nuvarande och förväntade framtida virkesbalansen i olika delar av landet. Analysen skall möjliggöra efterföljande djupare analyser av ekonomiska, ekologiska och sociala konsekvenser och värdering av scenariernas hållbarhet inklusive sårbarhet. Vidare skall arbetet resultera i underlag för skogsbrukets strategiska övervägande och beslut om skötsel och nyttjande av skogsresurserna. Arbetet skall redovisas till Regeringskansliet (Näringsdepartementet) senast den 31 december 2008.”

1.3 Uppdragets genomförande

Med anledning av det här uppdraget initierade Skogsstyrelsen projektet SKA-VB 08, Skogliga konsekvensanalyser och virkesbalanser 2008. I direktivet till projektet anges att projektet skall genomföra en bred skoglig konsekvensanalys som under olika antaganden beträffande skogsskötseln samt skogsmarkens och skogens nyttjande på minst 100 års sikt ger relevanta mått för främst följande aspekter:

- Skogstillståndet
- Miljöförhållanden

- Storlek och sammansättning för hållbar avverkning
- Potentiell tillgång på skogsbränsle
- Kolbindning i skog
- Sårbarhet

Analysen ska genom ett antal scenarier främst belysa hur skogstillståndet, miljöförhållandena etc. utvecklas då:

- skogen brukas enligt alternativ som studeras i den fördjupade utvärderingen av miljömålen, exempelvis kontinuitetsskogsbruk, naturvårdsavsättningarnas storlek och sammansättning
- skogsskötseln intensifieras och jordbruksmark tas i anspråk för virkesproduktion
- klimatet ändras

Dessutom skall projektet upprätta virkesbalanser som dels innehåller balanser för rundved och dels visar skogsbränslebalanser i både volym- och energimått.

De skogliga konsekvensanalyserna, som avrapporteras i denna rapport, är genomförda i samarbete med SLU, medan skogsbränsle- och virkesbalanserna har genomförts av Skogsstyrelsen. Skogsbränsle- och virkesbalanserna avrapporteras som ett meddelande från Skogsstyrelsens (Skogsstyrelsen 2008) och innehåller därmed ställningstaganden från myndigheten.

Energimyndigheten har finansierat delar av de skogliga konsekvensanalyserna, framför allt beräkningarna av skogsbränslepotentialer och av kostnadskurvor för grot och stubbar. I övrigt är projektet finansierat av Skogsstyrelsen. Potentialer av skogsbränslen kommer att avrapporteras utförligare tillsammans med kostnadskurvor för grot och stubbar i en separat rapport under första halvåret 2009. Energimyndigheten har även deltagit i att ta fram underlag till skogsbränslebalanserna.

Till projektet har funnits en brett sammansatt referensgrupp som bidragit med värdefulla synpunkter på utformningen av scenarier och tolkning av resultaten. För en komplett lista på personer och organisationer som på olika sätt bidragit till projektet se bilaga 1.

1.4 Tidigare undersökningar

Beskrivningen nedan är till största delen en rak återgivning av motsvarande avsnitt i rapporten ”Skogliga konsekvensanalyser 1999” (Thuresson m.fl. 2000). Den har kompletterats med undersökningar som gjorts sedan 1999.

Skogliga konsekvensanalyser, eller avverkningsberäkningar som de har kallats tidigare, har tillsammans med på dessa analyser baserade virkesbalansstudier under åtminstone 150 års tid utgjort viktiga underlag för beslut som rör skogarnas nyttjande och skötsel samt skogsindustrins utveckling. På senare år har också sko-

garnas möjliga bidrag till att mildra klimatproblemen blivit allt mer betydelsefulla. Besluten tas både inom offentlig och privat sektor. Genomgripande förändringar av skogspolitiken brukar föregås av sådana konsekvensanalyser. Inom den privata sektorn har analyserna stor betydelse vid t.ex. investeringar i skogsindustrin och energisektorn men även vid val av skogsskötselstrategier.

Bytet av benämning från avverkningsberäkning till skoglig konsekvensanalys beror på att analyserna i dag innefattar fler aspekter på skogarnas nyttjande än virkesproduktion och den potentiella framtida avverkningen.

I detta avsnitt nämns flertalet av analyser som genomförts genom åren.

Den första kända nationella konsekvensanalysen och virkesbalansen gjordes av Israel af Ström i mitten av 1800-talet och har återgivits av Agardh & Ljungberg (1857). Den omfattade hela landet med undantag av ”oåtkomlig” skog i de ”norra provinserne” och ”skoglösa fält” i Skåne, Halland och Småland. Skogsarealen uppgick då till 12,8 miljoner hektar. Den potentiella årliga tillgången på virke uppskattades av af Ström till 5,7 miljoner famnar, vilket motsvarar 15 miljoner kubikmeter. Förbrukningen bedömdes vara 7,4 miljoner famnar eller 19 miljoner kubikmeter. Virkesbalansen var således klart negativ. af Ström förutspådde givetvis en framtida katastrofal brist på skog speciellt som befolkningstillväxten hade börjat ta fart.

Nästa milstolpe blev Jonson & Modins (Anon 1933) avverkningsberäkning. De beräknade den avverkningskvantitet som borde kunna tas ut under de närmast kommande 10-20 åren. För beskrivning av utgångsläget användes den första rikstäckande, objektiva uppskattningen av Sveriges skogstillgångar, Riksskogstaxeringen 1923-1929 (Anon 1932). Alla efterföljande beräkningar på riksnivå och regional nivå har använt Riksskogstaxeringens material för beskrivning av det aktuella skogstillståndet. Jonson & Modin kom fram till att det fanns en potential att avverka ca 58 miljoner skogskubikmeter årligen om skogsvården var god och avverkningspolitiken var i stort oförändrad.

Jonson & Modin arbetade vidare med avverkningsberäkningar och presenterade år 1939 en ny men denna gång långsiktig beräkning (Anon 1939). Vid denna används för första gången konceptet ”bättre hälften”. Bättre hälften är den skog som med avseende på slutenhet tillhör de översta femtio percentilerna. Dessutom är beräkningen ett gott exempel på en konsekvensanalys. Den svarar nämligen på frågan ”Hur stor blir den potentiella avverkningen i framtiden om all skog har en slutenhet som den bättre hälften?”. Jonson & Modin kom fram till att den omkring 1970 var 70 miljoner skogskubikmeter.

Av stor betydelse för skogsindustrins utveckling i södra Sverige blev ”Skogsforskningsinstitutets beräkning för Södra Sveriges Skogsindustriutredning” (Anon 1956). Den baserades på material från den nya riksskogstaxering som påbörjades 1953. De data som samlades in var bättre än tidigare anpassade till behoven i konsekvensanalyser. Resultatet visade att det fanns en stor outnyttjad avverkningspotential i södra Sverige. Därmed vågade man satsa på en kraftig industriutbyggnad.

Fram till 1970-talet gjordes beräkningarna för en eller några tioårsperioder framåt. Undantag är dock Jonson & Modins beräkning (Anon 1939) och ett försök till en

långtidsanalys som gjordes inom Virkesbalansutredningen (Anon 1968). I samband med 1973 års skogsutredning (Anon 1978) introducerades en helt ny modell för avverkningsberäkningar. Med denna modell var det möjligt att analysera avverkningspotentialen och skogens utveckling på lång sikt. Beräkningarna i utredningen omfattade en hundraårsperiod. Man kunde också studera konsekvenserna av olika alternativa skogsproduktionsprogram som skilde sig åt beträffande t.ex. intensiteten i skogsvården och gallringsstrategi. Utredningens alternativ 1 som beskriver det skogsbruk som bedrevs under 1950-1970-talen ger en framtida potentiell avverkning på ca 75 miljoner skogskubikmeter. Den faktiska avverkningen i mitten av 1970-talet var av samma storleksordning. Det är därför naturligt att den skogspolitik som antogs 1979 innebar en kraftig satsning på produktionshöjande åtgärder. Utan en ökad produktion skulle det inte ha funnits några framtida expansionsmöjligheter för skogsindustrin.

Redan innan skogsutredningens betänkande publicerades påbörjades arbetet med att utveckla ett fullständigt system för skogliga konsekvensberäkningar, det s.k. Hugin-systemet (se exv. Bengtsson m.fl. 1989, Hägglund 1981). Skogens framtida utveckling kunde nu bestämmas på basis av tillväxten för enskilda träd. Därmed var det möjligt att t.ex. mer detaljerat ta fram siffror på såväl avverkningens som skogens dimensionssammansättning. Den nya skogen efter förnygringsavverkning samt skogsskötselåtgärderna kunde varieras mer än tidigare. Det nya systemet ”prövades” i den landsomfattande analysen ”Avverkningsberäkning 1985” (Bengtsson m.fl. 1989). Beräkningen visade att avverkningen i alternativet ”Dagens skogspolitik” i jämförelse med skogsutredningens alternativ 1 kunde höjas något på kort sikt och ganska mycket på lång sikt. Skogsstyrelsen grundade en virkesbalansstudie ”Virkesbalanser 1985” (Skogsstyrelsen 1988) på bl.a. denna analys. Ett huvudresultat i studien var att det vid 1990-talets mitt skulle bli i stort sett balans mellan virkesbehovet och den potentiella avverkningen.

När regeringen år 1990 beslutade att tillsätta en skogspolitisk kommitté (Anon 1992a) var det naturligt att i samband med dess arbete också genomföra en ny landsomfattande skoglig konsekvensanalys (AVB 92). Hugin-systemet kunde återigen användas. Det visade sig att det gick någorlunda bra att bestämma konsekvenserna av en utökad avsättning av skogsmark liksom av kvarlämnande av evighetsträd vid förnygringsavverkning. Däremot kunde man inte på ett tillräckligt bra sätt studera effekterna av ett skogsbruk med en mera diversifierad skogsskötsel, i vilken t.ex. skärmställning och blädning används.

AVB 92 gav en betydligt högre potentiell avverkning de närmast kommande decennierna än den närmast föregående beräkningen, AVB 85. Den skogspolitiska kommittén behövde därför inte vara särskilt orolig för att den svenska skogen inte skulle räcka till både ökad avverkning och en förstärkning av naturvården. På längre sikt blev skillnaden mindre. Återigen följdes en landsomfattande konsekvensanalys av en virkesbalansstudie utförd av Skogsstyrelsen. Den fick namnet ”Virkesbalanser 1992” (Skogsstyrelsen 1993). I både

År 1993 beslutade riksdagen om en ny skogspolitik som bl.a. innebar en uttalad balans mellan produktion och miljö. Ungefär vid denna tid hade skogsindustrins produktion och därmed virkesanvändningen och avverkningen börjat att brant stiga. Det fanns därför ett ökande behov av att undersöka sambanden mellan den framtida avverkningspotentialen vid olika alternativ beträffande skogsskötseln

och olika miljöambitioner. Den breda konsekvensanalysen ”Skogliga konsekvensanalyser 1999” (Thuresson m.fl. 2000) genomfördes under åren 1998-1999 (SKA 99). Hugin-systemet användes även denna gång och utvecklades ytterligare inte minst för att förbättra modellerna för miljöåtgärdernas effekter på virkesproduktionen.

Av olika skäl utfördes ingen virkesbalansstudie direkt efter SKA 99. Det visade sig dock redan efter ett par år efter SKA 99 att miljöambitioner blev något större än vad som antogs i scenarierna i denna konsekvensanalys. Skogsstyrelsen gjorde därför en enkel uppföljare till SKA 99 som fick namnet ”Skogliga konsekvensanalyser 2003” (Gustafsson & Hägg 2004). Arbetet omfattade endast ett scenario i vilket förutsättningarna beträffande miljö följde de miljömål som beslutades av riksdagen 2001 och skogsbrukets ambitioner vid denna tidpunkt. Förutsättningarna beträffande virkesproduktionen var desamma som i scenariet ”90-talets skogsbruk” i SKA 99.

Den fortsatta ökningen under de första åren på 2000-talet av avverkningen ledde till att den alltmer närmade sig den potentiella eller som det numera sägs den högsta hållbara avverkningsvolymen. Det blev därför allt mer angeläget att genomföra en ny virkesbalansstudie. Den kallades ”Virkesbalanser för år 2004” men kunde till följd av Skogsstyrelsens analysarbete kring stormen Gudrun inte fullföljas förrän 2007 (Bäcke m.fl. 2007).

Alltsedan oljekrisen på 1970-talet har många potentialberäkningar och balanser för skogsbränsle genomförts både inom forskningen och av myndigheter. En av de första var en utredningen ”Ökad eldning med skogsråvara” (Skogsstyrelsen & Statens industriverk 1980). Ungefär tio år senare lämnade den statliga utredningen Biobränslekommissionen betänkandet ”Biobränslen för framtiden” (Anon 1992b). På uppdrag av Energikommissionen beräknade SLU (Hektor m.fl. 1995) trädbränslepotentialerna på 2000-talet. På senare år har Kommissionen mot oljeberoende (Anon 2006) redovisat en bedömning av de framtida biobränslepotentialerna inkl. skogsbränsle.

Utöver de nämnda utredningarna har potentialberäkningar och balanser för skogsbränsle ingått i flera tidigare skogliga konsekvensanalyser och på dessa baserade virkesbalansstudier. Det gäller t.ex. ”Avverkningsberäkning 1985” (Bengtsson m.fl. 1989) och ”Virkesbalanser 1985” (Skogsstyrelsen 1988), AVB 92 (Anon 1992b) och ”Virkesbalanser 1992” (Skogsstyrelsen 1993) samt ”Skogliga konsekvensanalyser 2003” (Gustafsson & Hägg 2004) och ”Virkesbalanser för år 2004” (Bäcke m.fl. 2007).

2 Förutsättningar

2.1 Allmänna förutsättningar

Dessa scenarieanalyser är beräknade i Hugin-systemet, som beskrivs i kapitel 2.1.4. Hugin är ett programpaket innehållande ett stort antal simuleringsmodeller, med vilken det är möjligt att skriva fram ett skogstillstånd. Hugin ger utöver ett nytt skogstillstånd även skattningar av den potentiella avverkningen, kapitel 2.2. Framskrivningarna utgår från skogstillståndet 2004, beskrivet av Riksskogstaxeringens provytor från 2002-2006, kapitel 2.1.3. Beräkningarna avser all produktiv skogsmark, i dess nya betydelse (Anon 2007b), dvs. även produktiv skogsmark inom formella skydd (nationalparker, naturreservat m.m.).

Effektanalysen Åkermark, som beskriver effekterna av en beskogning av nedlagd åkermark, är inte beräknad i Hugin-systemet utan i BM-win, kapitel 2.1.6 och 2.5.4.

Beräkningarna är gjorda för 4 st scenarier, som beskrivs i kapitel 2.4, och 6 st effektanalyser, som beskrivs i kapitel 2.5. Specifikation av förutsättningar, beräkning och resultatpresentation av scenarierna är gjorda uppdelat på tre markanvändningsklasser, två ägarklasser och 27 st beräkningsområden, som beskrivs i kapitel 2.1.2. I denna rapport sker redovisningen av resultat geografiskt uppdelat på landsdelar och för hela landet, resultat finns dock tillgängliga för beräkningsområden. Framskrivningarna är gjorda för de kommande 100 åren från 2010-2109. För att kunna genomföra beräkningarna av de planerade scenarierna har ett antal förändringar i Hugin-systemet behövt göras, framför allt för att kunna simulera olika effekter på tillväxten, se kapitel 2.1.5.

Resultaten av beräkningarna är ett resultat av skogstillståndet 2004 och de förutsättningar som gäller för respektive scenario. Förutsättningarna för scenarierna är inte baserade på några prognoser för en trolig utveckling utan de beskriver olika handlingsalternativ. Resultaten skall alltså inte betraktas som prognoser utan är scenarier. Resultaten är bara giltiga under de förutsättningar som gäller för respektive scenario. Inte heller den avverkning som presenteras i resultatkapiteln skall mistas för att vara prognoser, utan avverkningen liksom de skogsbränslekvantiteter som presenteras är potentialer förutsatt givna principer för hushållning av skogsresursen, se vidare kapitel 2.2.

I resultatkapiteln redovisas uppgifter om skogstillstånd, miljöförhållanden, kolbalanser, potentiell avverkning och skogsbränslepotentialer. Det Hugin liksom BM-win kan simulera är utvecklingen av trädskiktet. Alla resultat om skogstillstånd, miljöförhållanden och kolbalanser avser alltså utveckling av trädskiktet. Miljöförhållanden kan alltså bara analyseras utifrån antaganden om att vissa karaktärer (trädslag, ålder m.m.) indikerar större eller mindre bidrag till att bibehålla den biologiska mångfalden. På motsvarande sätt avser de uppgifter om kolupplagring som redovisas bara kollager i levande trädbiomassa.

Att beräkningarna avser produktiv skogsmark är viktigt att hålla i minnet när man studerar resultaten. Den potentiella avverkningen som presenteras avser avverk-

ning av levande träd på produktiv skogsmark. Avverkning av nyligen döda träd eller avverkning på andra ägoslag än produktiv skogsmark ingår alltså inte.

2.1.1 Förklaring av använda begrepp

Nedan följer förklaring av några viktiga begrepp som används i rapporten. Begreppen är i flera fall även förklarade i löpande text där de förekommer.

Produktiv skogsmark. Mark inom ett sammanhängande område där träden har en höjd av mer än fem meter och där träden har en kronslutenhet av mer än tio procent eller har förutsättningar att nå denna höjd och kronslutenhet utan produktionshöjande åtgärder, och som enligt vedertagna bedömningsgrunder kan producera i genomsnitt minst en kubikmeter virke per hektar och år (Anon 2007b).

Markanvändningsklasser. En indelning av den totala produktiva skogsmarksarealen i tre klasser efter huvudsaklig markanvändning. Markanvändningsklassen *Reservat* omfattar existerande och i scenarierna blivande formella skydd. Markanvändningsklassen *Hänsynsmark* omfattar skogsbrukets frivilliga avsättningar (>0,5 hektar) och hänsynsytor (<0,5 hektar) som lämnas som miljöhänsyn vid föryngringsavverkning. Markanvändningsklassen *Virkesproduktionsmark* omfattar produktiv skogsmark som inte ingår i någon av de övriga två klasserna.

Ägarklasser. En indelning av markanvändningsklasserna *Hänsynsmark* och *Virkesproduktionsmark* i ägarklasser. *Enskilda* ägare innehåller produktiv skogsmark som ägs av fysiska personer, dödsbon och bolag som inte är aktiebolag. *Övriga* ägare innehåller produktiv skogsmark som ägs av staten, statsägda aktiebolag, övriga allmänna ägare (kommuner och landsting), privatägda aktiebolag samt religiösa samfund stiftelser, fonder m.fl..

Bruttoavverkning. Totalt avverkad stamvolym ovan stubbe. Dvs. jämfört med potentiell avverkning nedan även inkluderande avverkning av döda träd och på annan mark än produktiv skogsmark.

Potentiell avverkning. En i scenarierna beräknad framtida avverkningsvolym varvid eftersträvas att den ska vara så hög som möjligt utan att den efterföljande tillväxten och därmed den efterföljande avverkningen nämnvärt ska minska. Omfattar i denna rapport enbart avverkning av levande träd på produktiv skogsmark, se vidare under kapitel 2.2.

Skogstyper. En indelning av skog efter dominerande trädslag. Där *Granskog* är skog där gran utgör minst 70 % av grundytan i äldre skog och av stammantalet i yngre skog. På motsvarande sätt är *Tallskog* skog där tall utgör minst 70 % och *Lövskog* där lövträd utgör minst 70 % men mindre än 50 % ädla lövträd. Slutligen är *Övrig skog* skog som inte faller inom någon av de tre ovanstående skogstyperna.

Värdekärnor. Område med höga naturvärden.

Värde-trakt. Landskapsavsnitt med högre koncentration av värdekärnor än omkringliggande landskap.

Frivilliga avsättningar. Ett minst 0,5 hektar stort område med sammanhängande produktiv skogsmark för vilket markägaren frivilligt har fattat beslut om att åtgärder som kan skada dess naturvärde, kulturmiljö och/eller sociala värde inte ska utföras.

Hänsynsytta. Ett område mindre än 0,5 hektar stort som lämnas som hänsyn till miljövårdens eller kulturmiljövårdens intresse i samband med skogliga åtgärder.

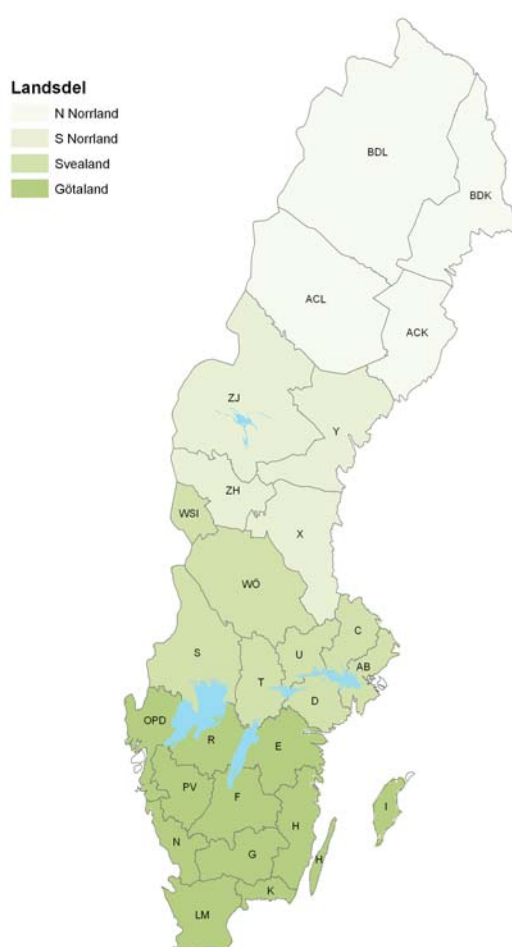
Behovsanpassad gödsling. Ett skogsskötselprogram för gran som innefattar en första gödsling vid beståndsmedelhöjden 2-5 meters och fortsatta gödslingar under resten av omloppstiden som blir glesare ju äldre skogen är.

Gammal skog. Skog som är äldre än 140 år i Norrland, Dalarnas, Värmlands och Örebro län samt äldre än 120 år inom övriga delar av landet.

Äldre lövrik skog. Skogs som är äldre än 80 år i i Norrland, Dalarnas, Värmlands och Örebro län samt äldre än 60 år inom övriga delar av landet och där lövträd utgör minst 25 % av grundytan.

2.1.2 Geografisk indelning, markanvändnings- och markägarklasser

Beräkningarna görs för hela eller delar av län. Norrbottens, Västerbottens, Jämtlands och Dalarnas län delas upp i vardera 2 beräkningsområden. Denna delning av de stora länen är gjord för att kunna specificera olika skötsel förutsättningar i olika delar av länen. Västra Götalands län delas upp i tre beräkningsområden som motsvarar f.d. Göteborgs och Bohus län inklusive Dalslandsdelen av f.d. Älvsborgs län (I), gamla Skaraborgs län (II) samt resterade del av f.d. Älvsborgs län (III). Delningen av Västra Götalands län motiveras i första hand av att behålla möjligheten att redovisa resultat enligt indelningen i virkesbalansområden (Anon 1981) som bl.a. tidigare avverkningsberäkningar tillämpat. Totalt innebär detta 27 beräkningsområden (Figur 2.1).



Figur 2.1 Indelning i beräkningsområden (län/länsdelar) samt i landsdelar.

Som en del av arbetet med förutsättningarna för varje scenario har ingått att peka ut arealer inom varje ägarklass till olika markanvändningsklasser i den omfattning som motsvarar syftet med scenariot. Markanvändningsklassen Reservaten utgörs av produktiv skogsmark inom formella skyddsformer såsom nationalparker, naturreservat, biotopskydd och naturvårdsavtal. Klassen Hänsynsmark är de arealer

produktiv skogsmark utanför Reservat vars skötsel präglas av olika former av miljöhänsyn. Här ingår frivilligt avsatta områden och den areella omfattningen av miljöhänsyn vid förnygringsavverkning (hänsynsytor). Markanvändningsklassen Virkesproduktionsmark är resterande areal produktiv skogsmark. Evighetsträd som lämnas vid förnygringsavverkning ingår i Virkesproduktionsmarken.

Markanvändningsklasserna Hänsynsmark och Virkesproduktionsmark är i sin tur uppdelade på ägarklasserna Enskilda och Övriga. I klassen Enskilda återfinns skogar ägda av fysiska personer, dödsbon och skogar tillhörande bolag som inte är aktiebolag. Resterande ägare t.ex. aktiebolag, stat och kommun, kyrkan m.fl. ingår i klassen Övriga.

2.1.3 Skogstillståndet 2002-2006

Beräkningarna i SKA-VB 08 utgår från skogstillståndet 2004, baserat på Riksskogstaxeringens inventering mellan åren 2002-2006. Detta skogstillstånd beskrivs i Skogsdata för år 2007 (SLU 2007). I Hugin-systemet sker beräkningarna på de drygt 31 000 provytor på produktiv skogsmark som mättes in under dessa år. Den beräkningsareal som dessa provytor representerar är densamma under hela den 100 åriga beräkningsperioden. Detta innebär att beräkningarna inte tar hänsyn till eventuell ökad eller minskad areal produktiv skogsmark, t.ex. på grund av att skogsmark tas i anspråk för andra ändamål. Ett undantag finns i effektanalysen åkermark, som beskriver effekterna av en beskogning av nedlagd åkermark, där produktiv skogsmark tillkommer.

På två punkter har detta skogstillstånd justerats.

Ambitionen har varit att i scenarierna ha med all produktiv skogsmark inklusive produktiv skogsmark inom befintliga naturreservat och nationalparker. Det här har möjliggjorts av att Riksskogstaxeringen sedan 2003 har inkluderat befintliga naturreservat och nationalparker i inventeringen. Dock saknas provytor inom befintliga reservat för år 2002. För att trots detta från Hugin få korrekta skattningar av areal, virkesförråd, tillväxt m.m. inom reservaten har representativiteten för de reservatsytor som finns för åren 2003-2006 justerats så att totalarealen per län skall motsvara Naturvårdsverkets statistik över produktiv skogsmark inom naturreservat och nationalparker vid utgången av 2006 (Skogsstyrelsen 2007b).

Tre av åren i utgångsmaterialet från Riksskogstaxeringen är inventerade innan stormen Gudrun drabbade södra Sverige. För att få en korrekt beskrivning av skogstillståndet har vi därför på dessa tre års data gjort en simulerad avverkning av tre femtedelar av den virkesvolym som stormen Gudrun fällde (75 Mm³sk). Information om totalvolymen och fördelningen mellan län baserar sig på Skogsstyrelsen flyginventering av stormfälld skog, medan information om vilken typ av skog som drabbades är hämtad från den flygbildstolkning av Riksskogstaxeringens provytor som genomförde efter stormen (Skogsstyrelsen 2006).

Skogstillståndet som i genomsnitt avser 2004 har, innan framskrivningarna startar i Hugin, skrivits fram till år 2010. Under denna framskrivning sker avverkning, tillväxt och skogsvårdsåtgärder. Avverkningen under denna period är baserad på Skogsstyrelsens beräknade bruttoavverkning för åren 2004-2006 (Skogsstyrelsen 2007b). För åren 2005 och 2006 har den avverkning som direkt kan hänföras

till avverkning av stormfällt virke efter stormen Gudrun räknats bort, eftersom skogstillståndet redan innan justerats för effekterna av stormen. Bruttoavverkningen för året 2007 baseras på en halvårsprognos gjord på Skogsstyrelsen, medan vi för åren 2008 och 2009 antog att avverkningen kommer att ligga kvar på 2007 års nivå, tabell 2.1.

Tabell 2.1 Antagen bruttoavverkning på alla ägoslag och den avverkning på produktiv skogsmark som använts under framskrivningen till utgångsläget 2010 (Mm³sk).

	2004	2005 ¹	2006 ²	2007	2008	2009	Medel
Bruttoavverkning	86,4	58,0	69,0	92,4	92,4	92,4	81,8
Avverkning under framskrivningen	83,4	55,1	66,0	89,4	89,4	89,4	78,8

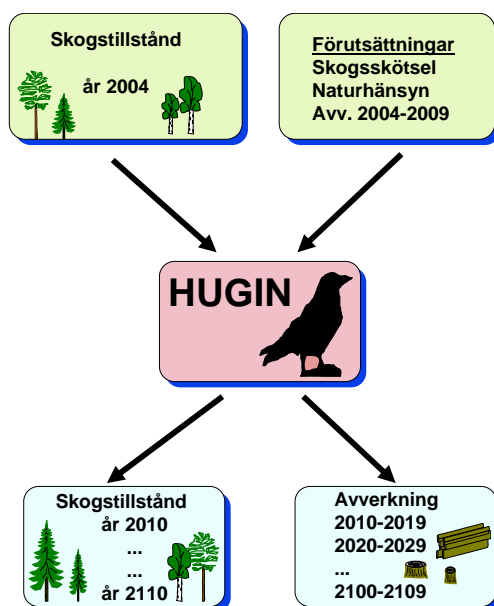
¹Exklusive 90 % av den avverkning som direkt kan hänföras till stormen Gudrun.

²Exklusive 10 % av den avverkning som direkt kan hänföras till stormen Gudrun.

Avverkningen i tabell 2.1 har sedan fördelats på beräkningsområden, ägarkategorier och avverkningsform utifrån den fördelning avverkningen har i Riksskogstaxeringens data från 2002-2006.

2.1.4 Hugin-systemet

Hugin-systemet är i första hand avsett för långsiktiga regionala konsekvensberäkningar (avverkningsberäkningar) för analys av olika skogliga hushållningsstrategier. Systemet är uppbyggt av en mängd simuleringsmodeller utan någon optimerande funktion. Det används för att beskriva (simulera) skogens utveckling under preciserade antaganden om framtida skogsskötsel. En komplett uppsättning preciserade förutsättningar och antaganden samt resultaten från de därpå följande konsekvensberäkningarna betecknas i det följande som ett *scenario*. Från utgångsläget i ett valt startår görs scenariernas konsekvensberäkningar normalt för 10 tioårsperioder t.o.m. slutåret hundra år senare. Resultaten från beräkningarna utgörs av uppgifter om tillväxt, avverkningar och andra utförda åtgärder under de olika tioårsperioderna, samt om skogstillståndet efter varje period (Figur 2.2).



Figur 2.2 Schematisk bild av Hugin's funktionalitet.

De enskilda provytorna i Riksskogstaxeringens material används som åtgärdsenheter i Hugin-systemet. Detta ger stor flexibilitet när det gäller att utforma skötsel- och avverkningsprogram. Som beräkningsenhet i framskrivningen av skogen (tillväxt, ålder, diameter, m.m.) används de enskilda träden på dessa provytor. De beräknings- och åtgärdsenheter som används i systemet möjliggör en detaljerad redovisning av resultat. Vid resultatredovisningen aggregeras ytvisa uppgifter till resultat för beräkningsområden och ägarkategorier som sedan i sin tur kan summeras.

Nedan ges en kortfattad beskrivning av systemets uppbyggnad och dess viktigaste komponenter. En utförligare beskrivning av Hugin och hur Hugin kan användas ges av Bengtsson m.fl. (1989) och Hägglund (1981). En detaljerad redovisning av principerna för utformning av skötsel- och avverkningsprogram finns beskriven av Eriksson (1981). De uppdateringar av Hugin som gjordes inom ramen för projektet SKA 99; nya höjdtillväxtfunktioner i ungskog, ny metod för prioritering av åtgärder och nya biomassa-funktioner finns beskrivna i Skogsstyrelsen (2000). Den refererade dokumentationen är dock inte helt aktuell på alla punkter eftersom systemet successivt har vidareutvecklats. De förändringar av Hugin som genomförts inom ramen för detta projekt, tillväxtpåverkan orsakad av klimatförändring, användning av förädlat plantmaterial och gödsling samt nya funktioner för beräkning av biomassainnehåll i stubbar, beskrivs mera ingående i kapitel 2.1.5.

I beräkningarna utförs avverkningar och övriga åtgärder vart femte år med möjlighet att utföra åtgärder redan från start (år 0). Tillväxtberäkningen avser femårsperioder. Resultaten redovisas dock för tioårsperioder. Sju olika "trädslagsgrupper" särbehandlas i systemet: tall, gran, contortatall, björk, bok, ek och övriga lövträd. Olika metoder (se nedan) tillämpas för att simulera plant- och ungskogens resp. den medelålders och äldre skogens utveckling. Gränsen mellan dessa faser infaller när beståndet når 7-8 m medelhöjd. De benämns i fortsättningen "ungskog" resp. "etablerad skog".

Simulering av plant- och ungskogens utveckling

Modellen för etablering av ny skog och tillväxtmodellerna för ungskogsutvecklingen i Hugin-systemet är i grunden baserade på material från Hugins ungskogsinventering (Elfving 1982). I systemet sker en detaljerad beräkning av utvecklingen, såväl för den befintliga ungskogen som för den som simuleringsmässigt tillkommer under beräkningens gång. I den befintliga ungskogen används de registrerade uppgifterna om tillståndet på varje cirkelyta från Riksskogstaxeringens databas. För de ytor som under beräkningsperioden föryngringsavverkas eller från början är klassade som kalmark skall ny skog simuleras. Detta sker genom att tillståndet från en yta, ingående i Hugins ungskogsinventering och lagrad i databasen NYSKOG, ansätts på aktuell kalmarksyta. Vid val av yta från NYSKOG beaktas ståndortsegenskaper och utförda åtgärder på den aktuella kalmarksytan. När en yta med "ny skog" enligt ovan aktiverats i Hugin-systemet vid den tidpunkt efter avverkning som motsvarar tillståndet på aktuell yta startar den fortsatta simuleringen av beståndsutvecklingen i ungskogsfasen.

Simulering av utveckling i etablerad skog

Utvecklingen i den etablerade skogen skattas med hjälp av tillväxtfunktioner för enskilda träd (Söderberg 1986). Separata funktioner är utvecklade för de inhemska trädslagen. Funktionerna avsedda för tall har visat sig vara användbara (i sin modifierade form) också för Contortatall, varför de används även för detta trädslag. Separata funktioner skattar effekterna av gallring och gödsling samt omfattningen av naturlig avgång ur det växande virkesförrådet.

Simulering av skogsskötsel- och avverkning

Förutom åtgärderna markberedning, plantering, sådd och självföryngring vars effekter simuleras genom ovan beskrivna modell för etablering av ny skog, så kan följande åtgärder simuleras i Hugin: röjning, gallring, föryngringsavverkning, dikning av skogsmark och gödsling.

För åtgärderna röjning, gallring, föryngringsavverkning och gödsling finns särskilda regler för att beräkna "prioritetstal" för en provyta. Dessa prioritetstal bestämmer sannolikheten i varje femårsperiod för att en provyta skall beröras av dessa åtgärder. Prioriteringen kan numera ske enligt två olika principer. I den första anges prioritetstalen för skötselåtgärd utifrån åtgärdens angelägenhetsgrad utifrån ett produktionsmässigt perspektiv. Alla åtgärder utförs emellertid inte enligt prioritetsordningen utan en viss andel av ytorna väljs med hjälp av slumpval. Dessa åtgärder utförs först, varefter resterande del av åtgärds mängden utförs i prioritetsordning. Detta angreppssätt har valts för att efterlikna hur åtgärder praktiskt utförs i skogsbruket och för att inte få en alltför optimal beräkning. Diskrepansen kan förklaras dels av att skogsägare inte alltid väljer åtgärds tidpunkt utifrån målsättningen högsta produktion och dels av effekter som uppstår av att provytor utgör åtgärdsobjekt i beräkningarna. I praktiskt skogsbruk utgår åtgärdsbehovet utifrån tillståndet i ett bestånd. En provyta inom beståndet kan ha egenskaper som gör att åtgärdsbehovet skiljer sig från beståndets men underkastas ändå den skötsel som ansatts för beståndet som helhet.

Den andra principen för bestämning av prioritetstal togs fram i arbetet med SKA 99 (Thuresson m.fl. 2000). För att kvantifiera markägares verkliga val av åtgärds-

objekt har de åtgärder som faktiskt utförts på eller kring Riksskogstaxeringens permanenta provytor som återinventerades under åren 2004-2006 analyserats. De åtgärder som fångas upp på dessa provytor är genomförda mellan år 1999-2006. Fyra åtgärder har betraktats: Föryngringsavverkning (F), gallring (G), diversehuggning (D) och "Ingen åtgärd eller röjning" (I). Röjning har studerats separat. Genom logistisk regression skapades funktioner för prioritetstal baserade på hur sannolik repektive åtgärd är, med de på ytan registrerade tillståndsvariablerna som oberoende variabler. Funktionerna är konstruerade så att, för en given cirkelyta, en och endast en av händelserna F, G, D eller I inträffar under en femårsperiod.

De framtagna funktionerna avspeglar de avverkningsvanor som gällde under undersökningsperioden. Vid stora förändringar av dessa vanor eller i avverkningsmängder borde funktionerna modifieras. I SKA-VB 08 har en kombination av de två principerna för beräkning av prioritetstal därför använts. Prioritetstal baserade på sannolikhetsfunktioner används för att bestämma aktuella åtgärder under de två första tioårsperioderna. I perioderna 3-10 används i stället prioritetstal baserade på åtgärdsangelägenhet. Avsikten har varit att utnyttja de funktioner som speglar observerat beteende under den första delen av beräkningarna, innan stora förändringar av skogstillståndet inträffat, för att därefter använda de mer robusta prioritetstalen baserade på angelägenhetsgrad.

Röjning bestäms som en viss andel av föryngringsytan som röjs. Andelen specificeras per beräkningsområde och ägarkategori. Gödsling prioriteras med prioritetfunktioner och restriktioner för vilka objekt som får gödslas. Detta specificeras i styrtabeller.

2.1.5 Genomförda förändringar i Hugin-systemet

Den tillväxthöjande effekten av ett förändrat klimat

Det troliga är att klimatförändringarna innebär en ökad genomsnittlig tillväxt i skogen samtidigt som skaderiskerna ökar (Eriksson 2007). I SKA-VB 08 bedömde vi att kunskapsläget var sådant att effekter på ökad tillväxt kunde arbetas in i Hugin-systemet. Däremot bedömde vi att kunskapsunderlaget var för dåligt för att lägga in effekter av ökade skador. Bland de planerade beräkningarna ingick dock en effektanalys som syftade till att analysera den ökade skaderisken, se vidare under kapitel 2.5.7.

I vårt kärva klimat skulle en ökad temperatur och koldioxidhalt sannolikt öka produktionen för de flesta trädslag i Sverige. Detta förutsatt att nederbörden inte minskar drastiskt. En ökad temperatur vår och höst leder till en förlängd växtsäsongs och att mer av solljuset kan utnyttjas till fotosyntes- och biomassaproduktion (Bergh et al., 2003).

Modellsimuleringar för att kvantifiera den tillväxthöjande effekten av ett förändrat klimat är genomförd i samband med Klimat- och sårbarhetsutredningen (Anon 2007a, Bergh m.fl. 2007). Dessa simuleringar som genomförts med den processbaserade modellen BIOMASS för perioden 1961-2100 har genomförts för två utsläppsscenarier, A2 och B2, där A2-scenariet innebär högre utsläpp av växthusgaser och därmed större temperaturökning än B2. A2 innebär därmed även en något högre effekt på tillväxten i skogen. I dessa modellberäkningar har tillväxt-

ökningen beräknats till 31 % för A2-scenariet för perioden 2071-2100, medan motsvarande tillväxtökning för B2-scenariet är 24 %.

Inom ramen för projektet SKA-VB 08 har det inte funnits resursmässiga möjligheter att implementera effekterna av flera utsläppsscenarioer i Hugin. Vi har därför varit tvungna att välja ett, och valet föll på utsläppsscenarioet B2. Som alltså innebär att man i stor utsträckning lyckas begränsa utsläppen av växthusgaser.

Nedanstående tabell, som ger produktionsökning i % för olika trädslag och beräkningsområden, har använts för att implementera effekten av ett förändrat klimat i Hugin (Bergh 2007). I tabellen redovisas effekterna för gran, tall och björk, motsvarande underlag för ek/bok, övrigt löv och contorta har även utnyttjats. Tabellen är en bearbetning av resultat som togs fram för den statliga Klimat och sårbarhetsutredningen (Bergh m.fl. 2007).

Tabell 2.2 Produktionsökning (2071-2100) för gran, tall och björk för olika beräkningsområden enligt B2-scenariet.

Beräkningsområde	Gran	Tall	Björk
BDL	43,0	30,1	29,3
BDK	46,2	35,5	33,0
ACL	35,8	25,2	25,2
ACK	37,3	28,7	26,7
ZJ	30,1	20,3	21,5
Y	21,6	11,0	13,9
ZH	27,6	22,5	21,6
X	18,7	9,0	10,9
WSI	23,7	16,9	18,5
WÖ	24,1	20,5	20,3
U	23,6	22,4	20,1
C	24,4	23,3	24,1
B	23,3	21,7	20,1
S	22,2	21,1	20,5
T	26,1	25,4	23,2
R	25,2	24,8	22,6
OPD	21,1	20,2	18,4
D	20,9	20,8	18,9
E	16,9	16,4	14,7
PV	17,3	16,4	15,0
F	20,2	7,7	17,1
G	19,6	21,1	18,5
H	15,9	17,0	14,3
I	18,2	20,8	17,5
N	18,8	20,5	17,9
LM	32,3	24,8	25,0
K	24,7	24,0	20,7

Tabellen har lagts in i en separat rutin i Hugin, som vid anrop ger effekten vid given tidpunkt. Effekten beräknas enligt följande:

$$\text{effekt}(i) = 1,0 + b(k,i) \times \text{year} \times 0,01$$

där: i = trädslag (1-7)

k = beräkningsområde

b = effekt enligt tabellen

year = antal framskrivna år

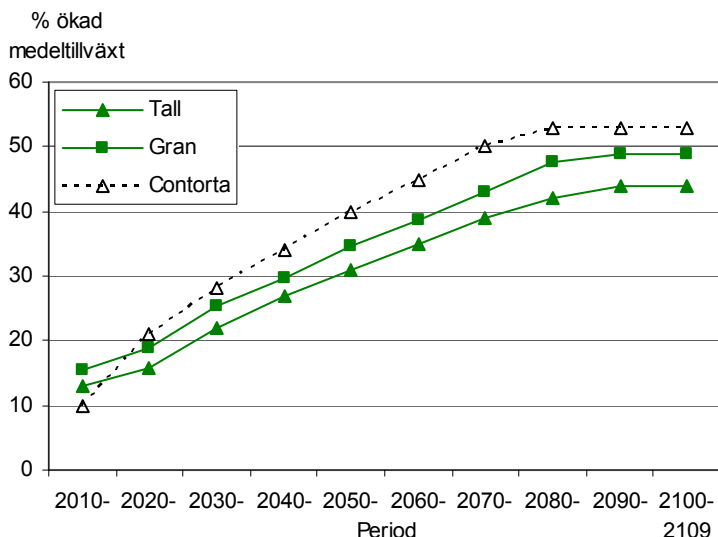
Den beräknade effekten enligt ovan används för etablerad skog i systemet, både befintlig och nytillkommande etablerad skog (dvs. skog som passerat ungskogsfasen). För att ge effekt på de enskilda träden tillämpas samma metod som tillämpas för gallringseffekt. Det innebär att den redovisade diametern för det enskilda trädet får en diameterökning på samma sätt som efter en gallring (Söderberg 1986).

För att även få tillväxteffekt av klimatförändring i ungskog görs detta genom en justering av SI. Där antas klimateffekten motsvara en ökning av SI med 4 m efter 100 år. Ökningen antas vara linjär under beräkningsperioden.

Tillväxtvinster vid användning av förädlad material

De tillväxtfunktioner som finns i Hugin-systemet för äldre skog är baserade på i Riksskogstaxeringen inmätta träd mellan åren 1970-1975 (Söderberg 1986), medan funktioner för utvecklingen av den yngre skogen är baserade på bestånd som föryngrats mellan 1950-1965 (Elfving 1982). Inget av dessa material innehåller träd med förädlings effekter eller effekter av proveniensförflyttning av modernt slag. Den tillväxt som dessa funktioner ger behöver alltså justeras vid användning av proveniensförflyttat eller förädlad skogsodlingsmaterial. Framtida förädlingsvinster som kan uppnås vid traditionell förädling har beräknats per län och trädslag av Rosvall & Wennström (2008). Dessutom har man gjort en prognos för produktionen av plantagefrö från befintliga fröplantager och beslutade planer för investeringar i nya fröplantager, också per län och trädslag.

Förädlingsvinsterna från Rosvall & Wennström är använda för att justera tillväxten vid användning av förädlad skogsodlingsmaterial i SKA-VB 08. Fortsatt förädlingsarbete förväntas ge 10 procentenheter tillväxtökning för enskilda träd vart 20e år, räknat från utgångsläget, figur 2.3.



Figur 2.3 Framtida förädlingsvinster för fröplantageplanter för gran, tall och contorta, medeltal för hela landet. Källa: Rosvall & Wennström 2008.

Tillväxtökningen enligt figur 2.3 är inlagd i Hugin genom att justera ståndortsindex vid beräkning av trädens tillväxt i ungskog och etablerad skog, för de ytor som planterats med förädlade planter. Modellen att justera ståndortsindex är utförligt beskriven av Rosvall & Wennström. Justeringen av ståndortsindex påverkar det trädslag som planterats, men inte de naturligt föryngrade träden av andra trädslag som finns på ytan. För att inte överskatta tillväxteffekten så har effekterna enligt figur 2.3 reducerats med andelen naturligt föryngrade planter av det planterade trädslaget. Den här reduktionen är baserad på fördelningar av planterade och självföryngrade huvudplanter i Skogsstyrelsen återväxtuppföljning (Polytax R5/7).

Tillväxtökningarna i figur 2.3 inkluderar tillväxtökning orsakad av att ursprungsmaterialet till fröplantagerna består av proveniensförflyttat material. Utöver förädlad skogsodlingsmaterial så används proveniensförflyttat skogsodlingsmaterial av gran i scenarierna. Att inte proveniensförflyttat skogsodlingsmaterial av tall ingår i scenarierna beror på att det enligt prognosen över tillgång på förädlad frö inte kommer att finnas någon brist på förädlad tallfrö, se vidare i beskrivningen av scenariot Referens under kapitel 2.4.1. Även den tillväxthöjande effekten av användning av proveniensförflyttat material av gran är hämtad från Rosvall & Wennström.

Den här justeringen av ståndortsindex för att fånga tillväxteffekten av förädling påverkar ny skog som skapas i Hugin efter föryngringsavverkning, dvs. föryngringsavverkningar från 2005 och framåt. Redan i utgångsmaterialet, Riksskogstaxeringens provytor från 2002-2006 finns träd i olika utvecklingsstadier som består av förädlad eller proveniensförflyttat skogsodlingsmaterial. Inga förändringar är gjorda i Hugin för att försöka fånga effekten på dessa arealer, se vidare under kapitel 5.1.

I scenariot Produktion, se kapitel 2.4.3, ingår ett intensivare nyttjande av förädlad skogsodlingsmaterial. Det här intensivare nyttjandet var initialt tänkt att bestå av två olika komponenter, särplockning av plantagefrö av tall och s.k. bulksticklingar

av gran. Särplockning av tallfrö innebär i korthet att man vid den förväntade överskottssituationen enbart använder sig av de bästa fröerna för plantproduktion. Även effekterna av särplockning är beräknade av Rosvall & Wennström. Särplockningen ger i jämförelse med figur 2.3 en något högre tillväxteffekt (ca 1 procentenhet) de första 30 åren. Rosvall & Wennström föreslår även att scenariot Produktion skulle innehålla s.k. bulksticklingar av gran. Det här innebär i korthet att man skulle, under den tid det finns brist på förädlad material av gran, föröka förädlade plantor med sticklingar. P.g.a. tidsbrist inom projektet har vi dock fått avstå från simulering av användning av bulksticklingar.

Behovsanpassad gödsling

En utförlig beskrivning av tillvägagångssättet för att beräkna produktionseffekten av behovsanpassad gödsling finns i Nilsson & Fahlvik (2006), här ges endast en översiktlig beskrivning av beräkningsmetoden. I tillväxtmodellerna ingår effekten av behovsanpassad gödsling på två olika sätt som tillsammans ger en realistisk tillväxtökning jämfört med produktionsdata från näringsoptimeringsförsök. För det första uppstår en tidsvinst fram tills beståndet är slutet, här definierat som när grundytan har nått 25 m²/ha. Tidsvinsten innebär en accelererad beståndsutveckling i den mogna skogen eftersom tillväxtfunktionerna är känsliga för kombinationen av grundyta och ålder. För det andra görs en ståndortsindexjustering vid bytet från ungskogsfunktioner till tillväxtfunktioner för etablerad skog. Detta byte sker vid en övre höjd om ca 8-9 m.

Tidsvinsten beräknas med funktionen:

$$\text{Normålder} = \text{Åldergodsstart} + \text{GodsÅr} * 1 / (0.2412 + 0.0129 \times \text{SI})$$

där Normålder är åldern för ett ogödslat bestånd; Åldergodsstart är totalåldern vid första gödsling; GodsÅr är det antal år som gödslingen har pågått och SI är ståndortsindex för gran i m.

Tidsvinstfunktionen fungerar så att tillståndet vid normåldern, d.v.s. tillståndet för ett bestånd som har gått ett antal år längre än den faktiska åldern ansätts vid slutet av varje femårsperiod. Exempelvis så kommer tillståndet för ett bestånd med ståndortsindex G20 som gödslas för första gången vid 20 års totalålder (medelhöjd 2,2 m) att få ett tillstånd efter första femårsperioden som ett ogödslat bestånd skulle ha haft vid åldern $20 + 5 \times 1 / (0.2412 + 0.0129 \times 20) = 30$ år och beståndet får efter 15 års gödsling (35 års totalålder) kommer att bli tillståndet för det ogödslade beståndet vid 50 års totalålder. Ovanstående metod att beräkna tidsvinsten har fördelen att effekten av olika gödslingstid eller tidpunkt för första gödsling och effekten av olika stamantal får effekt på produktionsnivån.

Ståndortsindexjusteringen görs med hjälp av funktionen:

$$\text{SI}_{\text{just}} = 12.25 + 0.75 \times \text{SI}$$

där SI_{just} är det justerade ståndortsindexet och SI är ståndortsindex för gran för den ogödslade bestånd.

Koefficienterna i tidsvinst- och ståndortsindexjusteringsfunktionerna har beräknats med hjälp av data från två näringsoptimeringsförsök, ett i Flakaliden i Västerbotten och ett i Asa i Småland (Bergh, Linder & Bergström 1999). Vid beräkning av funktionerna har produktionen för fastgödslingsleden använts men produktionen har nerjusterats med 20% för att kompensera för att gödsling har skett varje år i försöken medan gödsling i praktisk behovsanpassad gödsling förutsätts ske vart annat år fram tills skogen har slutit sig. Funktionerna har validerats mot data från ett intensivgödslingsförsök i Stråsan i Dalarna och överensstämmelsen med data därifrån var relativt god.

Naturvårdsanpassad skötsel

I samband med projektet ”Kontinuitetsskogar och kontinuitetsskogsbruk” gjordes vissa förändringar i Hugin för att bättre kunna simulera hyggesfritt skogsbruk (Lundström 2008). I SKA-VB 08 används denna metod för att simulera naturvårdsanpassad skötsel. Den s.k. naturvårdsanpassade skötseln är använd på ett stort antal typer av mark inom markanvändningsklassen Hänsynsmark, och i scenariot Miljö, även markanvändningsklassen Reservat. Denna modell för naturvårdsanpassad skötsel har därmed använts för att simulera ett lägre resursutnyttjande generellt, i brist på möjligheten att utveckla modeller för olika hänsynssyften. Därmed inte sagt att hyggesfritt skogsbruk är ett lämpligt sätt att anpassa skötseln på t.ex. mark med kulturlämningar. Men den har antagits vara en tillräckligt god approximation av den påverkan som ett anpassat brukande i snitt kan få på virkesproduktionen.

Modellen för simulering av hyggesfritt skogsbruk går i korthet ut på att avverkningar genomförs som gallringar när minst 30 % av volymen kan tas ut utan att volym efter åtgärd understiger nivån på kurvan som finns i de allmänna råden kopplat till 10 § i skogsvårdslagen. Kurvan anger det virkesförråd som bör lämnas för att avverkningen skall kunna anses främja skogens utveckling. Nivån ges av funktionen:

$$V_{min} = 0,1875 \cdot h^2 + 6,5 \cdot h - 33,75$$

där h är medelhöjden, här ersatt med SI-2 (SI = ståndortsindex)

Övriga förändringar i Hugin-systemet

Utöver de ovan genomgångna förändringarna i Hugin-systemet har några funktioner bytts ut mot nyutvecklade, på grund av att nyare kunskap funnits tillgänglig. Det gäller funktioner för att skatta effekten av traditionell gödsling på tillväxten (Pettersson 1994a, 1994b) och nya funktioner för att skatta mängden biomassa i stubbar (Pettersson & Ståhl 2006).

2.1.6 BM-win

För simulering av möjlig virkesproduktion på idag befintlig eller i framtiden nedlagd åkermark har en version av Lantmäteriverkets system BM-win tillämpats. BM-win är datorstödet till Beståndsmetoden vilken används allmänt i Sverige för fastighetsvärdering av skog och skogsmark. Metoden bygger på framskrivningar av givna skogstillstånd med skötselprogram som kan styras de första 30 åren och

därefter följer en standard för skogsvård, gallring respektive föryngringsavverkning. Beståndsmetoden finns dokumenterad i flera rapporter, i detta sammanhang framförallt Andersson (1988) som beskriver tillväxt- och avverkningsberäkning samt t.ex. i manualen till BM-win (Lantmäteriverket 2008). I den föreliggande konsekvensberäkningen har flera anpassningar av BM-win genomförts. Det gäller följande:

- Redovisning av beräkningar inom framskrivningsperioden (100 år) vilket innebär möjlighet till redovisning av flera generationer relativt standardversionen av BM-win
- Möjlighet att styra skogsvården de första 40 åren
- Införande av hybridasp inklusive anpassning av produktionsnivå och tillväxtförlopp
- Komplettering med funktioner för skattning av avverkningens biomassainnehåll (stam, bark, grenar, barr, toppar och stubbar)
- Förkortad omloppstid för gran på de bästa markerna

2.2 Potentiell avverkning

Den totala avverkningsnivån i Hugin bestäms innan simuleringen av en tioårsperiod och beräknas av en algoritm vars ingående parametrar kan justeras. Algoritmen utgår från tillväxten i föregående period som underlag för avverkningsvolymen. Denna volym kan därefter justeras via variablerna; tillväxttrend, åldersklassfördelningens relation till en önskad åldersklassfördelning samt den stående volymens relation till en önskad volym. De sistnämnda variablerna har inkluderats i Hugin för att det skall gå att långsiktig uppnå ett önskat tillstånd avseende åldersklassfördelning och virkesförråd. De parametrar som är kopplade till respektive tillståndsvariabel kan justeras av användaren för att öka eller minska den påverkan på avverkningsvolymen som variablerna har.

I de beräkningar som genomförts i SKA-VB 08 har utgångspunkten varit att inte sträva efter ett förbättrat, eller försämrat, skogstillstånd. Utgångspunkten har istället varit att bibehålla dagens skogstillstånd. Ansatsen har därmed varit att söka en så hög avverkningsnivå som möjligt utan att den framtida tillväxten och därmed den framtida avverkningen skall minska. Denna avverkningsnivå presenteras i resultaten som *potentiell avverkning*. Den potentiella avverkningen avser enbart avverkning av levande träd på produktivskogsmark.

Huvudprincipen vid bestämning av den potentiella avverkningen var alltså att låta den motsvara nettotillväxten i föregående period (total tillväxt minus naturlig avgång). Övriga parametrar i avverkningsalgoritmen sattes således inledningsvis så att de inte påverkade avverkningsnivån. Efter en preliminär beräkning gjordes justeringar av avverkningsalgoritmen för vissa beräkningsområden där den potentiella avverkningen sjunkit påtagligt efter den inledande tioårsperioden. Praktiskt gjordes dessa justeringar genom att aktivera de parametrar i avverkningsalgoritmen som påverkar utvecklingen mot en jämnare åldersklassfördelning. Detta innebär viss hushållning av skog med *relativ ålder* i spannet 0.7-1.0. Med relativ

ålder avses åldern i relation till Lägsta tillåtna ålder för föryngringsavverkning enligt Skogsvårdslagen (LSÅ) (relativ ålder $1.0 = 1,1 * LSÅ$).

Den potentiella avverkningen fördelas sedan mellan föryngringsavverkning och gallring. Hur stor gallringsvolym som ska tas ut bestäms utifrån gallringsandel (av totalproduktionen för en viss ståndort) och aktuell åldersklassfördelning. Skillnaden mellan potentiell avverkning och beräknad gallringsvolym blir föryngringsavverkad. Det innebär att om arealen i gallringsbar ålder är stor kommer en större andel av den potentiella avverkningen att tas ut som gallring.

Beräkningarna enligt ovan görs separat för Virkesproduktionsmark i respektive ägarkategori. Avverkningen på hänsynsmarken är behovsstyrd, dvs. den gallring som görs sker när det är möjligt att ta ut minst 30 % av volymen utan att underskrida 10§ i SVL. Se vidare under kapitel 2.1.4.

2.3 Hugin – Jämförelse av tillväxt med olika utgångsmaterial

Under de år som Hugin använts som beräkningssystem för regionala konsekvensanalyser har funderingar om hur bra systemet klarar av att beskriva utvecklingen av skogarna ofta framförts. De funktioner som utnyttjas för att beräkna trädens tillväxt utvecklades under slutet av 1970-talet, och bygger på tillväxten på enskilda träd i början av 1970-talet (Söderberg 1986). Ungskogarna som ligger till grund för att generera ny skog efter en föryngringsavverkning är etablerade ännu tidigare, de äldsta kommer från mitten av 1950-talet (Elfving 1982). Frågorna som ställts har ofta handlat om att den nya skogen ser annorlunda ut än den som ligger till grund för beskrivningen i Hugin, och att skötseln idag skiljer sig från den som de träd som funktionerna bygger på var utsatta för.

Inom Huereka-projektet har nya funktioner utvecklats för att beskriva tillväxten i etablerad skog, baserat på permanenta provytor från Riksskogstaxeringen åren 1983-1987 och återinventering 1988-1992. Dessa funktioner har jämförts med de gamla som används i Hugin. Jämförelsen visar att det inte blir någon nämnvärd skillnad i beskrivningen av hur träden växer (muntlig referens Björn Elfving, SLU).

En mer storskalig jämförelse av hur ”bra” Hugin-systemet klarar av att beskriva skogens utveckling har gjorts inom detta projekt. Beräkningar för ett antal områden med ett utgångsläge baserat på Riksskogstaxeringens provytor från 1988-1992 (Sveriges Lantbruksuniversitet 1993) har skrivits fram till 2090. Utgångsmaterialet är därmed detsamma som användes i AVB 92 (Anon 1992b). Under framskrivningen har avverkningen satts till den faktiska avverkningen under de 20 åren från 1990-2010. Resultaten har därefter jämförts med resultaten från SKA-VB 08 under perioden 2010-2090.

Jämförelsen har gjorts för 3 olika områden, Västerbottens kustland, Dalarna och Jönköpings län. Att få fram en exakt nivå på avverkningen i dessa områden under perioden 1990-2010, fördelat på ägarkategorier och avverkningsformer är svårt med tillgänglig statistik. Men en ungefärlig nivå som duger för att kunna jämföra utvecklingen i stort med avseende på virkesförrådets utveckling och möjlig avverkning är fullt möjligt. En ambition i specifikationen av avverkningen under

perioden 1990-2010 har varit att nå ett virkesförråd som är ungefär som i utgångslägena i SKA-VB 08.

I övrigt är förutsättningarna i dessa beräkningar samma som i effektanalysen Klimat, dvs. som scenariot Referens men utan den tillväxthöjande effekten av ett förändrat klimat. Resultat från dessa jämförelser redovisas i kapitel 3.10.

2.4 Beskrivning av nationella scenarier

I följande kapitel redovisas förutsättningarna för de fyra nationella scenarier som beräknats inom projektet och i kapitel 2.5 presenteras förutsättningarna för de 6 effektanalyserna. De fyra nationella scenarierna är utformade för att studera den sammanlagda effekten av en stor mängd olika åtgärder. Effekter av en enskild åtgärd går alltså inte att utläsa av resultaten från scenarierna. Ambitionen vid utformningen av scenarierna har varit att skapa en stor spännvidd i förutsättningar för att på så vis belysa valmöjligheter i en möjlig framtida utveckling.

Effektanalyserna är å andra sidan utformade för att belysa effekten av en eller några enskilda åtgärder.

Vid utformningen av scenarierna och effektanalyserna har intryck tagits från framför allt två politiska processer, regeringens skogsproposition (Anon 2007b) och Miljömålsrådets fördjupade utvärdering av miljömålen (Naturvårdsverket 2008), som förväntas leda till en ny miljömålsproposition under 2009 eller 2010. I skogspropositionen bedömer regeringen att ”En ökad tillväxt av skogen bör främjas genom en fortsatt aktiv skogspolitik, högkvalitativ produktionsforskning och ökade skogsvårdsinsatser av skogsbruket...”. Man talar vidare om behovet av kunskapsuppbyggnad i olika former för att uppnå denna ökade tillväxt, inom områden som bättre växtodlingsmaterial, skog och vilt i balans, röjning, skogsmarksgödsling, dikesrensning och intensivskogsodling. Vidare ser man även utökade behov när det gäller biologisk mångfald och kulturmiljöer i skogen, så som förbättrad hänsyn till vattenvårdens intressen, hänsyn till natur- och kulturmiljövärden vid skogliga åtgärder och ökad kunskapsuppbyggnad för skydd av skogsmark, uppföljning av frivilliga avsättningar och vård och skötsel av naturvärden, kulturmiljövärden samt skogens sociala värden.

Från Miljömålsrådets fördjupade utvärdering av miljömålen så har framför allt miljökvalitetsmålet Levande skogar men också miljökvalitetsmålen Myllrande våtmarker och Ett rikt växt och djurliv påverkat utformningen av scenarierna. När det gäller Levande skogar konstaterar Miljömålsrådet att det är mycket svårt eller inte möjligt att nå till målåret 2020. Man förslår vidare nya delmål och åtgärder till 2020 men säger samtidigt att de inte räcker för att nå miljökvalitetsmålet, utan det kommer krävas ytterligare åtgärder.

Inom det tredje viktiga politikområde som påverkar skogens skötsel och nyttjande, klimat- och energipolitiken, pågår även där politiska processer, t.ex. klimatberedningens betänkande om svensk klimatpolitik (Anon 2008b). Klimat- och energipolitiken kan dock inte sägas ha påverkat scenariernas utformning, och inte heller miljökvalitetsmålet Begränsad klimatpåverkan. Däremot är resultaten från scenarierna av betydelse som underlag inom klimat- och energipolitiken.

De fyra nationella scenarierna speglar olika ambitionsnivåer i framtida skogsskötsel och miljömålsarbete. De fyra nationella scenarierna är:

- Referens – beskriver utvecklingen förutsatt nuvarande ambitioner i skogsskötseln, beslutad miljöpolitik till år 2010 och en förändring av klimatet. Med beslutad miljöpolitik menas att scenariot förutsätter att delmål 1 under miljökvalitetsmålet Levande skogar kommer att bli uppfyllt.

De tre övriga scenarier utgår från scenariot Referens. Antingen har miljöambitioner, skogsskötselambitioner eller båda ökats i förhållande till scenariot Referens.

- Miljö – belyser utvecklingen förutsatt ökade miljöambitioner. Miljöambitioner är höjda till en nivå som bedömts kunna leda till att man kan uppfylla de övergripande miljökvalitetsmålen, framför allt Levande skogar. Det här innebär att scenariot har högre miljöambitioner än Miljömålsrådets förslag till delmål till 2020. Ambitioner i skogsskötsel och effekter av klimatförändringar är på samma nivå som i Referens
- Produktion - belyser potentialen för och effekterna av en ökad virkesproduktion givet rimliga men höga investeringsnivåer i skogsbruket. Miljöambitioner och effekter av klimatförändringar är på samma nivå som i Referens.
- Miljö + Produktion - belyser utvecklingen förutsatt både ökade miljöambitioner och rimliga men höga investeringsnivåer i skogsbruket för att öka produktionen. Scenariot innebär en sammanslagning av förutsättningarna för scenarierna Miljö och Produktion.

Alla nationella scenarierna inkluderar en ökad tillväxt till följd av ett förändrat klimat, se kapitel 2.1.5 och 2.5.1. Dock förväntas även ett förändrat klimat ge upphov till ökade skador i skogen. Effekten av dessa ökade skador ingår dock inte i de nationella scenarierna.

2.4.1 Referens

Referens beskriver utvecklingen förutsatt nuvarande skogsskötsel, beslutad miljöpolitik till år 2010 och en sannolik förändring av klimatet. Med beslutad miljöpolitik menas att scenariot förutsätter att delmål 1 under Miljökvalitetsmålet Levande skogar kommer att uppfyllas.

Förutsättningarna i scenariot referens bygger till alla största del på befintlig statistik över skogsskötselåtgärder och arealer med olika markanvändning. Ett flertal statikkällor är använda från framförallt SLU, Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen. Målet har varit att beskriva förutsättningarna i 27 st beräkningsområden och två ägarkategorier, se kapitel 2.1.2, men i många fall har den statistiska osäkerheten varit för hög för att tillåta en så pass detaljerad nedbrytningsnivå. I dessa fall har förhållandena antagits vara desamma i 2-4 angränsande beräkningsområden.

I en del fall har det inte funnits några tillförlitliga statistikkällor, då har antaganden gjorts. De variabler som saknar källhänvisning nedan är antagna värden.

Statistiken som använts för att beskriva nuvarande skogsskötselambitioner avser i de allra flesta fall åren 2002-2006. Man kan därmed säga att scenariot Referens förutsätter skogsskötselambitioner under denna tid.

Statistiken som använts för att beskriva indelning i olika markanvändningsklasser avser i de allra flesta fall tillståndet vid utgången av 2006.

Fördelning i markanvändningsklasser

För att kunna beräkna scenariet behöver en fördelning av skogsmarksarealen göras i markanvändningsklasserna:

- Reservat
- Hänsynsmark
- Virkesproduktionsmark

Scenariet syftar till att beskriva tillståndet förutsatt att delmål 1 under Levande skogar uppnås vilket innebär att från tillståndet 1998 skall ytterligare 400 tusen hektar produktiv skogsmark skyddas (Anon 2000). I det utgångsmaterial som används i beräkningarna (Riksskogstaxeringens provytor från 2002-2006) är det känt vilka ytor som ligger inom formella skydd vid utgången av 2006. Därför har formella skydd bildade mellan 1999-2006 räknats av från målet för att få fram den areal som återstår innan målet är uppfyllt, tabell 2.3. Vad som återstår under målperioden är beräknat för respektive län utifrån den regionalisering som gjordes i den nationella strategin för formellt skydd av skog (Naturvårdsverket & Skogsstyrelsen 2008).

Tabell 2.3 Uträkning av hur stora arealer formella skydd som återstår för delmål 1 under Levande skogar vid utgången av år 2006, 1000 hektar.

	Mål enligt strategin för formellt skydd av skog ¹	Inköpta arealer NR ² 1999-2006 ²	Bildade Biotopskydd 1999-2006 ³	Tecknade naturvårdsavtal 1999-2006 ³	Kvar under målperioden
Norra Norrland	110	23	3	3	82
Södra Norrland	72	21	4	2	46
Svealand	119	41	5	4	68
Götaland	100	30	6	4	59
Hela landet	400	115	18	14	254

¹Källa :Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen 2005.

²Med NR avses naturreservat. Källa: Naturvårdsverket.

³Källa: Skogsstyrelsen.

De tillkommande arealerna med formellt skydd är sedan fördelade på Riksskogstaxeringen ytor genom att kombinera information om deras geografiska läge med information om läget för kända värdekärnor. De kända värdekärnorna består av den sammanställning av inventeringar av naturvärden i skogsmark som genomfördes i samband med frekvensanalysen av skyddsvärd natur (FaSN) (Naturvårdsverket 2005). FaSN materialet har kompletterats med uppdaterad information från

Länsstyrelser och Skogsstyrelsen. Vid fördelningen av de tillkommande arealerna med formella skydd har även information om värdeetrakter använts. Värdeetrakter är landskapsavsnitt med högre koncentration av värdekärnor än omkringliggande landskap. Vid fördelningen av arealen med tillkommande formella skydd har i första hand provytor valts ut som ligger inom en värdekärna och inom en värdeetrakt. I de fall provytorna inom värdekärnor och värdeetrakter inte räckt till har värdekärnor utanför värdeetrakter valts ut.

Den tillkommande arealen formella skydd är därmed även fördelad mellan enskilda och övriga ägare i relation till frekvensen skog med kända naturvärden. De tillkommande arealerna formella skydd och befintliga formella skydd är lagda i markanvändningsklassen Reservat och där genomförs inga ingrepp utan utvecklingen skrivs fram helt utan skogliga ingrepp.

Hänsynsmarken består av hänsynsytor (<0,5 hektar) som uppstår vid föryngringsavverkning och skogsbrukets frivilliga avsättningar (>0,5 hektar). Information om en provyta är hänsynsmark saknas på Riksskogstaxeringens provytor, därför har denna areal simulerats ut på provytorna. Information om skogsbrukets frivilliga avsättningar baserar sig på Skogsstyrelsens uppföljning (Skogsstyrelsen 2008b). Uppföljningen avser i genomsnitt tillståndet 2006. När förutsättningarna för scenariot Referens togs fram var inte all datainsamling till uppföljningen av frivilliga avsättningar avslutad. Därför baserar sig scenariot Referens på äldre uppgifter från Sveaskog. De arealer som presenteras i tabell 2.4 är därmed ca 100 tusen hektar lägre än de som redovisas i uppföljningen av frivilliga avsättningar. För övriga ägare är det i huvudsak känt hur de frivilliga avsättningarna fördelar sig mellan län medan de enskilda ägarnas frivilliga avsättningar fördelats i relation till arealen FSC eller PEFC certifierad produktiv skogsmark hos enskilda ägare i respektive län. Detta har gett en något annorlunda fördelning även på landsdelar än vad som redovisas i uppföljningen av skogsbrukets frivilla avsättningar.

Tabell 2.4 Skogsbrukets frivilliga avsättningar fördelat på ägarkategorier och landsdelar (1000 hektar).

	Enskilda Ägare	Övriga ägare	Totalt
Norra Norrland	16	450	466
Södra Norrland	36	212	248
Svealand	33	143	176
Götaland	116	49	165
Hela landet	200	854	1054

En delmängd som motsvarar arealen frivilliga avsättningar, av Riksskogstaxeringens provytor, har sökts ut. Vid den här utsökningen har vi eftersträvat att spegla fördelningen av skogsbrukets frivilliga avsättningar över åldersklasser, beståndstyper, ståndortsindex och markfuktighetsklasser. Dessa fördelningar presenteras vidare i Skogsstyrelsen uppföljning (Skogsstyrelsen 2008b).

Utöver frivilliga avsättningar ingår de hänsynsytor som lämnas vid föryngringsavverkning. Information om andelen av den föryngringsavverkade arealen som lämnas som hänsynsytor är hämtade från Skogsstyrelsens uppföljning av miljöhänsyn vid föryngringsavverkning (Polytax R1). I genomsnitt lämnas 4,5 % av

den föryngringsavverkade arealen som hänsynsytor. Variationen mellan ägarkategorier är liten, så därför har samma värden antagits gälla för både enskilda som övriga ägare, tabell 2.5. Scenariot Referens bygger sedan på antagandet att denna andel kommer lämnas vid alla föryngringsavverkningar under den 100 års period som beräkningarna avser, och alltså beröra all mark utanför formella skydd och skogsbrukets frivilliga avsättningar. De arealer hänsynsytor som därmed ingår i markanvändningskategorin Hänsynsmark framgår av tabell 2.5. Totalt omfattar därmed Hänsynsmarken ca 2 miljoner hektar.

Tabell 2.5 Andel hänsynsytor av föryngringsavverkad areal (%) (Källa, Polytax R1) och areal hänsynsytor totalt i scenariot Referens fördelat på ägarkategorier och landsdelar, 1000 hektar.

	Andel (%) hänsynsytor	Areal hänsynsytor		
		Enskilda ägare	Övriga ägare	Totalt
Norra Norrland	4,2	109	154	262
Södra Norrland	3,9	99	120	219
Svealand	4,5	117	106	223
Götaland	5,2	196	52	248
Hela landet		521	431	953

Hänsynsytorna är fördelade på Riksskogstaxeringens provytor på motsvarande sätt som de frivilliga avsättningarna. Eftersom Hänsynsytorna lämnas vid föryngringsavverkning från det att de första arealerna avverkas år 2010 till år 2109 har vi antagit att de i dag har en jämn åldersklassfördelning. I övrigt har vi eftersträvat en förskjutning av fördelningen över ståndortsindex mot lägre ståndortsindex än skogsmarken i allmänhet, med ca 4 m inom respektive landsdel.

Inom markanvändningskategorin Hänsynsmark har vi antagit att det kommer att förekomma olika former av anpassade avverkningar, i denna rapport kallat anpassad skötsel. Dessa avverkningar beskrivs utförligare i kapitel 2.1.5. För att fördela de frivilliga avsättningarna i anpassad skötsel och orört har statistik över andelen NO (Naturvård orört) resp NS (Naturvård skötsel) från de Gröna planer som gjordes inom Skogsstyrelsens regi mellan åren 1998-2001 använts, tabell 2.6. För att fördela hänsynsytorna i anpassad skötsel och orört har vi gjort antaganden om vilka biotyper som kan tåla eller där miljövärdena kan gynnas av ingrepp. Därefter har andelen av sådana biotyper skattats från Polytax R1. I huvudsak är det hänsynsytor som utgör skyddszoner/kantzoner mot andra ägoslag än skog.

Tabell 2.6 Antagen andel (%) naturvårdsanpassad skötsel i hänsynsytor och frivilliga avsättningar, av totala arealen hänsynsytor respektive frivilliga avsättningar.

	Hänsynsytor	Frivilliga avsättningar
Norra Norrland	51	13
Södra Norrland	35	20
Svealand	30	37
Götaland	25	53

Sammantaget ger detta en fördelning på de olika markanvändningsklasserna enligt tabell 2.7. Ca 4 % av skogsmarksarealen består av formella skydd och ligger i markanvändningsklassen Reservat. 9 % av skogsmarksarealen är hänsynsytor eller frivilliga avsättningar inom markanvändningsklassen Hänsynsmark, varav 3 procentenheter brukas med anpassade metoder. Resterande 87 % är virkesproduktionsmark, som i sin tur fördelar sig med 47 procentenheter på enskilda ägare och 40 på övriga ägare.

Tabell 2.7 Produktiva skogsmarksarealens (1000 hektar) fördelning på markanvändningsklasser i Scenariot Referens.

	Reservat	Hänsynsmark		Virkes- produktions mark	Totalt
		Orörd	Anpassad skötsel		
Norra Norrland	472	531	207	5950	7 160
Södra Norrland	161	334	128	5383	6 006
Svealand	193	277	133	4629	5 226
Götaland	130	276	150	4421	4 976
Hela landet	956	1418	616	20383	23 369

De här efter följande beskrivningarna av föryngringsåtgärder, röjning, gallring, gödsling och hänsynsträd avser hur skogsbruket bedrivs på virkesproduktionsmarken.

Föryngringar

I medeltal planterades 63 % av föryngringsarealen under åren 2002-2006, tabell 2.8, med högst planteringsandel i Götaland följt av södra Norrland. Naturlig föryngring användes på 33 % av arealen medan en mycket liten andel såddes, ca 1 %. På 3 % av arealen genomfördes inga aktiva föryngringsåtgärder.

Tabell 2.8 Fördelning på föryngringsmetoder som andel (%) av all mark som föryngringsavverkas fördelat på ägargrupper och landsdelar. Källa, Skogsstyrelsen, Polytax R5/7, 2002-2006.

	Enskilda ägare				Övriga ägare			
	NN	SN	SV	GÖ	NN	SN	SV	GÖ
Plantering	48	54	44	72	56	81	75	78
Sådd	0	1	0	0	3	0	1	0
Naturlig föryngring	47	42	50	24	39	18	24	17
Ingen aktiv åtgärd	4	3	6	5	1	1	1	5

Väntetiden vid skogsodling, tiden från föryngringsavverkning till dess att föryngringsåtgärderna genomförts, är satt till 3 år för bägge ägarkategorierna och för hela landet. Val av trädslag vid plantering och sådd framgår av tabell 2.9. I Götaland och Svealand finns en stark övervikt av plantering med gran medan det i norra Norrland finns en stark övervikt av plantering med tall. Skogsodling av lövträd har liten omfattning.

Tabell 2.9 Fördelning på trädslag vid skogsodling (plantering och sådd) fördelat på ägargrupper och landsdelar. Källa, kombination av uppgifter från Skogsstyrelsen, Polytax R5/7, 2002-2006 och plantundersökningen.

	Enskilda ägare				Övriga ägare			
	NN	SN	SV	GÖ	NN	SN	SV	GÖ
Tall/Contorta	82	49	30	11	75	62	42	14
Gran	18	51	69	87	25	38	57	84
Björk	0	0	1	2	0	0	1	2

Totalt planteras i Referens 3 300 hektar contorta årligen, tabell 2.10. Merparten, 2 200 hektar planteras av markägarkategorin övriga ägare, i norra och södra Norrland.

Tabell 2.10 Årlig areal planterad med Contorta (hektar). Källa, Skogstyrelsen, Intervjuundersökningen + ST16, 2002-2006.

	Enskilda ägare				Övriga ägare			
	NN	SN	SV	GÖ	NN	SN	SV	GÖ
Contorta	300	500	100	0	800	1400	200	0

Användningen av förädlad material i scenariot Referens vid plantering baserar sig på prognoser över tillgång av förädlad frö med nuvarande planer på investeringar i nya fröplantager (Rosvall och Wennström 2008). Dessa prognoser har kombinerats med planterade arealer från Polytax R5/7 och antaganden om antal planterade plantor per hektar. En utgångspunkt har varit att allt tillgängligt förädlad frö kommer ut på marknaden och kommer att användas. I övrigt har vi antagit att det för tall och gran alltid kommer att finnas en liten användning av oförädlad material från orten (5 %). För tall leder dessa antaganden till att det inte kommer finnas någon brist på förädlad material, utan 95 % av de planterade plantorna består redan från 2010 av förädlad material i scenariot. Inte heller för Contorta finns någon brist på förädlad material, för contorta består 100 % av de planterade plantorna av förädlad material. För gran däremot finns ett underskott av förädlad material under perioden 2010-2029, tabell 2.11. I fallet med gran, där det finns en brist för att nå upp till 95 %, antas mellanskillnaden bestå av provinienförflyttat plantmaterial.

Tabell 2.11 Andel av planterade plantor som består av förädlad plantmaterial fördelat på ägargrupper och landsdelar (%). Källa, bearbetning av material från Rosvall & Wennström 2008.

Trädslag/perioder	Enskilda ägare				Övriga ägare			
	NN	SN	SV	GÖ	NN	SN	SV	GÖ
Tall								
2010-2109	95	95	95	95	95	95	95	95
Gran								
2010-2019	61	69	72	72	78	85	81	81
2020-2029	78	82	82	92	95	95	91	94
2030-2109	95	95	95	95	95	95	95	95

Antalet planterade plantor per hektar vid plantering är, efter muntliga kontakter med företrädare för skogsbruket, satt till $1610 + 40 *SI$ (ståndorstindex i m) för tall och $1290 + 35 *SI$ för gran. Det här innebär att plantalet är mindre beroende av markens bördighet än i tidigare utförda beräkningar med Hugin. Dock ger de per landsdel ungefär samma genomsnittliga plantantal som i tidigare studier.

I snitt över riket lämnas 62 fröträd per hektar vid naturlig föryngring. Övriga ägare lämnar något fler (66 st/hektar) än enskilda ägare (58 st/hektar), tabell 2.12.

Tabell 2.12 Antal fröträd vid naturlig föryngring fördelat på ägargrupper och landsdelar (st/hektar). Källa, Riksskogstaxeringen, 2002-2006.

	Enskilda ägare				Övriga ägare			
	NN	SN	SV	GÖ	NN	SN	SV	GÖ
Antal Fröträd	47	73	47	65	57	70	74	68

Av den planterade arealen markbereds 87 %, medan 65 % av den naturligt föryngrade arealen markberetts, tabell 2.13.

Tabell 2.13 Andel av respektive föryngringsmetod som är markberedd (%). Källa, Skogsstyrelsen, Polytax R5/7, 2002-2006.

Trädslag/perioder	Enskilda ägare				Övriga ägare			
	NN	SN	SV	GÖ	NN	SN	SV	GÖ
Skogsodling	96	95	72	67	100	99	94	86
Naturlig föryngring	75	66	52	42	80	82	77	69

Röjning och gallring

Andelen av ungskogsarealen som röjs är bedömd genom att kombinera röjd areal under åren 2002-2006 från Riksskogstaxeringen med föryngringsavverkad areal från de senaste 20 åren. Genom att sedan göra antaganden om under vilka tidsperiod i olika delar av landet som den föryngringsavverkade arealen är i åldersklasser med röjningsbehov och antaganden om hur stor andel av ungskogen som röjs mer än en gång har andelen av ungskogen som röjs kunnat bedömas. Resultatet av bedömningarna som använts som förutsättning för scenariot Referens framgår av tabell 2.14.

Tabell 2.14 Andel av ungskogsarealen som röjs (%) fördelat på ägargrupper och landsdelar. Källa, Kombination av uppgifter från Riksskogstaxeringen, 2002-2006.

	Enskilda ägare				Övriga ägare			
	NN	SN	SV	GÖ	NN	SN	SV	GÖ
Andel röjd areal	60	60	70	90	95	95	95	95

I Hugin är stamantal efter röjning satt som en funktion av ståndortsindex. Där stamantalet ökar med 80-100 stammar per hektar för varje meter ökning i ståndortsindex. I genomsnitt ger funktionerna som styr det här stamantal som ungefär

motsvarar stamantalen i tabell 2.15. Enskilda ägare röjer då till ett något högre stamantal än övriga ägare.

Tabell 2.15 Totalt stamantal per hektar (st/hektar) och trädslagssammansättning (%) efter utförd röjning fördelat på ägargrupper och landsdelar. Källa, Riksskogstaxeringen, 2002-2006.

	Enskilda ägare				Övriga ägare			
	NN	SN	SV	GÖ	NN	SN	SV	GÖ
Stamantal	5000	3600	3300	3600	2800	3400	3300	3200
Andel tall	38	45	51	23	52	53	66	26
Andel gran	30	35	33	60	20	35	25	59
Andel björk	32	20	17	16	28	11	9	15

Gallringsuttagens storlek i Hugin sker enligt Skogsstyrelsens gallringsmallar (Skogsstyrelsen 1989). Informationen i tabell 2.16 har för grupper av beräkningsområden och ägarkategorier använts, tillsammans med information om grundyta efter gallring, för att verifiera att det genomsnittliga uttag som detta resulterar i väl överensstämmer med de faktiska gallringsstyrkorna vid dagens gallringar. Förutom för enskilda ägare i norra Norrland, som avviker i gallringsuttagens storlek och något i lämnad grundyta efter gallring, så har inte funnit några större avvikelser från gallringsmallarna. Därmed har vi inte funnit att det funnits skäl att ändra på hur gallringsuttagens storlek simuleras i Hugin.

Tabell 2.16 Gallringsstyrka uttryckt som uttagets andel (%) av grundytan före avverkning fördelat på 1:a gallring och övrig gallring samt ägargrupper och landsdelar. Källa, Riksskogstaxeringen, 2002-2006.

	Enskilda ägare				Övriga ägare			
	NN	SN	SV	GÖ	NN	SN	SV	GÖ
1:a gallring	44	31	34	35	27	30	27	27
Övrig gallring	67	17	30	25	42	27	26	22
Totalt	55	28	31	27	31	28	27	24

Av tabell 2.17 framgår vilket trädslagsval som görs vid gallring. På landsnivå är inget trädslag överrepresenterat i gallringsuttaget i förhållande till dess förekomst. Valet av bestånd för gallring och röjning görs med de sannolikhetsfunktioner som uppdaterats inom SKA-VB 08, se kapitel 2.1.4.

Tabell 2.17 Trädslagsval vid gallring. Utryckt som utgallrad grundyta som andel av grundytan före gallring för respektive trädslag (%), fördelat på ägargrupper och landsdelar. Källa, Riksskogstaxeringen, 2002-2006.

	Enskilda ägare				Övriga ägare			
	NN	SN	SV	GÖ	NN	SN	SV	GÖ
Tall	31	25	26	19	25	25	28	22
Gran	46	46	30	27	29	44	27	25
Löv	70	46	33	23	30	20	21	22

Gödsling

Totalt gödslas 25 500 hektar årligen, varav merparten sker hos ägarkategorin övriga ägare från Svealand och norrut. Gödslingen sker i Referens en gång per omloppstid, tabell 2.18.

Tabell 2.18 Årlig areal (hektar) gödsling per ägargrupp och landsdel. Skogsstyrelsen, Intervjuundersökningen + ST16, 2006.

	Enskilda ägare				Övriga ägare			
	NN	SN	SV	GÖ	NN	SN	SV	GÖ
Gödslad areal	0	700	500	500	5 600	12 000	6 100	100

Hänsynsträd vid föryngringsavverkning

Antalet hänsynsträd som lämnas vid föryngringsavverkning i Scenariot Referens framgår av tabell 2.19. I Hugin är sannolikheten för att ett träd skall bli ett hänsynsträd satt utifrån trädslag och diameter till en nivå så att utfallet i snitt skall stämma med antalet i tabellen nedan. Antalet hänsynsträd skiljer enligt Polytax mycket lite mellan ägarkategorierna varför sannolikheterna är satt till samma värde för båda ägarkategorierna. I snitt över hela landet lämnas 8 hänsynsträd per hektar varav 28 % är tall och 40 % björk.

Tabell 2.19 Antal lämnade träd vid föryngringsavverkning (st/hektar) och fördelning på trädslag som andel (%) av totalt antal träd. Källa, Skogsstyrelsen, Polytax R5/7, 2002-2006.

	Totalt			
	NN	SN	SV	GÖ
Antal hänsynträd	6	6	9	12
Andel Tall	36	21	27	31
Andel Gran	3	7	7	4
Andel Björk	37	51	41	35
Andel övrigt löv	24	21	24	30

Fördelningen av hänsynsträd på grövre och klenare än 25 cm framgår av tabell 2.20. Över riket som helhet är majoriteten av hänsynträden av tall grövre än 25 cm i brösthöjd, medan för gran är majoriteten klenare än 25 cm. Björk och övrigt löv är ungefär jämt fördelat på över och under 25 cm i brösthöjd.

Tabell 2.20 De vid föryngringsavverkning lämnade trädens fördelning på större än eller mindre än 25 cm i brösthöjd (%). Källa, Skogsstyrelsen, Polytax R5/7, 2002-2006.

	Totalt			
	NN	SN	SV	GÖ
< 25 cm	58	57	46	41
≥ 25 cm	42	43	54	59

2.4.2 Miljö

Miljö syftar till att belysa utvecklingen förutsatt ökade miljöambitioner. Miljöambitioner är höjda till en nivå som bedömts kunna leda till att man kan uppfylla de övergripande Miljökvalitetsmålen, framför allt Levande skogar. Det här innebär att scenariot har högre miljöambitioner än Miljömålsrådets förslag till delmål till 2020.

Följaktligen försöker vi kvantifiera de långsiktigt nödvändiga nivåerna för ett antal olika miljöfaktorer. I flera fall är detta mycket svårt. Endast i några enstaka fall finns etablerade bristanalyser som ger god bild av de långsiktiga behoven. För flera miljöfaktorer är det svårt att få ens nuläget tillfredsställande beskrivet. Till dessa svårigheter bör läggas Hugin-systemets möjligheter att simulera effekterna av olika miljöfaktorer är begränsade.

Med utgångspunkt i specificeringen av Referensscenariot har ambitionerna för olika miljöfaktorer höjts i huvudsak genom följande åtgärder:

- Ökad areal formellt skydd och frivilliga avsättningar i enlighet med förslag i Miljömålsrådets fördjupade utvärdering av miljökvalitetsmålen (Naturvårdsverket 2008).
- Naturvårdsbiologisk restaurering av skog i enlighet med behovsbedömning i fördjupad utvärdering av Levande skogar (Skogsstyrelsen 2007a) och Miljövårdsberedningens bristanalys från 1997 (Anon 1997).
- Ökad hänsyn vid vattendrag/sjöar i form av funktionella kantzoner.
- Förbättrad miljöhänsyn vid föryngringsavverkning upp till en nivå där alla föryngringsavverkningar skall klara Skogsstyrelsens rådgivningsnivå (bättre än LIT i Polytax).
- Anpassad skötsel på områden med höga kulturmiljövärden.
- Anpassad skötsel för sociala värden i tätortsnära skog.

För implementeringen i Hugin har ytor i Riksskogstaxeringens databas som motsvarar önskad areal pekats ut för att ingå i andra markanvändningsklasser och ansättas annan skötsel. Arealangivelser som presenteras i tabell 2.21 avser vad som omfattas utöver Referensscenariot.

Delmålet Bevarande av skyddsvärd skogsmark innebär enligt Skogsstyrelsens underlagsrapport (Skogsstyrelsen 2007a) att man föreslår att utöver delmålen till 2010 skall ytterligare 450 tusen hektar skyddsvärd skog avsättas som formella skydd och 50 tusen hektar på frivillig väg. Dessa arealer har i scenariot undantagits helt från skogsbruk och flyttas till markanvändningsklassen Reservat respektive Hänsynsmark. De av Riksskogstaxeringens provytor som flyttats har pekats ut genom att samköra deras geografiska läge med geografisk information om kända värdekärnor som inte omfattas av formella skydd (Naturvårdsverket 2005). De kända värdekärnorna består av den sammanställning av inventeringar av naturvärden i skogsmark som genomfördes i samband med frekvensanalysen av skyddsvärd natur (FaSN) (Naturvårdsverket 2005). FaSN materialet har kompletterats med uppdaterad information från Länsstyrelser och Skogsstyrelsen. Vid fördelningen av de tillkommande arealerna med formella skydd har även information om värdeotrakter använts. Värdeotrakter är landskapsavsnitt med högre koncentration av värdekärnor än omkringliggande landskap. Vid fördelningen av arealen med tillkommande formella skydd har i första hand provytor valts ut som ligger inom en värdekärna och inom en värdeotrakt. I de fall provytorna inom värdekärnor och värdeotrakter inte räckt till har värdekärnor utanför värdeotrakter valts ut.

Därmed är även fördelningen mellan beräkningsområden i relation till arealen kända värdekärnor i respektive beräkningsområde. Den geografiska fördelningen av dessa tillkommande arealer framgår av tabell 2.21.

Med hänsyn tagen till de förhöjda miljöambitioner som i övrigt specificerats för scenariot gjordes, med utgångspunkt i Miljövårdsberedningens bristanalys från 1997 (Anon 1997), en bedömning över kvarvarande restaureringsbehov. Denna resulterade i ett uppskattat behov på 500 000 hektar fördelat på 15 skogstyper, 2 ägarkategorier och 27 beräkningsområden. De begränsade möjligheterna i dessa beräkningar till analyser på en motsvarande detaljnivå gjorde att ett så högupplöst urval inte var motiverat. Urvalsmatrisen förenklades således genom att flera skogstyper med samma framtida skötsel slogs samman samt att de skogstyper med minst restaureringsbehov (uttryckt i areal) slopades. Efter denna förenkling till fyra skogstypsgrupper, brandpräglad tallskog, successionsskogar, sumpskogar och ädellövsskogar, gjordes en ny normering till 500 000 hektar. Skogstypsgruppen sumpskogar lämnas under beräkningsperioden orörd medan virkesuttag med anpassad skötsel är möjlig för övriga skogstyper. Dessa 500 000 hektar har förts till markanvändningsklassen Reservat.

I scenariot Miljö antas att det med hänsyn till vattenkvalité och de biologiska värden som finns kring vattendrag behövs 25 meters kantzoner på ömse sidor om vattendrag och sjöar längs 20 % av den totala sträckan och 20 meters kantzoner längs 80 % av den totala sträckan. Av 25 meters kantzonerna antas halva arealen kunna skötas med anpassade metoder medan 75 % av 20 meters kantzonerna antas kunna skötas med anpassade metoder. Arealen har pekats ut med hjälp av i fält insamlad information om rikskogstaxeringens provytors läge i förhållande till hav, sjö eller vattendrag. Med vattendrag menas då vattendrag som normalt är vattenförande året runt utan någon minimibredd, dock ej diken. Totalt gav rikskogstaxeringens skattning ett brutto behov av kantzoner på 702 tusen hektar produktiv skogsmark utanför befintliga formella skydd. För att inte dubbelräkna arealer har brutto arealen reducerats med arealen kantzoner inom nya reservat, restaureringskomponenten ovan, frivilliga avsättningar, de kantzoner som lämnas med dagens

nivå på miljöhänsyn vid avverkning och i den förbättrade miljöhänsynen vid förnygringsavverkning. Kvar efter reduktionen blev 419 tusen hektar fördelade mellan landsdelar enligt tabell 2.21. Denna areal har flyttats till markanvändningsklassen Hänsynsmark, varav 3/4 brukas med anpassad skötsel.

Miljöhänsynen vid förnygringsavverkning har i miljöscenariot specificerats med utgångspunkten att alla avverkningar klarar Skogsstyrelsens ”rådgivningsnivå” enligt Polytax (bättre än LIT). Summeringen av behoven för de avverkningar som enligt Polytax inte klarat rådgivningsnivån ger att ytterligare en knapp procent av den totala avverkningsvolymen behöver lämnas. För specificeringen till Hugin är detta direkt översatt till procent av avverkad areal som blir hänsynsytor och till en ökning av antalet hänsynsträd som lämnas på hyggena med 1-2 träd/hektar. Genom att större arealer blir avsatta till reservat och hänsynsmark i detta scenario jämfört med referensscenariot blir ökningen av arealen hänsynsytor i absoluta tal begränsade till 50 000 hektar. De ytor som i Hugin beräkningarna utgör tillkommande hänsynsytor väjs på samma sätt som i Referens

I fördjupade utvärderingen av Levande skogar (Skogsstyrelsen 2007a) kvantifierades andel skog med höga kulturmiljövärden till ca 1 % - vilket motsvarar drygt 200 000 hektar. Denna areals fördelning per beräkningsområde har gjorts genom bedömningar baserade på uppgifter om kända fornminnen och kulturmiljöer. En del av den ojämnheten i hur kända förekomster fördelar sig i landet antogs vara orsakade av att intensiteten i inventeringar skiljer sig åt mellan områden. En viss geografisk utjämning av urvalet gjordes således baserat på bedömningar. Urvalet av ytor från Riksskogstaxeringen gjordes utan särskilda kriterier för ytornas egenskaper.

I fördjupade utvärderingen av Levande skogar togs fram ett underlag på behovet av tätortsnära skog för sociala behov. Bedömningen landade på totalt 300 000 hektar, varav 30 000 hektar kom att ingå i förslaget till formell avsättning av skogsmark. Resterande 270 000 hektar utgör arealen där ett tätortsnära skogsbruk antas bedrivs genom anpassad skötsel. Arealerna har fördelats per beräkningsområde i proportion till totala arealen tätortsnära skog. Total areal tätortsnära skog har i detta sammanhang beräknats som en kombination av areal produktiv skogsmark inom (500 m) från tätort, enligt Riksskogstaxeringen (2002-2006) och en GIS-buffring runt SCBs tätortsskikt.

Tabell 2.21 avser omfattningen av de miljöåtgärder som antas i scenariot och så som det specificerats i förutsättningsarbetet. Vid det faktiska urvalet av ytor blir utfallet i areal, baserat på de utpekade ytorna arealrepresentation, inte exakt det som specificerats för varje enskilt urvalssyfte och område. Det finns således mindre skillnader mellan specificering och faktiskt urval.

Tabell 2.21 Tillkommande arealer (1000 hektar) som undantas från skogsbruk eller brukas med anpassade skötselmetoder i Scenariot Miljö. Arealuppgifterna avser specificerad areal i förutsättningsarbetet.

Miljöinsatsens syfte	Landsdel				Hela landet
	N Norrland	S Norrland	Svealand	Götaland	
Reservat	230	53	96	71	450
Frivilliga avsättningar	18	7	14	11	50
Restaurering	109	123	106	162	500
Kantzoner mot vatten	103	155	108	53	419
Miljöhänsyn vid avverkning	18	10	22	0	50
Kulturmiljö	28	58	29	86	200
Tätortsnära	33	39	103	95	270
Totalt	539	445	478	478	1 936

I tabell 2.22 redovisas arealer per landsdel och hänsynsklass baserat på det faktiska utfallet av specificeringen ovan. Sammanlagt har ytterligare 1 971 tusen hektar produktiv skogsmark helt eller delvis undantagits från skogsbruk jämfört med scenariot Referens, varav 851 tusen brukas med naturvårdsanpassad skötsel. Fördelningen mellan markanvändningsklasser i scenariot framgår av tabell 2.22. De arealer som sköts med anpassad skötsel inom markanvändningsklassen Reservat motsvarar alltså restaureringsarealerna som beskrivits ovan. Inga ingrepp görs i nuvarande eller framtida formella skydd i övrigt.

Tabell 2.22 Arealens (1000 hektar) fördelning på markanvändningsklasser i Scenariot Miljö. Arealuppgifter avser faktiskt urval såsom använts i beräkningarna.

	Reservat		Hänsynsmark		Virkesproduktion smark	Totalt
	Orört	Anpassad skötsel	Orört	Anpassad skötsel		
N. Norrland	741	37	593	360	5 429	7 160
S. Norrland	293	48	391	354	4 921	6 006
Svealand	330	59	313	376	4 149	5 226
Götaland	269	116	300	378	3 913	4 976
Hela landet	1 633	260	1 597	1 467	18 412	23 369

2.4.3 Produktion

Scenariot Produktion syftar till att belysa potentialen för och effekterna av en ökad virkesproduktion givet rimliga men höga investeringsnivåer i skogsbruket. Miljöambitionerna och effekter av klimatförändringar är på samma nivå som i Referens. Det innebär att scenariot Produktion jämfört med scenariot Referens enbart ger nya förutsättningar för skogens skötsel på Virkesproduktionsmarken.

I produktionsscenariot ingår ett antal produktionshöjande åtgärder. Dessa åtgärder motiveras utifrån antagande om framtida hög efterfrågan på virkesråvara och en god lönsamhet i skogsbruket. Produktionshöjningen sker genom förbättringar inom befintliga skogsskötselåtgärder eller genom introduktion av nya åtgärder enligt;

- Olika förnygringsåtgärder

- Röjning
- Traditionell gödsling
- Behovsanpassad gödsling
- Beskogning av nedlagd åkermark

Åtgärder som av skilda skäl inte ingår i scenariet eller som antas ha samma utförande som i scenariet Referens framgår nedan. Skälen kan vara i) produktionseffekten bedöms vara alltför liten, ii) produktionseffekten är inte tillräckligt känd, iii) produktionseffekten är alltför svår eller resurskrävande att modellera i Hugin och/eller iv) investeringsnivån bedöms vara orimligt hög.

- Klonskogsbruk
- Utnyttjande av genetiskt modifierade organismer (GMO)
- Ask-/PK-gödsling av produktiva torvmarker
- Dikning
- Dikesrensning
- Skadeförebyggande åtgärder mot vilt, insekter och svampar

Nedan beskrivs de förändringar som genomförts i scenariot Produktion relativt scenariot Referens och med en uppdelning på ägarkategorierna Enskilda respektive Övriga.

Föryngringar

Av tabell 2.23 framgår att planteringarna ökar och naturlig föryngring minskar i scenariot Produktion relativt scenariot Referens. Omfattningen av sådd ligger på ungefär samma nivå som i scenariot Referens. Skogsstyrelsens bedömning (Strömberg m.fl. 2001) av skogsmarksandel lämplig för naturlig föryngring (20 %) är något högre än den sammanlagda andelen naturlig föryngring i scenariot Produktion.

Tabell 2.23 Föryngringsmetodernas andel av den totala föryngringsarealen (%).

	Enskilda ägare		Övriga ägare	
	Referens	Produktion	Referens	Produktion
Plantering	56,5	74,5	71,4	89,0
Sådd	0,3	0,5	1,1	1,0
Naturlig föryngring	32,3	24,5	23,4	10,0
Ingen åtgärd	10,9	0,0	4,1	0,0

Av tabell 2.24 och tabell 2.25 framgår att omfattningen av markberedning förutsetts öka i scenariot Produktion i jämförelse med scenariot Referens. Ökningen

sker framför allt inom ägarkategorin Enskilda. Övriga ägare har redan i scenariot Referens en hög markberedningsandel.

Tabell 2.24 Skogsodling. Markberedningens omfattning. Procent av skogsodlad areal.

	Enskilda ägare		Övriga ägare	
	Referens	Produktion	Referens	Produktion
Markberedning	77,8	89,0	95,9	93,0
Bränning	1,1	1,1	0,4	3,0
Ingen markberedning	21,2	9,9	3,7	4,0

Tabell 2.25 Naturlig förnygring. Markberedningens omfattning. Procent av naturligt förnygrad areal.

	Enskilda ägare		Övriga ägare	
	Referens	Produktion	Referens	Produktion
Markberedning	63,9	74,9	79,9	84,4
Bränning	0,1	0,1	0,6	0,6
Ingen markberedning	36,0	25,0	19,5	15,0

I Produktionsscenariet eftersträvas en bättre ståndortsanpassning vid val av trädslag vid skogsodling, tabell 2.26. Sett över hela riket blir förändringarna små men eftersom ståndortsanpassningen leder till mer gran i norra Sverige och mer tall i södra ökar andelen gran för Övriga ägare och tall för Enskilda.

Tabell 2.26 Fördelning på trädslag vid skogsodling (plantering och sådd) i scenarierna Referens och Produktion, fördelat på ägargrupper och landsdelar (%).

	Enskilda		Övriga	
	Referens	Produktion	Referens	Produktion
Tall/Contorta	31,9	36,0	54,2	52,0
Gran	67,1	63,0	44,8	47,0
Björk	1,0	1,0	1,0	1,0

Den totala contortaarealen förutsätts öka inom scenariot Produktion från idag c:a 500 000 hektar i hela landet till 900 000 hektar och denna ökningen sker under 20 år, vilket innebär en ökning av den årliga areal som planteras med contorta från dagens nivå c:a 3 000 hektar/år till 20 000 hektar/år, tabell 2.27.

Tabell 2.27 Årlig areal planterad med Contorta (hektar).

	Enskilda ägare				Övriga ägare			
	NN	SN	SV	GÖ	NN	SN	SV	GÖ
Contorta	2560	4720	720	0	3 840	7 080	1080	0

Kvaliten för den nya skogen i Hugin styrs bland annat av antalet utsatta plantor vid plantering. För att simulera en generellt högre ambitionsnivå vad gäller kvalitén på förnygringsarbetet har plantantalet vid plantering ökats med 200 plantor per hektar jämfört med scenariot Referens.

För att även simulera en ökad ambitionsnivå vid naturlig föryngring har antalet fröträd per hektar höjts från ca 60 i Referensscenariot till ca 90 i Produktionsscenariot.

Väntetiden vid skogsodling (hyggesvilans längd) förutsätts minska med ett år inom Produktionsscenariot, från 3 år till 2 år, vilket kräver att problemet med snyttbaggen kan hanteras så att plantöverlevnaden bibehålls.

I scenariot Produktion ingår ett något intensivare nyttjande av förädlat skogsodlingsmaterial. Det här intensivare nyttjandet består i särplockning av plantagefrö av tall. Särplockning av tallfrö innebär i korthet att man vid den förväntade överskottssituationen enbart använder sig av de bästa fröerna för plantproduktion. I jämförelse med scenariot Referens ger detta en något högre tillväxteffekt (ca 1 procentenhet) för de tallplantor som planteras under framskrivningarnas första 30 år.

Röjning

Enligt Riksskogstaxeringen finns för närvarande ett röjningsbehov i ungskog på c:a 800 000 hektar varav c:a 650 000 hektar av dessa kan betecknas som eftersläpande. Den årliga omsättningen bedöms vara c:a 150 000 hektar, d. v. s. denna areal växer in från kalmark till ungskog och ungefär samma areal övergår från ungskog till gallringsskog. I Produktionsscenariot höjs röjningsandelen generellt till att motsvara 95 % av den årliga inväxningen till ungskog i jämförelse med Referensscenariot i vilket den genomsnittliga röjningsandelen är 83 % av den årliga inväxningen.

I produktionsscenariot har antalet stammar efter röjning sänkts, jämfört med scenariot Referens, till mellan 2000-3000 st/hektar.

Gödsling

Fastmarksgödsling i praktisk skala inleddes under 1960-talet. Som mest ett enskilt år gödslades år 1976 189 000 hektar. Mellan 1971 och 1987 var den årliga arealen betydligt mer än 100 000 hektar. Därefter minskade omfattningen kraftigt för att på senare år öka igen. Vi förutsätter en kraftig ökning av gödslingen i scenariot Produktion. Gödslingsarealen blir lika stor i alla tioårsperioderna, tabell 2.28. I scenariot produktion kan gödsling genomföras 1 eller 2 gånger under en omloppstid.

Tabell 2.28 Årlig gödslad areal (1000 hektar).

	Enskilda ägare				Övriga ägare			
	NN	SN	SV	GÖ	NN	SN	SV	GÖ
Gödslad areal	12	20	19	9	42	54	39	5

Behovsanpassad gödsling

I scenariot produktion ingår även drygt 1 miljon hektar behovsanpassad gödsling som beskrivs utförligare under kapitel 2.5.5. Arealen byggs upp under 50 år.

Beskogning av nedlagd åkermark

I scenariot produktion ingår även beskogning av de 400 tusen hektar nedlagd åkermark som beskrivs utförligare under 2.5.4. Arealen beskogas under 40 år.

2.4.4 Miljö + Produktion

Scenariot Miljö + Produktion syftar till att belysa utvecklingen förutsatt både ökade miljöambitioner och rimliga men höga investeringsnivåer i skogsbruket för att öka produktionen.

Scenariot innebär en sammanslagning av förutsättningarna för scenarierna Miljö och Produktion. Rent konkret har alla skogsvårds- och övriga ambitioner i ökad produktion tagits från scenariot Produktion, medan fördelningen av totala skogsmarksarealen på markanvändningsklasser samt antalet evighetsträd vid förnyingsavverkning tagits från scenariot Miljö.

2.5 Beskrivning av effektanalyser

Utöver de fyra nationella scenarier så har 6 st effektanalyser beräknats. Effektanalyserna syftar till att beskriva effekterna av en eller några enskilda åtgärder, vilket innebär att enbart en eller ett par faktor förändrats. Alla effektanalyser utgår från scenariot Referens. Antingen har en faktor lagts till eller dragits ifrån från förutsättningarna i Referens.

De 6 effektanalyserna är:

- Klimat – syftar till att kvantifiera den tillväxthöjande effekt orsakad av klimatförändringar som finns med i de fyra nationella scenarierna.
- Förädling – syftar till att kvantifiera den tillväxthöjande effekt orsakad av användning av förädlad material som finns med i de fyra nationella scenarierna.
- Målförslag – syftar till att beskriva effekterna av de förslag till nya delmål som Miljömålsrådet tagit fram i den fördjupade utvärderingen av miljökvalitetsmålen och som berör skog, framför allt inom Levande skogar.
- Åkermark – syftar till att kvantifiera och särskilja effekten av den omställning av åkermark till skogsmark som finns med i scenarierna Produktion och Miljö + Produktion.
- Behovsanpassad gödsling – syftar till att kvantifiera och särskilja effekten av de arealer med behovsanpassad gödsling som ingår i scenarierna Produktion och Miljö + Produktion.
- Ökad avverkning – syftar till att belysa effekterna på 30-100 års sikt av en avverkning som är högre de första ca 20 åren än den nivå som Hugin-systemet sätter baserat på tillväxten.

Effektanalyserna är beräknade för de 5 beräkningsområdena ACK (Västerbottens kustland), ACL (Västerbottens lappmark), WÖ (Dalarna exklusive församlingarna

Särna och Idre), S (Värmlands län) och F (Jönköpings län). Dessa beräkningsområden är utvalda därför att de i flera viktiga avseenden väl speglar förhållandena i hela landet, t.ex. genomsnittlig bonitet, virkesförråd per hektar m.m. Effektanalysen Åkermark är dock beräknad för alla län och därmed hela landet.

I resultatpresentationen av effektanalyserna har effekten av den faktor som studerats skalats upp för att gälla hela landet. Uppskalning är gjord med antagandet att den relativa effekten, på t.ex. tillväxt, för dessa 5 beräkningsområden gäller för hela landet.

2.5.1 Klimat

Effektanalysen Klimat syftar till att kvantifiera den tillväxthöjande effekt orsakad av klimatförändringar som finns med i de fyra nationella scenarierna. I praktiken innebär det samma förutsättningar som i scenariot Referens men utan den tillväxthöjande effekten av ett förändrat klimat, se kapitel 2.1.5.

2.5.2 Förädling

Effektanalysen Förädling syftar till att kvantifiera den tillväxthöjande effekt orsakad av användning av förädlat material i den nya skog som uppkommer och som finns med i de fyra nationella scenarierna. I praktiken innebär det att samma förutsättningar som i scenariot Referens men utan den tillväxthöjande effekten orsakad av användning av förädlat material som finns beskriven under 2.1.5.

2.5.3 Målförslag

Effektanalysen Målförslag syftar till att beskriva effekterna av de förslag till nya delmål som Miljömålsrådet tagit fram i den fördjupade utvärderingen av miljö kvalitetsmålen, och som berör skog (Naturvårdsverket 2008).

De delmål som bedömts påverka skogshushållningsaspekter och som ingår i effektanalysen är Bevarande av skyddsvärd skogsmark och Miljön i och kring vatten i skogslandskapet under miljö kvalitetsmålet Levande skogar och Tätortsnära natur under miljö kvalitetsmålet Ett rikt växt- och djurliv.

Delmålet Bevarande av skyddsvärd skogsmark innebär enligt Skogsstyrelsens underlagsrapport (Skogsstyrelsen 2007a) att man föreslår att utöver delmålen till 2010 skall ytterligare 450 tusen hektar skyddsvärd skog avsättas som formella skydd och 50 tusen hektar på frivillig väg till år 2020. Dessa arealer har i effektanalysen undantagits helt från skogsbruk och flyttas till markanvändningsklassen Reservat respektive Hänsynsmark. De av Riksskogstaxeringens provytor som flyttats har pekats ut genom att samköra deras geografiska läge med geografisk information om kända värdekärnor som inte omfattas av formella skydd (Naturvårdsverket 2005). De kända värdekärnorna består av den sammanställning av inventeringar av naturvärden i skogsmark som genomfördes i samband med frekvensanalysen av skyddsvärd natur (FaSN) (Naturvårdsverket 2005). FaSN materialet har kompletterats med uppdaterad information från Länsstyrelser och Skogsstyrelsen. Vid fördelningen av de tillkommande arealerna med formella skydd har även information om värde trakter använts. Värde trakter är landskapsavsnitt med högre koncentration av värdekärnor än omkringliggande landskap. Vid fördel-

ningen av arealen med tillkommande formella skydd har i första hand provytor valts ut som ligger inom en värdekärna och inom en värde-trakt. I de fall provytorna inom värdekärnor och värde-trakter inte räckt till har värdekärnor utanför värde-trakter valts ut.

Därmed är även fördelningen mellan beräkningsområden i relation till arealen kända värdekärnor i respektive beräkningsområde. Den geografiska fördelningen av dessa tillkommande arealer framgår av tabell 2.29.

Delmålet om miljön i och kring vatten i skogslandskapet säger att 90 % av sträckan vattendrag och sjökant som berörs av skogliga åtgärder har kantzoner vars ekologiska funktioner bibehålls eller utvecklas. I effektanalysen har vi antagit att det i genomsnitt behövs en kantzon på 15 meter på ömse sidor om vattendraget, och att 1/3 av denna areal behöver lämnas orörd medan man på 2/3 av den kan bedriva skogsbruk med anpassad skötsel. I effektanalysen Målförslag antar vi alltså att man kan klara hänsyn till vattenkvalité och de biologiska värden som finns kring vattendrag med en smalare kantzon än de 20-25 meter som antagits i scenariot Miljö. Arealen har i effektanalysen pekats ut med hjälp av i fält insamlad information om rikskogstaxeringens provytors läge i förhållande till hav, sjö eller vattendrag. Med vattendrag menas då vattendrag som normalt är vattenförande året runt utan någon minimibredd, dock ej diken. Totalt gav rikskogstaxeringens skattning ett brutto behov av kantzoner på 545 tusen hektar. Efter det att den areal kantzoner som finns inom befintliga och nya reservat, frivilliga avsättningar och de kantzoner som lämnas med dagens nivå på miljöhänsyn vid avverkning räknats bort återstår 313 tusen hektar fördelade mellan landsdelar enligt tabell 2.29. Denna areal har flyttats till markanvändningsklassen Hänsynsmark, varav 2/3 brukas med anpassad skötsel.

Tabell 2.29 Tillkommande arealer (1000 hektar) som undantagits från skogsbruk eller brukas med anpassade skötselmetoder i effektanalysen Målförslag.

Landsdel	Nya Reservat	Frivilliga avsättningar	Kantzoner mot vatten	Tätortsnära skog	Totalt
Norra Norrland	230	18	77	18	343
Södra Norrland	53	7	116	22	198
Svealand	96	14	81	57	247
Götaland	71	11	39	53	174
Hela landet	450	50	313	150	963

Delmålet om tätortsnära natur säger att minst 150 tusen hektar tätortsnära skog har en rekreativ inriktad skötsel. Denna areal har sökts ut genom att slumpa ut 150 tusen hektar på de av rikskogstaxeringens provytor på virkesproduktionsmark som ligger inom 500 m från tätorter. Denna areal har flyttas till markanvändningsklassen Hänsynsmark och där bedrivs naturvårdsanpassad skötsel.

Sammanlagt har ytterligare 963 tusen hektar produktiv skogsmark helt eller delvis undantagits från skogsbruk jämfört med scenariot Referens, varav 359 tusen brukas med naturvårdsanpassad skötsel. Fördelningen mellan markanvändningsklasser i effektanalysen framgår av tabell 2.30.

Tabell 2.30 Arealens (1000 hektar) fördelning på markanvändningsklasser i effektanalysen Målförslag.

Landsdel	Reservat	Hänsynsmark		Virkes- produktions mark	Totalt
		Orört	Anpassad skötsel		
Norra Norrland	702	586	266	5 606	7 160
Södra Norrland	215	381	225	5 185	6 006
Svealand	289	315	241	4 382	5 226
Götaland	201	300	229	4 247	4 976
Hela landet	1 406	1 582	961	19 419	23 369

2.5.4 Åkermark

Effektanalysen Åkermark syftar till att kvantifiera och särskilja effekten av den omställning av åkermark till skogsmark som finns med i scenarierna Produktion och Miljö + Produktion. Beräkningarna är genomförda i systemet BM-win, se vidare under kapitel 2.1.6.

De arealer som beskogas i effektanalysen framgår av tabell 2.31. Arealerna baserar sig på Jordbruksverkets kartläggning av mark som tagits ur produktion (Jordbruksverket 2007). I rapporten uppskattar man att det finns ca 600-700 tusen hektar åkermark som tagits ur produktion. I effektanalysen har vi antagit att 400 tusen hektar av dessa skulle kunna tas i anspråk för skogsodling, vilket är samma nivå som man antagit i kommissionen mot oljeberoende (Anon 2006). De ursprungliga arealerna från Jordbruksverkets rapport är reducerade av flera skäl, bland annat därför att det finns en risk för att betesmarker ingår i den totala arealen. Betesmarken har vi uteslutit på grund av deras i många fall biologiskt höga värden. I Jordbruksverkets rapport framgår även fördelningen på län och storleksklasser för många av de ingående komponenterna i de 600-700 tusen hektaren. Denna information har använts i utformandet av effektanalysen.

I Riksskogstaxeringens material för åren 2002-2006, som är det material som framskrivningarna av de övriga scenarierna och effektanalyserna är gjorda på, ingår 139 tusen hektar produktiv skogsmark som är kal och där tidigare markanvändning varit åker. Dessa 139 tusen hektar utgör en delmängd av den potential som jordbruksverket bedömt på 600-700 tusen hektar, och alltså en delmängd av de 400 som kommer beskogas i effektanalysen. För att undvika dubbelräkning har de provytor som representerar dessa 139 tusen hektaren plockats bort från utgångsmaterialet i de övriga scenarierna och effektanalyserna.

I effektanalysen har vi antagit att objekt lika med eller mindre än 1 hektar kommer beskogas med gran medan objekt större än 1 hektar beskogas med ett snabbväxande lövträdsdrag, Hybridasp.

Tabell 2.31 Total areal plantering med gran och hybridasp under åren 2010-2049, fördelat på landsdelar (1000 hektar).

Landsdel	Gran (objekt ≤ 1 ha)	Hybridasp (objekt > 1 ha)	Totalt
Norra Norrland	5	12	17
Södra Norrland	7	18	25
Svealand	36	81	117
Götaland	70	171	241
Hela landet	118	282	400

Beskogningen av den nedlagda åkermarken antas pågå successivt under 40 år. Det motsvarar en takt på 10 000 hektar per år.

Hybridasp

Produktionsmaterial till stöd för nivåläggning av volymproduktion m.m. för hybridasp finns i begränsad utsträckning och främst från södra och mellersta Sverige. Under projektets gång har vi sökt information om produktionsnivåer för hybridasp och de studier som slutligen använts är framförallt Elfving (1986) och Rytter (2004).

Utifrån tillgängligt material, som är starkt begränsat, inte minst i geografisk spridning, har vi gjort bedömningar av produktionsnivåer. Produktionsnivåerna är differentierade mellan den inledande planteringsgenerationen och de efterföljande rotskottsgenerationerna, så att de efterföljande rotskottsgenerationerna har generellt en något högre produktion. Medelproduktionen som antagits är i genomsnitt för planterings- och rotskottsgenerationerna ca 11 m³sk per hektar och år i norra Sverige, ca 16 i mellersta Sverige och ca 22 i södra Sverige. Norra Sverige utgörs av Norrbottens, Västerbottens, Jämtlands och Västernorrlands län. Södra Sverige utgörs av Blekinge, Skåne och Hallands län. Mellersta Sverige utgörs av resterande län. Även produktionsförloppet i BM-win är justerat för att bättre passa för hybridaspens snabba ungdomsutveckling. Modellerna i BM-win innebär normalt att 38 % av totalproduktionen uppnåtts efter halva växttiden. För hybridasp är detta justerat så att 42 % av totalproduktionen uppnåtts vid halva växttiden.

I beräkningarna har vi utgått från planteringar med 1 100 plantor per hektar och en omloppstid på 35-40 år. Det innebär att de 100 år som beräkningarna avser omfattar ca 2,5 generationer varav 1 planterad generation och ca 1,5 rotskottsgeneration.

Ingen röjning genomförs i planteringsgenerationen. En röjning genomförs i resp rotskottsgeneration. En eller två gallringar genomförs för varje hel generation beroende av ståndortsindex, gallringsmall m.m.

Gran

De arealer nedlagd åkermark som besogas med gran sköts enligt standardprogram för skogsskötseln som finns inlagt i BM-win. BM-win förutsätter dock att det finns ett ståndortsindex kopplat till den areal som skall skrivas fram. På den nedlagda åkermarken saknas denna information varför vi har antagit att 70 % av den nedlagda åkermarken har ett ståndortsindex som är lika med den 95:e percen-

tilen av skogmarkens fördelning inom respektive län. De resterande 30 % av åkermarken har ett ståndortsindex som är lika med 70:e percentilen av skogsmarkens fördelning inom länet. Information om skogsmarkens fördelning på ståndortsindex är hämtat från Riksskogstaxeringen.

2.5.5 Behovsanpassad gödsling

Effektanalysen Behovsanpassad gödsling syftar till att kvantifiera och särskilja effekten av de arealer med behovsanpassad gödsling som ingår i scenarierna Produktion och Miljö + Produktion. I praktiken innebär detta att till förutsättningarna för scenariot Referens har vi lagt på arealer med behovsanpassad gödsling.

Med behovsanpassad gödsling avses ett program för skogsskötsel av granbestånd i vilket gödsling sker under praktiskt taget hela växttiden (Bergh & Oleskog 2006). Gödslingen påbörjas i ungskogsfasen. Programmet har också kallats bl.a. intensivskogbruk, intensivgödsling och ungskogsgödsling.

Kommissionen mot oljeberoende (Anon 2006) ansåg att det borde vara möjligt att tillämpa programmet på ca 5 % (1 150 tusen hektar) av landets produktiva skogsmark. Även i effektanalysen har vi antagit att behovsanpassad gödsling kan genomföras på 1,1 miljoner hektar, se tabell 2.32. Arealen fördelar sig med en övervikt på övriga ägare och är koncentrerad till Sveland och södra Norrland.

Arealen är etablerad under en 50 års period, där 10 % av arealen söks ut och startats upp i befintlig granungskog år 2010. Resterande areal är startad från kalmark och planterad med 20 % av arealen under var och en av perioderna 2010-19, 2020-29, 2030-39, 2040-49. Resterande 10 % av arealen är planterad 2050-59. Efter förnygringsavverkning startas en ny generation med behovsanpassad gödsling på samma areal.

Tabell 2.32 Areal behovsanpassad gödsling i effektanalysen och scenariot Produktion, fördelat på landsdelar och ägarklasser (1000 hektar).

	Enskilda	Övriga	Totalt
Norra Norrland	30	49	79
Södra Norrland	106	239	345
Svealand	131	228	360
Götaland	214	117	331
Totalt	481	633	1 114

Vid etablering av behovsanpassad gödsling i befintlig ungskog har ytor slumpats ut som uppfyller kriterierna:

- Medelhöjd 3,0-5,0 m
- SI G18-G32
- > 1500 stammar av gran per hektar
- Frisk mark

- Mer än 25 meter från sjö eller vattendrag
- Mäktigt eller tämligen grunt jorddjup
- Morän eller sediment med grovmo eller finare

Den areal som startats från kalmark och planterats specifikt för ändamålet har slumpats ut bland ytor som uppfyllt de fyra sista kriterierna. Planteringarna är gjorda med ett något glesare planteringsförband än vid normal plantering – 2000-2500 plantor per hektar.

2.5.6 Ökad avverkning

Effektanalysen Ökad avverkning syftar till att belysa effekterna på 30-100 års sikt av en avverkning som är högre de första ca 20 åren än den nivå som Hugin-systemet sätter baserat på tillväxten.

Effektanalysen ger, även om den är något grovt utformad, en uppfattning om konsekvenserna av en annan resurshushållningsstrategi än den som förutsätts i de övriga scenarierna, där avverkningen i varje period hela tiden begränsas av tillväxten. I effektanalysen har vi antagit att den genomsnittliga ökningstakt i efterfrågan på rundvirke som varit sedan 1988 fram till 2007 håller i sig även under kommande 20 år, och att denna ökade efterfrågan kommer avspeglas i motsvarande ökad avverkning inom landet.

I genomsnitt under 20 årsperioden 2010-29 ger dessa antaganden en avverkning på ca 103 Mm³sk/år. Jämfört med avverkningsnivåerna i Referens är det en ökning med ca 15 % mellan 2010-19 och med ca 18 % 2020-29. Både gallring och föryngringsavverkning ökar med samma relativa mängd.

I övrigt är förutsättningarna i effektanalysen de samma som i Referens.

Effektanalysen är beräknad i två varianter, med och utan den tillväxthöjande effekten av ett förändrat klimat. Eftersom den positiva klimateffekten har så stor inverkan på tillväxten, känns det relevant att även göra denna känslighetsanalys utan den positiva klimateffekten.

2.5.7 Bortprioriterade effektanalyser

Två av de ursprungligen planerade effektanalyserna har prioriterats bort under projektets gång på grund av tidsbrist. Dels effektanalysen Klimat – sårbarhet, som syftade till att analysera de ökade skaderisker som förväntas av ett förändrat klimat (Eriksson 2007). De förväntade ökade skaderiskerna lades utanför de 4 nationella scenarierna därför att kunskapsunderlaget bedömdes som otillräckligt för att på ett bra sätt kunna infoga dessa effekter. Tanken var istället att i en effektanalys variera skadorna inom rimliga/troliga intervall och därmed göra en känslighetsanalys.

Även effektanalysen Klimat - anpassad skötsel har fått prioriteras bort under projektets gång. Denna effektanalys syftade till att belysa effekterna av en anpassning av skogskötseln för att hantera de ökade risker som uppstår vid ett förändrat kli-

mat. Anpassningen av skogsskötseln skulle ha bestått i förändrat trädslagsval vid föryngring, tidigare och hårdare röjning och gallring, färre gallringingrepp och kortare omloppstider.

Under de inledande diskussionerna om vilka scenarier och effektanalyser som skulle beräknas så valdes en del effektanalyser bort därför att de bedömdes redan vara väl studerade. De rena produktionspåverkande effekterna av höjda föryngringsambitioner eller röjningsambitioner studerades i SKA 99 (Thuresson m.fl. 2000). I SKA-VB 08 ingår de således bara som en delmängd av scenariot Produktion, och är inte studerade var och en för sig. Likaså har effekten av minskade viltskador studerats i SKA 99 och efterföljande arbeten (Thuresson m.fl. 2000, Ingmarsson m.fl. 2007).

2.6 Potentialer av skogsbränslen

2.6.1 Generellt

Skogsbränslen hanteras i SKA-VB 08 på så sätt att de faller ut som potentialer till följd av de åtgärder som utförs i scenariot Referens.

Hugin ger potentialer i form av biomassa av olika träddelar. För att kunna presentera resultaten även i form av värmevärde har biomassan räknats om till värmevärde med omräkningstalet 1 Ton TS = 4,9 MWh. De presenterade värmevärdena avser då effektivt värmevärde vid ca 42 % fukthalt. I ökad omfattning används dock teknik som även utnyttjar bränslets ångbildningsenergi t.ex. rökgaskondensering. För att inkludera även ångbildningsenergin skulle en omräkning istället ske med 1 Ton TS = 5,33 MWh (Ringman 1996).

Inom scenariot Referens delas potentialen upp på grot (grenar och toppar) från föryngringsavverkning, stubbar från föryngringsavverkning, grot från gallring, stubbar från gallring samt helträdsuttag från röjning. Volymerna stamved från förstagallring särredovisas därför att det i framtiden kan vara en öppen fråga om den mängden hanteras som rundvirke eller som helträdsuttag för bioenergiändamål. Observera att denna mängd stamved även ingår i den potentiella avverkningen som redovisas i kapitel 3.2.4, den är alltså dubbelredovisad. För grot och stubbar redovisas potentialerna för perioden 2010-2019 och för 3 nivåer av ekologiska och tekniska restriktioner.

2.6.2 Nivåer för ekologiska och tekniska restriktioner

Potentialer för 3 olika nivåer på ekologiska och tekniska restriktioner har räknats fram:

Nivå 1 innebär inga restriktioner alls, utan de mängder som redovisas avser allt biobränsle som faller ut vid respektive avverkningsåtgärd.

Nivå 2 är efter ekologiska restriktioner vid val av bestånd och inom bestånd.

Nivå 3 är efter ekologiska och tekniska/ekonomiska restriktioner.

De ekologiska restriktioner som är inlagda under nivå 2 är hämtade från Skogsstyrelsen rekommendationer vid uttag av avverkningsrester och askåterföring (Skogsstyrelsen 2008). I rekommendationerna anges att uttag av avverkningsrester bör kompenseras med askåterföring när avverkningsrester tas ut i betydande omfattning någon gång under omloppstiden, om inte barren lämnats kvar någorlunda jämt spridda. Man konstaterar dock att med dagens avverkningsystem är det sällan som barren kan lämnas kvar jämt spridda. I utformningen av restriktionerna nedan så har vi utgått från att askåterföring sker där så är motiverat. Det finns alltså inga restriktioner med som specifikt drar mot att barr skall lämnas kvar. Rekommendationerna avser vidare grenar och toppar men är i brist på bättre nyttjade även för stubbar (dock något kompletterade). I skrivande stund är en Miljöanalys för skörd av stubbar utskickad till remiss instanser från Skogsstyrelsen för synpunkter (Anon 2008). Under diskussionen i kapitel 5.6 beskriver vi kort skillnaderna i de ekologiska restriktioner som använts i denna studie och de som presenteras i miljöanalysen.

Till nivå 2 har mängderna reducerats med i huvudsak ekologiska restriktioner vid val av bestånd och inom bestånd. Vi val av bestånd innebär detta att uttag ej sker på:

- ytor inom Reservat eller på Hänsynsmark,
- ytor som ligger inom 25 m från annat ägoslag än produktiv skogsmark,
- ytor som ligger på torvmarker, blöta marker eller fuktiga marker med låg bärighet,

Inom bestånd har 20 % av mängden grot respektive av mängden stubbar lämnats kvar. För stubbar har dessutom alla lövträdsstubbar lämnats kvar.

Till nivå 3 har utöver de ekologiska restriktionerna ovan ytterligare 20 % av mängden grot och stubbar inom de bestånd som skördas räknats bort. Totalt alltså 40 %, vilket för grot motsvarar ungefär dagens tillvaratagandegrad vid praktisk drift (Nurmi 2007). Ytor med ytstruktur klass 4 och 5 eller lutning klass 4 och 5 enligt terrängtypsschemat (Nilsson 1969) har uteslutits motiverat av tekniska skäl. På beståndsnivå har till nivå 3 alla bestånd mindre än 1 hektar räknats bort motiverat av ekonomiska skäl.

Samma nivåer på restriktioner är använda för uttag från föryngringsavverkning och gallring. För uttag i samband med röjning har dock inga ytterligare restriktioner lagts på utöver den areella hänsyn och hänsyn i form av evighetsträd som ingår i grundföruttsättningarna för scenariot Referens.

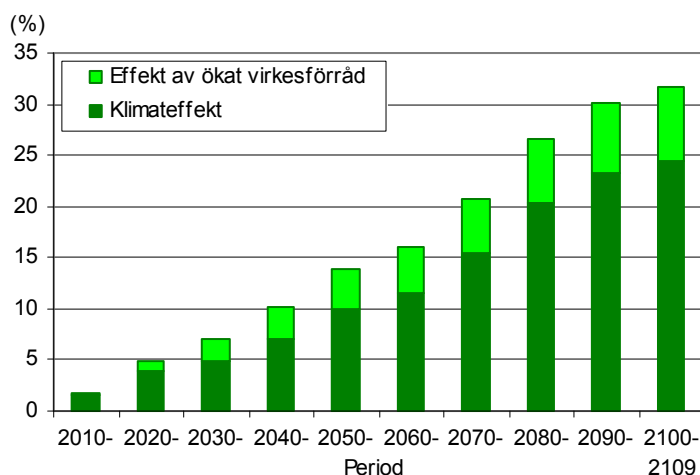
3 Resultat

3.1 Klimatets och förädlingens inverkan på tillväxten

3.1.1 Klimat

I följande kapitel redovisas resultaten av effektanalysen Klimat i relation till scenariot Referens. Effektanalysen Klimat syftar till att kvantifiera den tillväxthöjande effekt orsakad av klimatförändringar som finns med i de fyra nationella scenarierna. Förutsättningarna för effektanalysen Klimat finns beskrivna i kapitel 2.5.1. De förändringar som gjorts i Hugin-systemet för att kunna inkludera den tillväxthöjande effekten av ett förändrat klimat i scenarierna finns beskrivna i kapitel 2.1.5.

Den tillväxthöjande effekt av ett förändrat klimat som finns med i samtliga beräknade scenarier i SKA-VB 08 får mycket stor inverkan på tillväxten, se figur 3.1, och kommer därmed att mycket starkt prägla resultaten. Utöver att den i Hugin-systemet leder till en direkt ökad tillväxt, leder den även indirekt till en ökad tillväxt genom att virkesförrådet succesivt ökar i de scenarier där tillväxten påverkas av ett förändrat klimat. Orsaken till att virkesförrådet succesivt ökar beror på att avverkningsalgoritmen beräknar kommande periods avverkning, på tillväxten innevarande period, se kap 2.2. När tillväxten är i en stark uppgång, som när vi har lagt på klimateffekten, så kommer en del av tillväxten att bidra till förrådsuppbbyggnad. I figur 3.1 är tillväxttöknings på grund av ett förändrat klimat uppdelad på en direkt klimateffekt och en virkesförrådseffekt. Den direkta klimateffekten leder till en ökad tillväxt på landsnivå med 24,5 % efter 100 år. Den indirekta effekten av ett ökat virkesförråd uppgår efter 100 år till en tillväxttökning på 7,1 %.

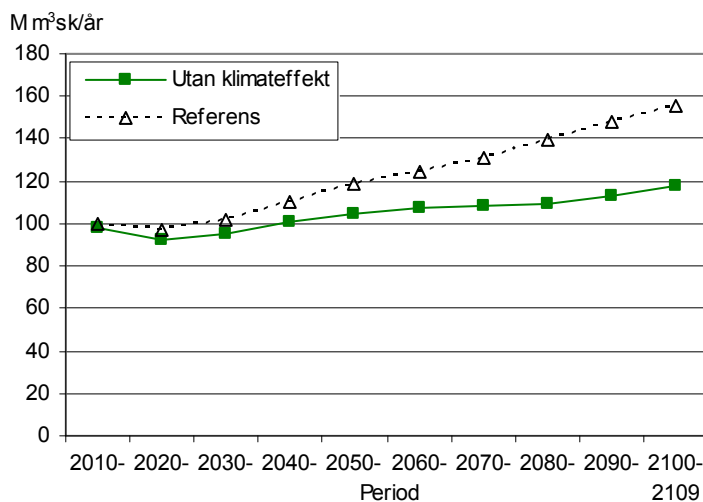


Figur 3.1

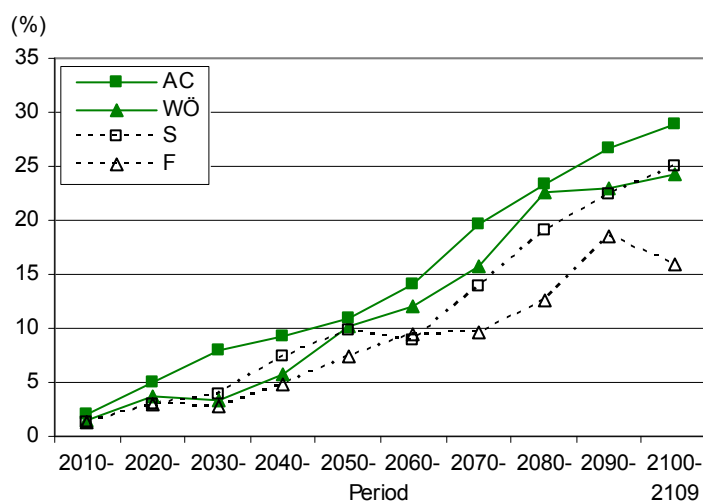
Tillväxttökning pga ett förändrat klimat i Referens, andel av tillväxten utan klimateffekt (%). Uppdelat på den direkta klimateffekten och effekten av ett successivt ökat virkesförråd. Beräknat för ACL, ACK, WÖ, S och F. Alla markanvändningsklasser, alla ägare.

I absoluta tal har den direkta och indirekta klimateffekten höjt tillväxten på virkesproduktionsmark redan 2010-2019 med 1,8 Mm³sk/år, och 2020-2029 med 4,6 Mm³sk/år. I slutet av analysperioden (2100-2109) har skillnaden ökat till 37,7 Mm³sk/år, se figur 3.2.

Den direkta effekten av ett förändrat klimat är i modellerna inlagd som en linjär effekt inom beräkningsområden och trädslag. Utfallet från Hugin varierar alltså mellan beräkningsområden också beroende på virkesförrådets fördelning mellan trädslag vid varje tidpunkt under framskrivningarna. I Västerbottens län leder den direkta klimateffekten till en ökad tillväxt med 29 % efter 100 år, medan den i Dalarnas- och Örebro län uppgår till ca 25 % och i Jönköpings län till 16 % (figur 3.3).



Figur 3.2 Tillväxt (Mm³sk/år) hela landet, med och utan den tillväxthöjande effekten av ett förändrat klimat. Utan klimat beräknat för ACL, ACK, WÖ, S och F, därefter uppskalat till hela landet. Med klimat är lika med scenariot Referens. Virkesproduktionsmark, alla ägare.

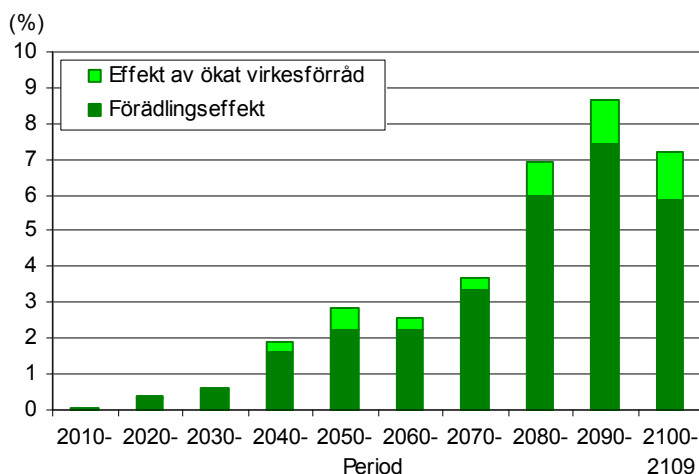


Figur 3.3 Tillväxtökning pga av ett förändrat klimat i Referens, andel av tillväxten utan klimateffekt (%), exklusive effekten av ett ökat virkesförråd. Uppdelat på beräkningsområdena AC, WÖ, S och F. Alla markanvändningsklasser, alla ägare.

3.1.2 Förädling

I följande kapitel redovisas resultaten av effektanalysen Förädling i relation till scenariot Referens. Effektanalysen Förädling syftar till att kvantifiera den tillväxthöjande effekt orsakad av användning av förädlat material i den nya skog som uppkommer och som finns med i de fyra nationella scenarierna. Förutsättningarna för effektanalysen Förädling finns beskrivna i kapitel 2.5.2. De förändringar som gjorts i Hugin-systemet för att kunna inkludera den tillväxthöjande effekten av användningen av förädlat material i scenarierna finns beskrivna i kapitel 2.1.5.

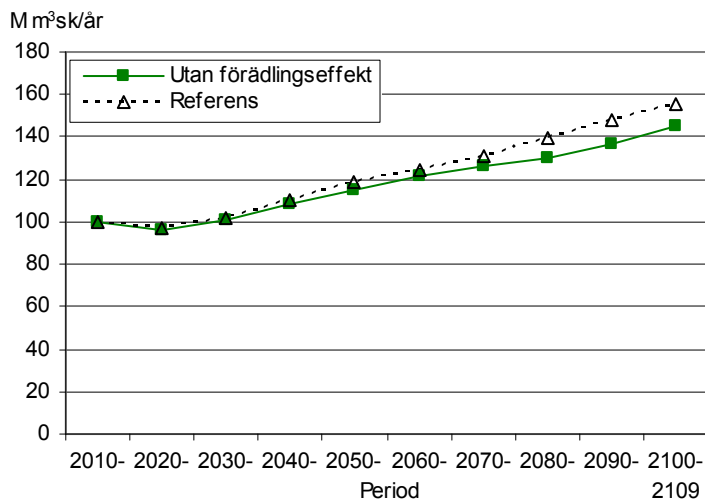
Liksom för klimateffekten så leder förädlingseffekterna i Hugin-systemet till ett successivt ökat virkesförråd, se kapitel 3.1.1. I figur 3.4 är den totala effekten av användning av förädlat material i scenariot Referens uppdelad på den direkta effekten och en indirekt effekt beroende på ett högre virkesförråd. I slutet av analysperioden har den direkta effekten av användning av förädlat material lett till en ökad tillväxt på 6-7,5 % och den indirekta virkesförrådseffekten till en tillväxtökning på ca 1 %.



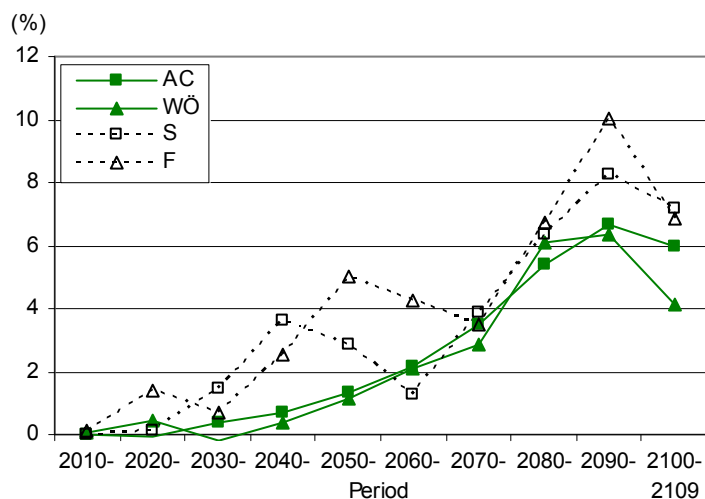
Figur 3.4 Tillväxtökning orsakad av användning av förädlat material i Referens, andel av tillväxten utan förädlingseffekt (%). Uppdelat på den direkta effekten av användning av förädlat material och effekten av ett successivt ökat virkesförråd. Beräknat för ACL, ACK, WÖ, S och F. Virkesproduktionsmark, alla ägare.

Effekten av användning av förädlat material har lett till tillväxtökning på virkesproduktionsmark som i absoluta tal är ca 3 Mm³sk/år till mitten av analysperioden (2050-2060) och ca 10-12 Mm³sk/år efter 100 år, figur 3.5.

Den sammantagna direkta förädlingseffekten varierar något över landet. Dels beroende på att den genetiska vinsten (förädlingsvinsten hos varje enskild individ) är olika stor i olika delar av landet och för respektive trädslag men också beroende på att andelen plantering, valet av trädslag vid plantering och tillgången på förädlat material varierar över landet. I de fem beräkningsområden som effektanalysen Förädling är beräknad på är den direkta förädlingsvinsten något högre, som genomsnitt över 100 årsperioden, i Värmlands- och Jönköpings län än i Västerbottens- och Dalarnas län, figur 3.6. I Västerbottens- och Dalarnas län leder förädlingseffekten till en ökad tillväxt med 4-7 % på virkesproduktionsmark efter 100 år medan den i Jönköpings- och Värmlands län leder till en tillväxtökning på 7-10 %.



Figur 3.5 Tillväxt (Mm³sk/år) hela landet, med och utan användning av förädlat material. Utan förädlat material beräknat för ACL, ACK, WÖ, S och F, därefter uppskalat till hela landet. Med användning av förädlat material är lika med Referens. Virkesproduktionsmark, alla ägare.



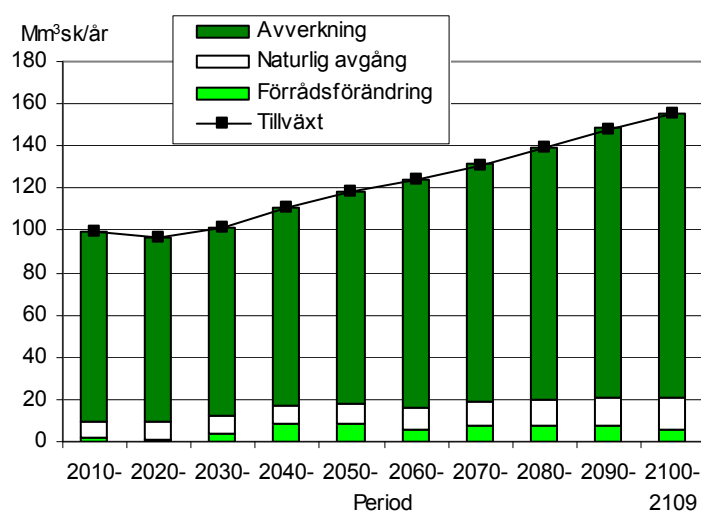
Figur 3.6 Tillväxtökning orsakad av användning av förädlat material i Referens, andel av tillväxten utan förädlingseffekt (%), exklusive effekten av ett ökat virkesförråd. Uppdelat på beräkningsområdena AC, WÖ, S och F. Virkesproduktionsmark, alla ägare.

3.2 Scenariot Referens

I följande kapitel redovisas resultaten från scenariot Referens. Referens beskriver utvecklingen förutsatt nuvarande skogsskötsel, beslutad miljöpolitik till år 2010 och en sannolik förändring av klimatet. Med beslutad miljöpolitik menas att scenariot förutsätter att delmål 1 under Miljö kvalitetsmålet Levande skogar kommer att uppfyllas. Förutsättningarna för Referens finns beskrivna i kapitel 2.4.1.

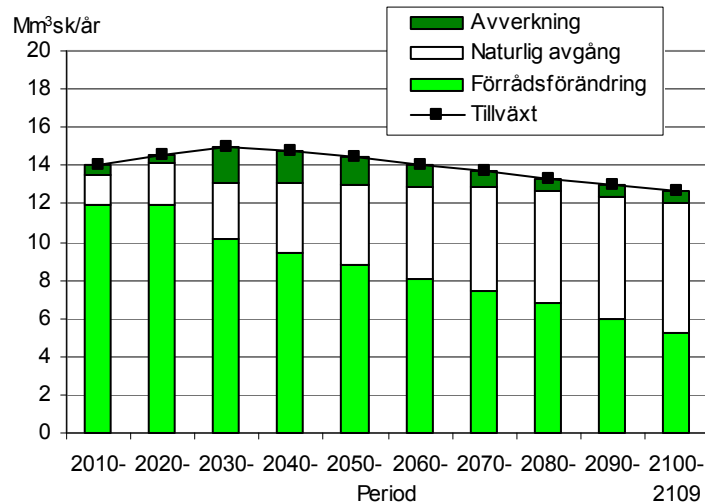
3.2.1 Sambandet mellan potentiell avverkning, tillväxt, naturlig avgång och virkesförråd

Tillväxten på Virkesproduktionsmark ligger årligen på omkring 100 Mm³sk de inledande tre perioderna. En tydlig successiv ökning av tillväxten inträffar fr. o. m. period 4 och landar vid framskrivningsperiodens slut på 156 Mm³sk. Avverkningen utgör 91 % av tillväxten under den första tioårsperioden varefter andelen minskar något och utgör efter 100 år 87 % av tillväxten. Den naturliga avgången fördubblas i absoluta tal under hundraårsperioden från 7 Mm³sk till något mer än 14 Mm³sk. De första två tioårsperioderna sker en marginell ökning av virkesförrådet på Virkesproduktionsmark. Under resterande framskrivning ligger den årliga förrådsupbyggnaden på mellan 4 och 9 Mm³sk.



Figur 3.7 Årlig tillväxt, potentiell avverkning (inkl. röjning), naturlig avgång och förrådsförändring (Mm³sk/år). Referens, Virkesproduktionsmark, alla ägare.

För Hänsynsmark och Reservat ligger den årliga tillväxten på mellan 13 och 15 Mm³sk och det finns en svagt avtagande tendens efter en kulmination under den tredje framskrivningsperioden. Avverkningsnivån är mycket marginell och pendlar omkring 1 Mm³sk per år. Andelen naturlig avgång är för dessa markanvändningsklasser betydande och utgör initialt 11 % av tillväxten för att därefter öka till 54 % av tillväxten vid hundraårsperiodens slut. Nästan hela tillväxten, d.v.s. 80-90 %, avsätts i virkesförrådsupbyggnad i de inledande tioårsperioderna för att därefter, i takt med att den naturliga avgången ökar, avta till 41 % av tillväxten efter 100 år.



Figur 3.8 Årlig tillväxt, potentiell avverkning (inkl. röjning), naturlig avgång och förrådsförändring (Mm³sk/år). Referens, Hänsynsmark och Reservat, alla ägare.

Tabell 3.1 Årlig tillväxt, potentiell avverkning (inkl. röjning), naturlig avgång och förrådsförändring under några tioårsperioder, fördelat på landsdelar och markanvändning (Mm³sk/år). Referens, alla ägare.

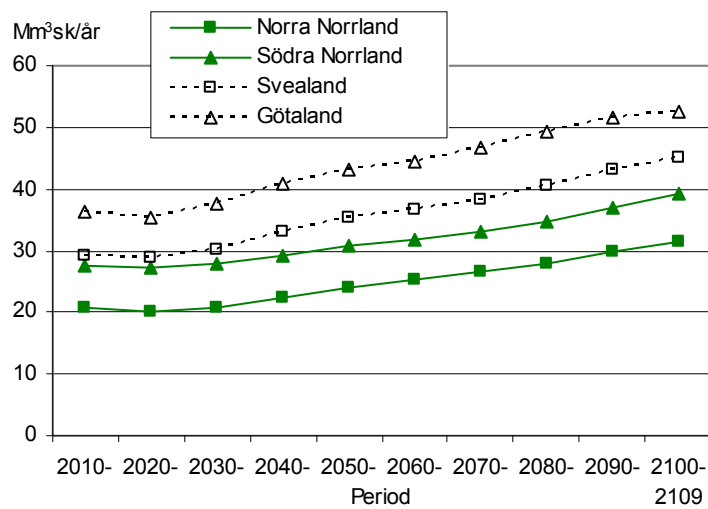
Landsdel		Virkesproduktionsmark			Hänsynsmark och Reservat		
		2010-2019	2020-2029	2060-2069	2010-2019	2020-2029	2060-2069
Norra Norrland	Tillväxt	17,5	16,8	21,7	3,2	3,4	3,7
	Avverkning	15,3	14,8	18,8	0,1	0,1	0,1
	Naturlig avgång	1,0	1,1	1,4	0,3	0,4	0,9
	Förrådsförändring	1,1	0,8	1,4	2,8	2,8	2,6
Södra Norrland	Tillväxt	24,6	24,3	28,9	2,9	3,0	2,9
	Avverkning	21,3	21,5	25,7	0,1	0,1	0,3
	Naturlig avgång	1,8	2,1	2,5	0,3	0,4	1,0
	Förrådsförändring	1,5	0,7	0,6	2,5	2,5	1,7
Svealand	Tillväxt	25,8	25,2	33,3	3,5	3,6	3,4
	Avverkning	24,0	23,5	28,8	0,2	0,1	0,3
	Naturlig avgång	1,6	1,7	2,4	0,3	0,5	1,2
	Förrådsförändring	0,2	0,0	2,0	3,0	3,0	1,9
Götaland	Tillväxt	31,8	30,7	40,4	4,4	4,6	4,0
	Avverkning	29,8	28,0	35,4	0,2	0,2	0,4
	Naturlig avgång	2,7	2,9	3,6	0,5	0,8	1,7
	Förrådsförändring	-0,7	-0,2	1,8	3,7	3,6	1,8
Hela Landet	Tillväxt	99,8	96,9	124,3	14,0	14,5	14,1
	Avverkning	90,5	87,9	108,7	0,6	0,5	1,2
	Naturlig avgång	7,1	7,8	10,0	1,5	2,1	4,9
	Förrådsförändring	2,2	1,2	5,8	12,0	12,0	8,0

För de första tre tioårsperioderna finns på Virkesproduktionsmark en trend i materialet från söder mot norr som innebär att avverkning i Götaland och Svealand i stort motsvarar tillväxten och att virkesförrådet i dessa delar av landet är oföränd-

rat eller t. o. m. minskar något. De norra delarna av Sverige uppvisar däremot en balans med lite större marginaler vilket uttrycks i en viss ökning av virkesförrådet. För Hänsynsmark och Reservat finns inte någon motsvarande tydlig skillnad mellan olika delar av Sverige.

3.2.2 Tillväxt

Den årliga tillväxten uppvisar samma mönster inom olika delar av Sverige vilket innebär en markant tillväxtökning fr.o.m. den fjärde perioden och framåt. Ett successivt förändrat klimat och dess förmodade inverkan på den löpande skogstillväxten kan därför i viss mån sägas framgå av figur 3.9. Den absoluta tillväxtnivån ökar i landet från norr mot söder vilket speglar grundläggande skillnader i förutsättningar för skogsproduktion.



Figur 3.9 Årlig tillväxt fördelat på landsdelar (Mm³sk/år). Referens, alla markanvändningsklasser, alla ägare.

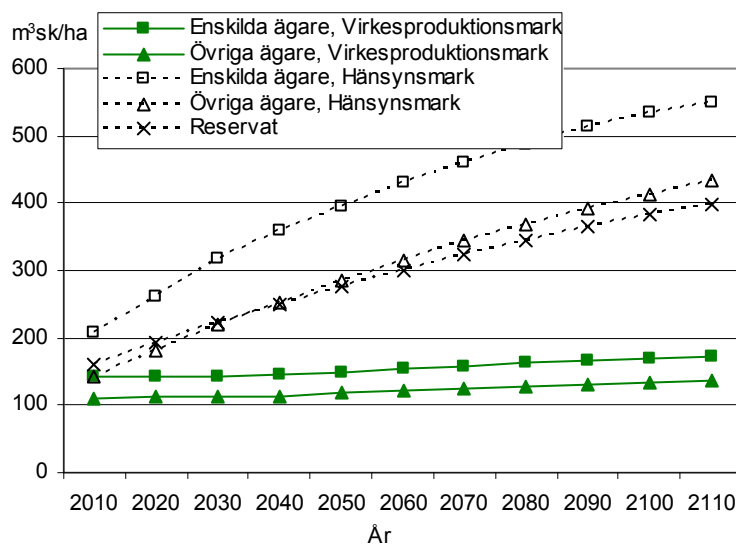
Virkesproduktionsmarkens andel av den årliga tillväxten är i princip densamma inom alla delar av landet och utgör i genomsnitt 87 % av den totala tillväxten under perioden 2010-2019, tabell 3.2. Vid framskrivningsperiodens slut är motsvarande siffra 93 %.

Tabell 3.2 Årlig tillväxt (Mm³sk/år) och andel (%) av tillväxt inom respektive landsdel, fördelat på markanvändningsklasser, ägarklasser och landsdelar. Medeltal för perioden 2010-2019. Referens.

Markanvändning/ Ägare	Norra Norrland		Södra Norrland		Svealand		Götaland		Hela landet	
	M m ³ sk	%	M m ³ sk	%	M m ³ sk	%	M m ³ sk	%	M m ³ sk	%
Virkesproduktionsmark										
Enskilda	7,4	36	11,1	40	13,8	47	24,9	69	57,2	50
Övriga	10,1	49	13,6	49	12,0	41	6,9	19	42,6	37
Totalt	17,5	85	24,6	89	25,8	88	31,8	88	99,8	87
Hänsynsmark										
Enskilda	0,5	2	0,8	3	1,0	3	2,7	8	5,0	4
Övriga	1,7	8	1,6	6	1,5	5	0,8	2	5,7	5
Totalt	2,2	10	2,3	9	2,5	8	3,6	10	10,6	9
Reservat	1,0	5	0,5	2	1,0	4	0,9	2	3,4	4
Totalt	20,7	100	27,5	100	29,3	100	36,3	100	113,8	100

3.2.3 Skogstillstånd

Det genomsnittliga virkesförrådet m³sk/hektar ökar generellt över hundraårsperioden, dock i varierande grad beroende på markanvändning och ägarkategori. För hela Sverige höjs det genomsnittliga virkesförrådet från 132 m³sk/hektar år 2010 till 194 m³sk/hektar år 2110. Den största ökningen av genomsnittsförrådet återfinns i kategorin Enskilda ägare, markanvändningsklassen Hänsynsmark.



Figur 3.10 Genomsnittligt virkesförråd fördelat på markanvändningsklasser och ägarklasser (m³sk/hektar). Referens.

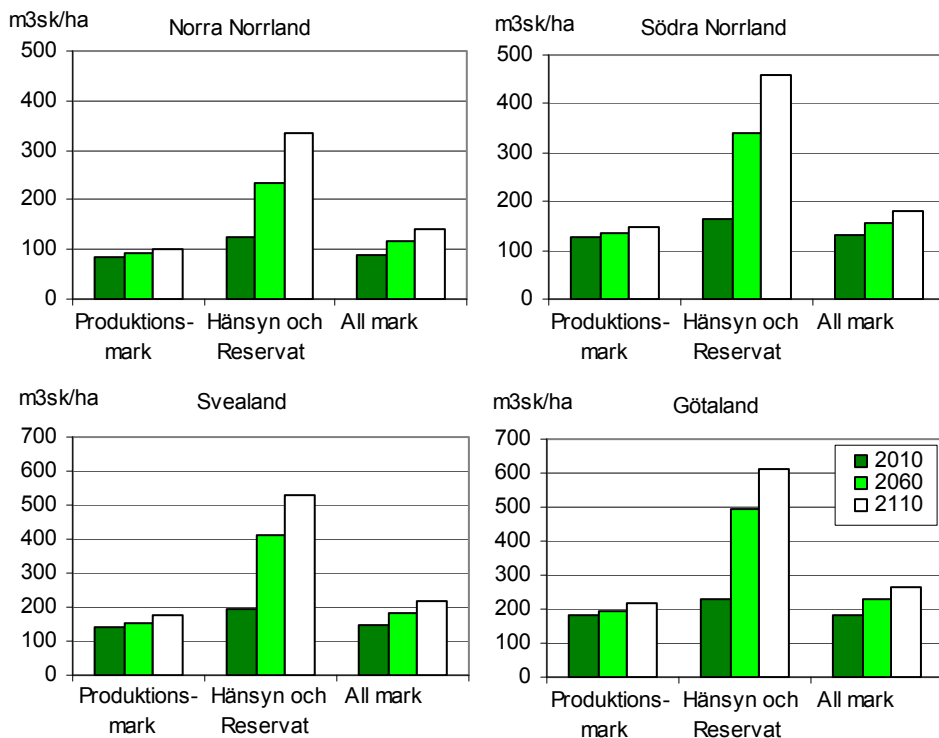
Eftersom det genomsnittliga virkesförrådet ökar så starkt på Hänsynsmark och Reservat innebär det här en, i relativa tal, förskjutning av det totala virkesförrådet från Virkesproduktionsmark mot Hänsynsmark och Reservat. Medan förrådsandelen på Virkesproduktionsmark minskar från 84 % av totalförrådet till 70 % ökar

förrådsandelen på Hänsynsmark och Reservat från 16 % till 29 %. Det genomsnittliga virkesförrådet är genomgående högre på Hänsynsmark och Reservat eftersom deras sammanlagda andel av totalarealen endast utgör 13 %. Detta framgår även av figur 3.11. Utvecklingen av virkesförrådet sker på motsvarande sätt för olika delar av Sverige med undantag av Norra Norrland där förskjutningen mot Hänsynsmark och Reservat är än mer markant och innebär att dessa markanvändningsklasser vid framskrivningsperiodens slut tillsammans utgör 40 % av det totala virkesförrådet.

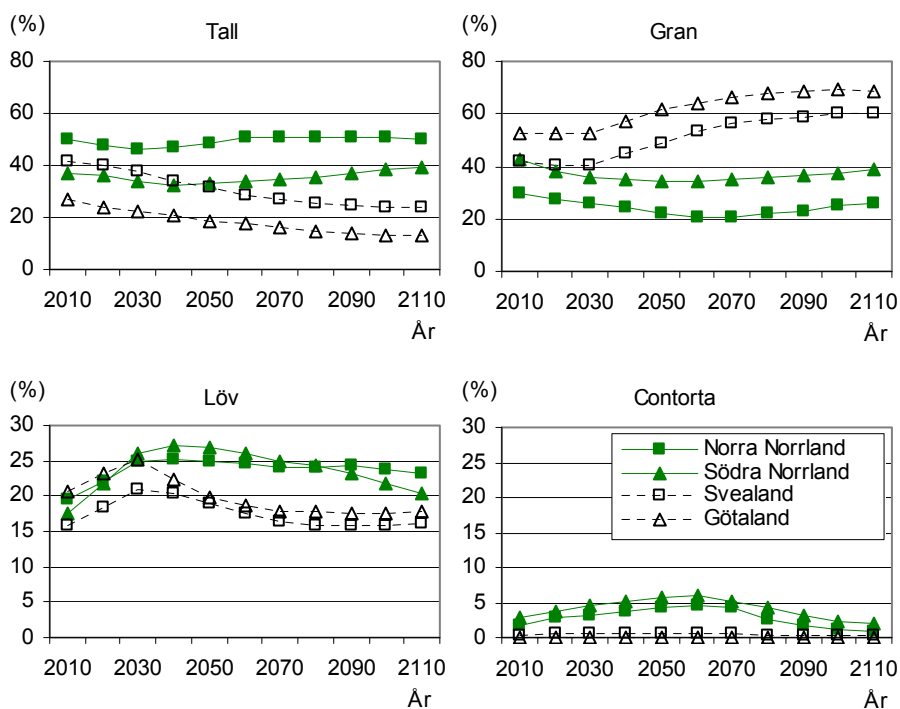
Tabell 3.3 Virkesförråd (Mm³sk) och andel (%) av virkesförråd inom respektive landsdel fördelat på landsdelar och markanvändningsklasser, för några utvalda år. Referens.

Landsdel/ Markanvändning	2010		2020		2060		2110	
	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%
Norra Norrland	644		678		828		1 008	
Virkesproduktionsmark	495	77	501	74	545	66	605	60
Hänsynsmark	90	14	108	16	181	22	260	26
Reservat	60	9	68	10	102	12	143	14
Södra Norrland	780		813		933		1 080	
Virkesproduktionsmark	677	87	686	84	720	77	793	73
Hänsynsmark	76	10	96	12	164	18	223	21
Reservat	27	3	31	4	48	5	64	6
Svealand	763		786		957		1 136	
Virkesproduktionsmark	648	85	642	82	712	74	819	72
Hänsynsmark	77	10	97	12	167	17	217	19
Reservat	39	5	47	6	78	8	101	9
Götaland	921		939		1 129		1 303	
Virkesproduktionsmark	793	86	776	83	855	76	962	74
Hänsynsmark	97	11	126	13	214	19	266	20
Reservat	30	3	37	4	60	5	74	6
Hela landet	3 108		3 216		3 846		4 527	
Virkesproduktionsmark	2 612	84	2 606	81	2 832	74	3 179	70
Hänsynsmark	340	11	427	13	726	19	966	21
Reservat	156	5	184	6	288	7	382	8

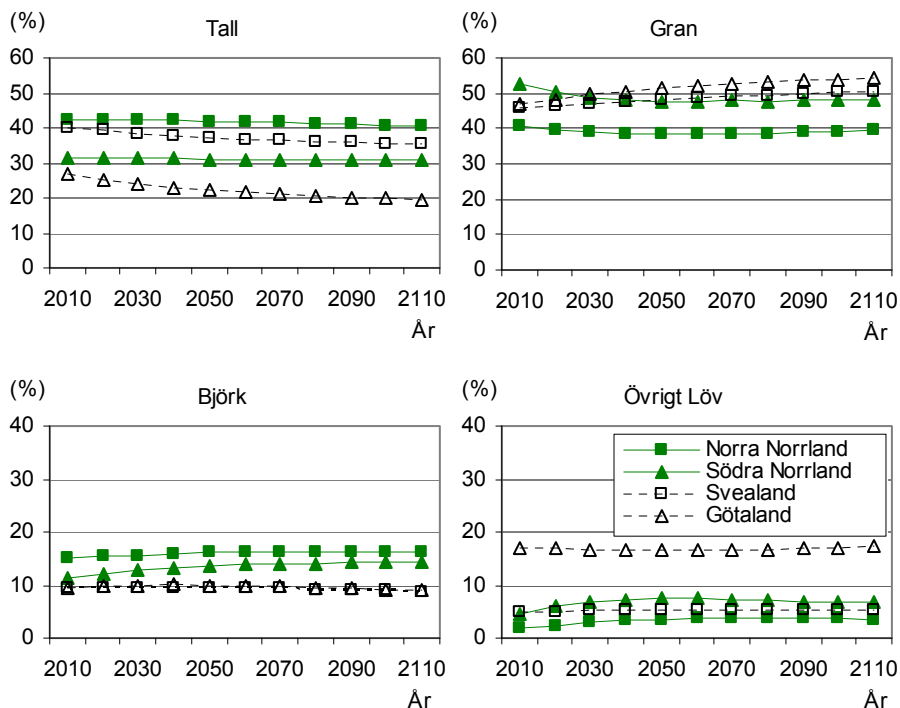
Det genomsnittliga virkesförrådet m³sk/hektar höjs successivt för all mark och på motsvarande sätt i landets olika delar, figur 3.11. Den största höjningen beräknas för markanvändningsklasserna Hänsynsmark och Reservat.



Figur 3.11 Genomsnittligt virkesförråd fördelat på Virkesproduktionsmark, Hänsynsmark och Reservat samt för all mark inom landsdelar (m³sk/hektar). Referens.



Figur 3.12 Andel av virkesförrådet fördelat på trädslag/trädslagsgrupper inom landsdelar (%). Referens, Virkesproduktionsmark, alla ägare.



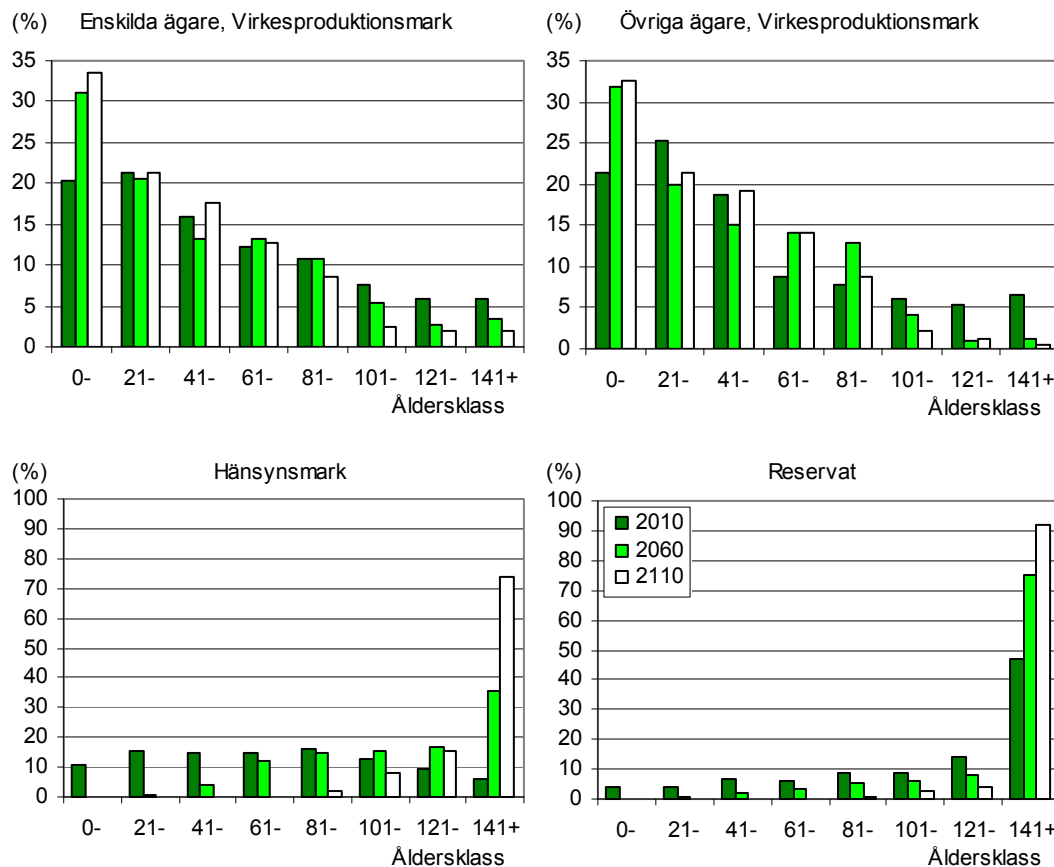
Figur 3.13 Andel av virkesförrådet fördelat på trädslag/trädslagsgrupper inom landsdelar (%). Referens, Hänsynsmark och Reservat, alla ägare.

Virkesförrådets fördelning på trädslag och förändringen över tid är klart beroende av markanvändning. Medan de olika trädslagens andel av virkesförrådet förändras påtagligt under analysperioden på Virkesproduktionsmark är motsvarande förändring av trädslagsblandning liten för Hänsynsmark och Reservat. På Virkesproduktionsmark i södra Sverige, d. v. s. Götaland och Svealand, minskar tallandelen med storleksordningen 14 respektive 18 procentenheter under hundraårsperioden samtidigt som andelen gran ökar, under samma tid, med ungefär 17 respektive 18 procentenheter. För södra respektive norra Norrland är förändringarna mindre för tall- och granandelarna och i någon mån motsatt, d. v. s. tallandelen ökar något och granandelen minskar marginellt. Lövandelen ökar kraftigt på Virkesproduktionsmark i hela landet under analysperiodens första 20 år för att därefter kulminera och avta successivt. Detta gäller framförallt Götaland och Svealand. Den stora skillnaden i utveckling av andelen löv på Virkesproduktionsmark under inledande perioderna jämfört med de senare beror på hur provtytor prioriterats för avverkning, se vidare under kapitel 5.1. Andelen Contorta på Virkesproduktionsmark är endast någon procent och med en toppnivå på omkring 5 % efter 50 års framskrivning.

Även på Hänsynsmark och Reservat ökar andelen gran av virkesförrådet i Götaland och Svealand, dock ej i samma utsträckning som på Virkesproduktionsmark, figur 3.13. I Svealand ökar andelen gran av virkesförrådet från 46 % till 50 %, medan den i Götaland ökar från 47 % till 54 %. Samtidigt minskar andelen tall i motsvarande utsträckning.

Utvecklingen av olika trädslags andel av virkesförrådet i scenariot Referens framgår även av kartorna i Bilaga 3.

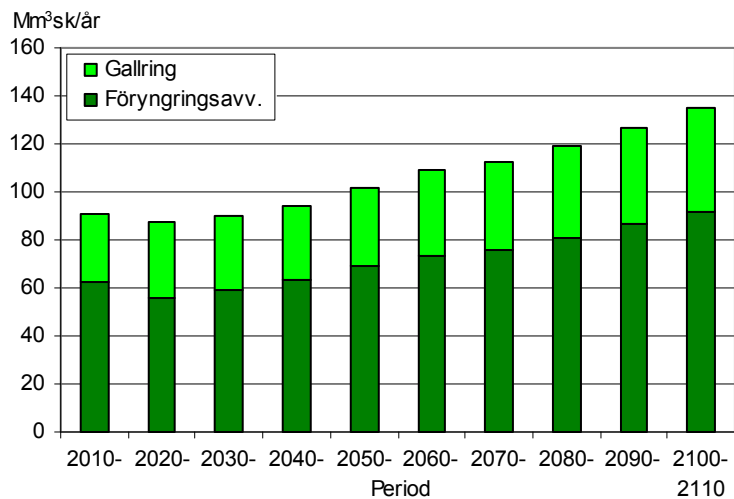
Den växande skogens ålderssammansättning är helt beroende av markanvändning vilket framgår av figur 3.14. På Virkesproduktionsmark minskar andelen skog över 100 år markant under beräkningsperioden, medan andelen yngre och medelåldersskog ökar. För Hänsynsmark och reservat ökar istället andelen äldre skog så att andelen över 140 år är 74 % för Hänsynsmark och 92 % för Reservat om 100 år.



Figur 3.14 Andel av skogsmarksarealen fördelat på åldersklasser inom markanvändnings- och ägarklasser (%), för åren 2010, 2060 och 2110. Referens.

3.2.4 Potentiell avverkning

Den årliga potentiella avverkningen är relativt konstant de första tre tioårsperioderna sett över hela landet och för all mark. Den varierar mellan 87,7 Mm³sk och 90,5 Mm³sk. Från och med period fem når den sammanlagda beräknade avverkningen över 100 Mm³sk/år och fortsätter därefter att öka till 135 Mm³sk/år vid hundraårsperiodens slut. Fördelningen mellan gallring respektive föryngringsavverkning är relativt stabil vilket innebär att gallringens andel av den totala avverkningen utgör omkring en tredjedel under hela analysperioden.



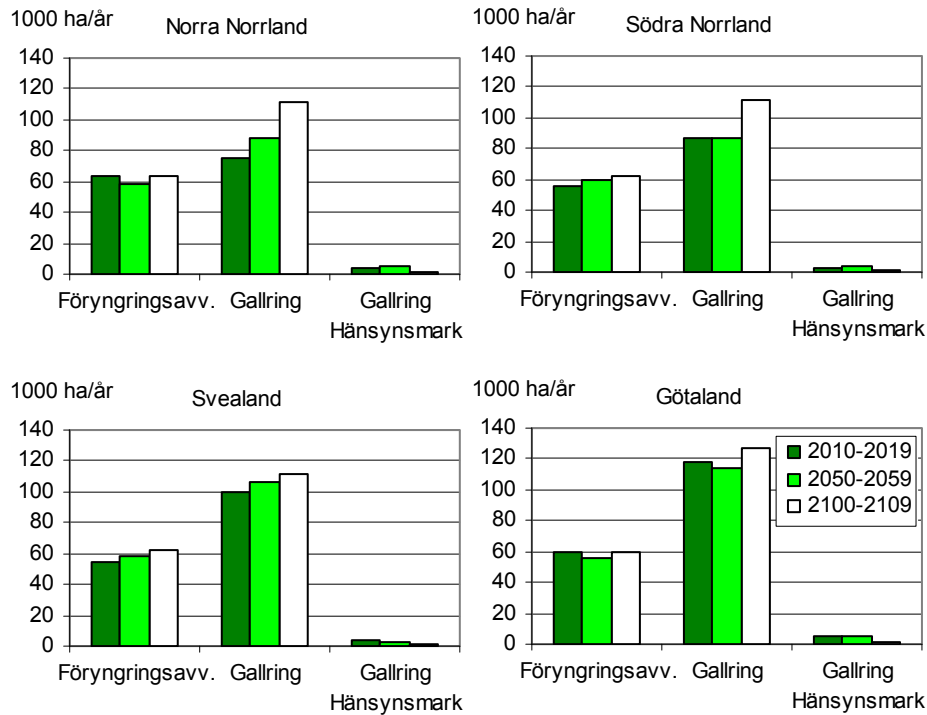
Figur 3.15 Årlig potentiell avverkning (exkl. röjning) fördelat på avverkningsform (Mm³sk/år). Avverkning från Hänsynsmark ingår i Gallring. Referens, hela landet, all mark.

Den årliga avverkningen utvecklas på ungefär samma sätt i landets olika delar. Detta gäller även uppdelningen mellan gallring och föryngringsavverkning. Här avviker dock period två genom att andelen gallring tillfälligt ökar generellt och mest i Norra Norrland respektive Svealand, tabell 3.4.

Tabell 3.4 Årlig potentiell avverkning (exklusive röjning) (Mm³sk/år) och andel (%) av avverkningen inom respektive landsdel, fördelat på landsdelar och avverkningsformer, för några utvalda perioder. Avverkning från hänsynsmark ingår i gallring. Referens, alla markanvändningsklasser.

Landsdel/ avverkningsform	2010-2019		2020-2029		2060-2069		2100-2109	
	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%
Norra Norrland								
Föryngringsavverkning	10,8	70	9,6	65	13,1	70	16,3	68
Gallring	4,5	30	5,2	35	5,6	30	7,8	32
Totalt	15,3		14,8		18,7		24,1	
Södra Norrland								
Föryngringsavverkning	14,7	69	13,9	65	17,9	69	21,5	69
Gallring	6,5	31	7,5	35	7,9	31	9,5	31
Totalt	21,2		21,4		25,7		31,0	
Svealand								
Föryngringsavverkning	16,5	69	14,7	63	19,3	67	24,4	67
Gallring	7,6	31	8,8	37	9,7	33	12,0	33
Totalt	24,0		23,5		29,0		36,4	
Götaland								
Föryngringsavverkning	20,2	68	17,9	64	23,0	65	29,2	68
Gallring	9,7	32	10,1	36	12,5	35	13,9	32
Totalt	30,0		28,1		35,5		43,1	
Hela landet								
Föryngringsavverkning	62,1	69	56,1	64	73,3	67	91,4	68
Gallring	28,3	31	31,6	36	35,7	33	43,2	32
Totalt	90,5		87,7		108,9		134,6	

Den årliga arealen gallring överstiger genomgående arealen föryngringsavverkning i alla delar av landet och för hela analysperioden. I Svealand och Götaland utgör den årligt gallrade arealen ungefär två tredjedelar av den totalt avverkade arealen. Medan den årliga gallringsarealens andel av den totalt avverkade arealen är relativt konstant för Svealand och Götaland under framskrivningsperioden ökar arealandelen gallring markant i norra respektive södra Norrland och hamnar här vid analysperiodens slut på samma nivå som gäller för landet i övrigt. Den arealandel gallring som utförs i form av anpassad avverkning på Hänsynsmark är stabil över tid och ligger på ungefär samma låga nivå i hela Sverige.

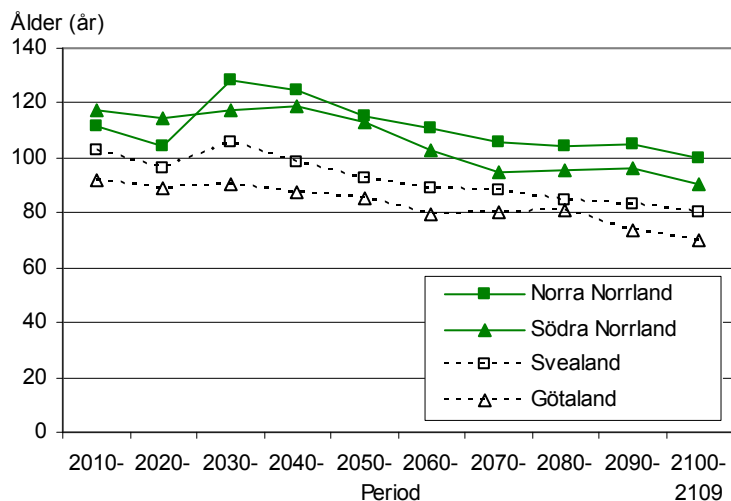


Figur 3.16 Årlig avverkad areal fördelat på avverkningsform och markanvändningsklass under perioderna 2010-2019, 2050-2059 och 2100-2109 (1000 hektar/år), uppdelat per landsdel. Referens, alla ägarklasser.

Den årliga potentiella avverkningens fördelning på trädslag varierar kraftigt i landet. Under den första tioårsperioden ingår Tall och gran i ungefär samma proportioner, d. v. s. med omkring 45 % vardera, i södra Norrland och Svealand vilket också utgör riksgenomsnittet initialt. Norra Norrland och Götaland avviker här kraftigt och balanserar varandra i fråga om de inhemska barrträden, d. v. s. i norra Norrland gäller tall/gran 61 respektive 28 % och i Götaland tall/gran 28 respektive 58 %. Av resterande trädslag ingår björk med en stabil andel motsvarande 7-8 % av den årliga potentiella avverkningen, lika i landets olika delar och därigenom även gällande som ett genomsnitt för hela Sverige. För analysperioden förändras avverkningens trädslagssammansättning så att björkandelen mer än fördubblas i norra och södra Norrland. Avverkningens björkandel ökar också påtagligt i Svealand över hundraårsperioden medan Götaland här utgör ett litet undantag med en marginellt stigande björkandel i de årliga avverkningarna.

Tabell 3.5 Årlig potentiell avverkning (exklusive röjning) (Mm³sk/år) och andel (%) av avverkningen inom respektive landsdel, fördelat på landsdelar och trädslag, för några utvalda perioder. Avverkning från hänsynsmark ingår i gallring. Referens, alla markanvändningsklasser.

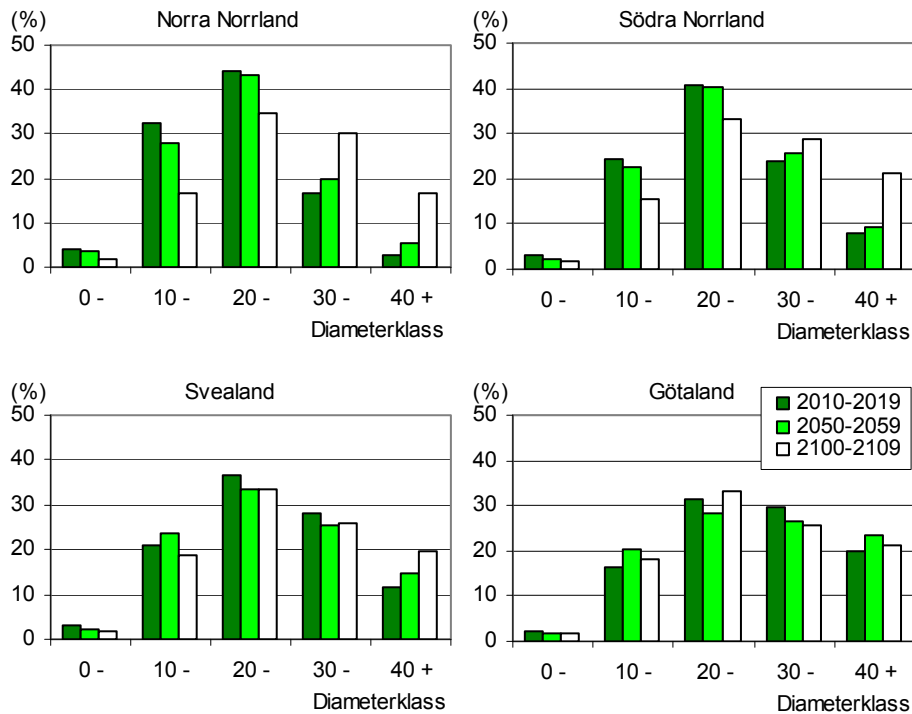
Landsdel/ Trädslag	2010-2019		2020-2029		2060-2069		2100-2109		
	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%	
Norra Norrland	Tall	9,2	61	8,7	59	9,7	52	12,6	53
	Gran	4,3	28	4,0	27	4,0	22	5,9	24
	Björk	1,3	8	1,4	10	3,9	21	4,8	20
	Övrigt	0,4	3	0,7	5	1,1	6	0,8	3
Södra Norrland	Tall	8,8	41	9,2	43	8,7	34	11,8	38
	Gran	10,0	47	8,9	42	9,1	35	11,3	36
	Björk	1,4	7	2,0	9	5,2	20	6,0	19
	Övrigt	1,0	5	1,3	6	2,8	11	1,8	6
Svealand	Tall	10,2	42	9,5	41	8,2	28	8,7	24
	Gran	11,3	47	10,9	46	15,2	53	21,9	60
	Björk	1,8	7	2,3	10	4,2	14	4,3	12
	Övrigt	0,8	3	0,8	3	1,4	5	1,4	4
Götaland	Tall	8,5	28	6,6	23	5,7	16	4,7	11
	Gran	17,4	58	17,0	60	23,7	67	31,8	74
	Björk	2,1	7	2,4	9	3,7	11	4,5	10
	Övrigt	2,0	7	2,1	7	2,4	7	2,1	5
Hela landet	Tall	36,7	41	34,0	39	32,3	30	37,9	28
	Gran	43,1	48	40,7	46	52,0	48	71,0	53
	Björk	6,5	7	8,1	9	17,0	16	19,6	15
	Övrigt	4,2	5	4,9	6	7,7	7	6,2	5



Figur 3.17 Genomsnittlig ålder vid föryngringsavverkning fördelat på landsdelar, medeltal per tioårsperiod (år). Referens, Virkesproduktionsmark, alla ägare.

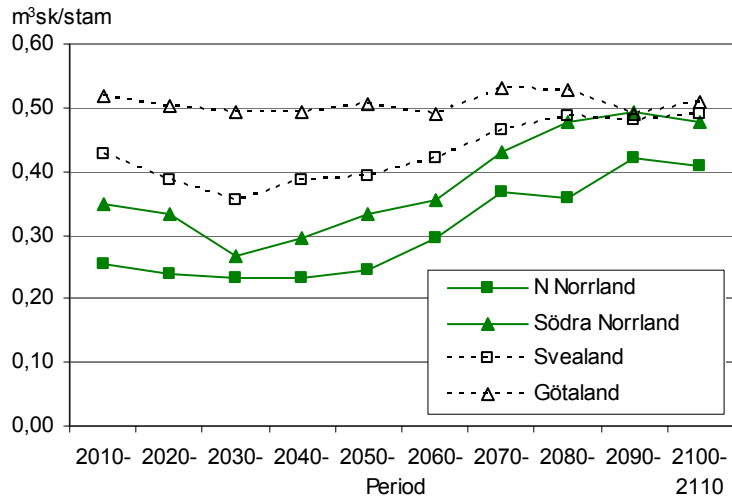
För hela landet sjunker den genomsnittliga åldern vid föryngringsavverkning från 106 år under perioden 2010-2019 till 85 år för perioden 2100-2109, figur 3.17.

Det avverkade virkets fördelning på diameterklasser förskjuts i norra och södra Norrland mot grövre diameterklasser. Skillnaderna i diameterklassfördelning i Svealand och Götaland är däremot måttliga för analysperioden som helhet vilket framgår av figur 3.18.



Figur 3.18 Avverkningens fördelning på diameterklasser inom landsdelar(%), medeltal för perioderna 2010-2019, 2050-2059 och 2100-2109. Referens.

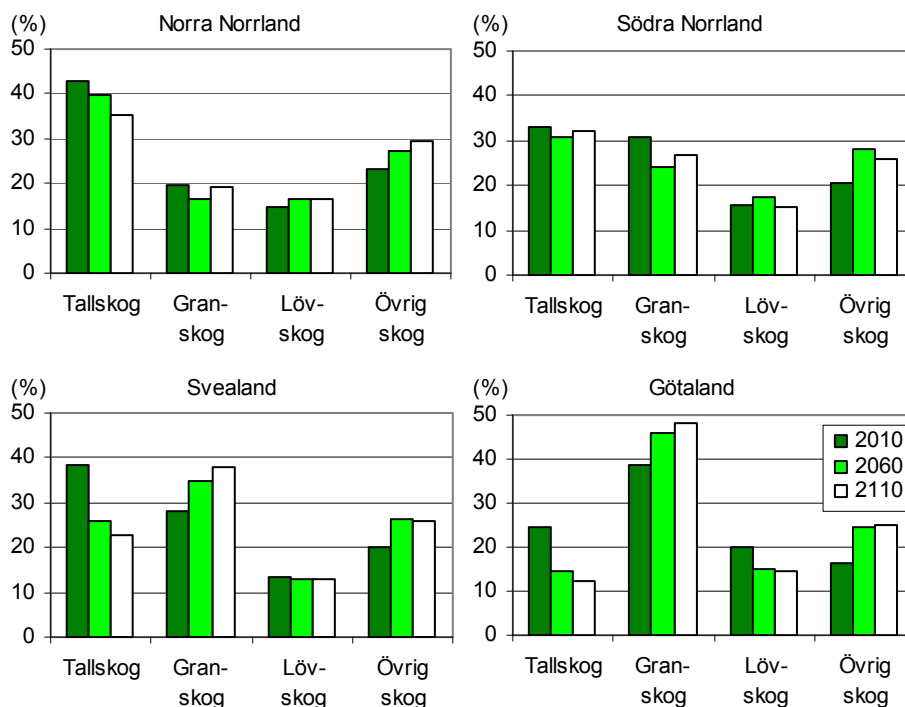
Även utvecklingen av medelstammens volym vid föryngringsavverkning följer samma mönster, figur 3.19. Här framgår att medelstammens volym är oförändrad eller ökar i varierande grad beroende på det geografiska läget. Störst är ökningen i norra Sverige och speciellt i norra Norrland där medelstammen i utgångsläget innehåller 0,25 m³sk men ökar till 0,41 m³sk vid framskrivningsperiodens slut.



Figur 3.19 Avverkade medelstammens volym (m^3sk) vid förnygringsavverkning fördelad på landsdel. Referens, alla markanvändningsklasser, alla ägare.

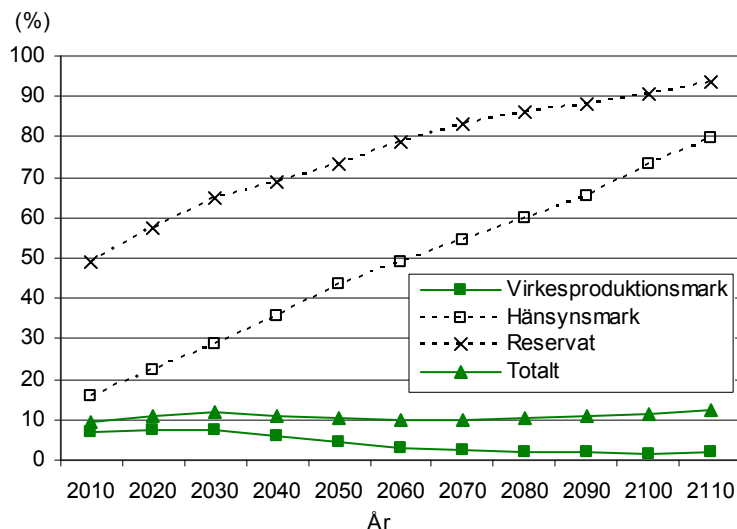
3.2.5 Miljöförhållanden

Den produktiva skogsmarkens fördelning på skogstyper framgår av figur 3.20. Under 100-årsperioden minskar andelen tallskog i hela landet från 35 till 27 %. Minskningen sker i alla landsdelar utom i södra Norrland där andelen tallskog är relativt konstant på drygt 30 %. Omvänt gäller att arealandelen granskog ökar markant under dessa hundra år i landets södra delar, det vill säga Svealand och Götaland. I Svealand ökar den från 28 till 38 % och i Götaland från 39 till 48 %. I norra och södra Norrland är däremot andelen granskog relativt konstant över tiden. Andelen lövskog är relativt stabil i hela landet på runt 15 %, och i alla landsdelar utom i Götaland där den minskar från 20 till 15 %. Övrig skog, dvs. skog som inte domineras av gran, tall eller lövträd, ökar i alla landsdelar och i hela landet. På landsnivå ökar den från 20 till 27 %.



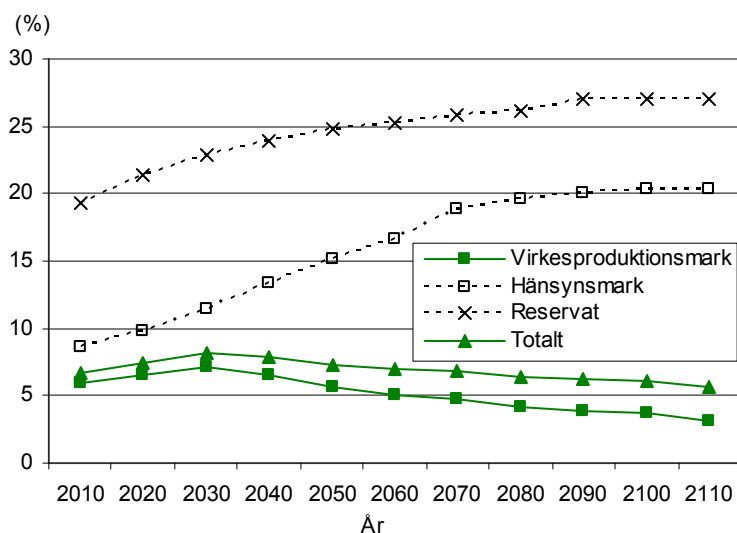
Figur 3.20 Areal av olika skogstyper som andel av total skogsmarksareal (%) inom landsdelar, för åren 2010, 2060 och 2110. Referens, alla markanvändningsklasser, alla ägare.

På Virkesproduktionsmark minskar andelen gammal skog från 7 % till endast någon enstaka procent efter hundra års framskrivning, figur 3.21. Den totala förekomsten av gammal skog ökar däremot något för hela landet från 9 % år 2010 respektive 12 % år 2110. Orsaken är att andelen gammal skog ökar i markanvändningsklasserna Hänsynsmark och Reservat där nästan all skog uppfyller definitionen för gammal skog efter hundra års framskrivning. På all produktiv skogsmark är andelen gammal skog relativt stabil i alla landsdelar, den ökar eller minskar svagt, förutom i Götaland där andelen ökar från 5 % till 15 %.



Figur 3.21 Andel gammal skog av total produktiv skogsmarksareal inom markanvändningsklasser (%). Gammal skog enligt miljömålsdefinitionen dvs. äldre än 140 år i Norrland, Dalarnas, Värmlands och Örebro län samt äldre än 120 år i övriga landet. Referens

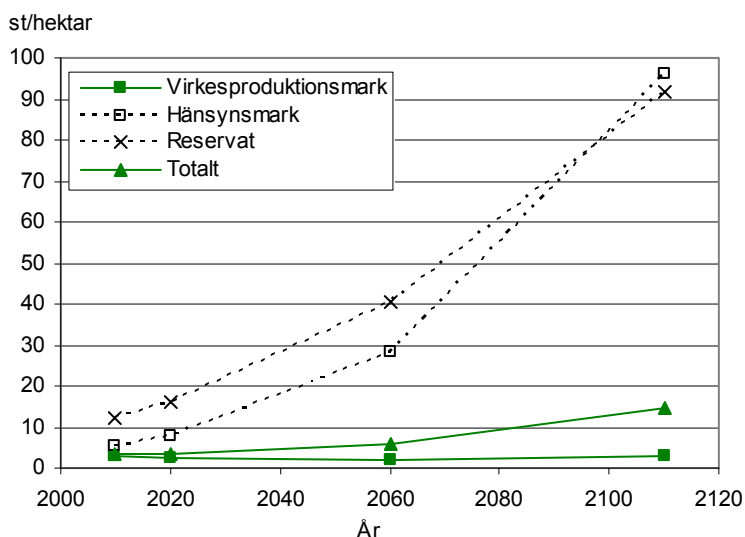
Andelen äldre lövrik skog ökar även den starkt inom markanvändningsklasserna Hänsynsmark och Reservat. Sett över hela landet ökar den i markanvändningsklassen Reservat från 19 till 27 % och inom Hänsynsmark från 9 till 20 %. Både inom Reservat och Hänsynsmark så planar ökningen ut från år 2090 och framåt. På Virkesproduktionsmarken minskar arealen äldre lövrik skog successivt under 100 årsperioden, men inte lika markant som andelen gammal skog. Sammantaget gör det här att den totala andelen äldre lövrik skog på all produktiv skogsmark minskar svagt från 7 till 6 % under 100-årsperioden.



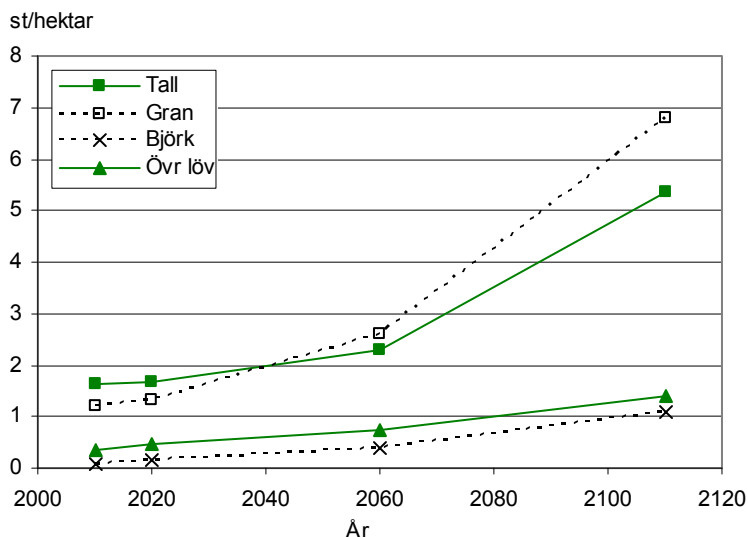
Figur 3.22 Andel äldre lövrik skog total produktiv skogsmarksareal inom markanvändningsklasser (%). Äldre lövrik skog enligt miljömålsdefinitionen dvs. skog skog äldre än 80 år i Norrland + Dalarna-, Värmland- och Örebro län och äldre än 60 år i övriga landet där minst 25% av grundytan består av lövträd. Referens

Antalet träd äldre än 100 år och grövre än 40 cm i brösthöjd är relativt konstant på Virkesproduktionsmarken, figur 3.23. I genomsnitt finns där 2,7 sådana träd per hektar år 2010 och 2,9 efter 100 års framskrivning, år 2110. På Hänsynsmark och i Reservat så ökar antalet kraftigt. På Hänsynsmark ökar antalet från 5 träd per hektar år 2010 till 96 år 2110, medan det på markanvändningsklassen Reservat ökar från 12 till 92. Den stora ökningen på Hänsynsmark och i Reservat gör att antalet på all produktiv skogsmark ökar från 3 träd per hektar år 2010 till 14 träd per hektar år 2110. Ökningen är störst för tall och gran men även antalet björkar och övriga lövträd ökar, figur 3.24.

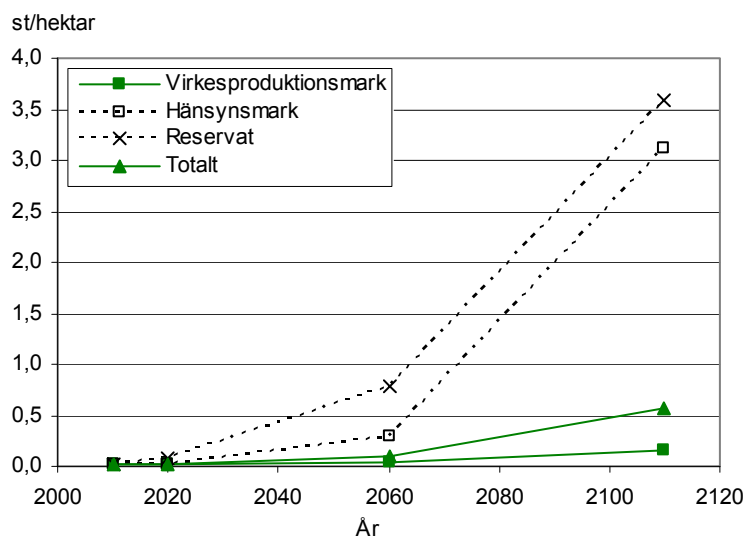
Av de 3 träd per hektar som är äldre än 100 år och grövre än 40 cm år 2010 på all produktiv skogsmark, är färre än 0,1 träd per hektar grövre än 70 cm. Antalet träd äldre än 100 år och grövre än 70 cm ökar dock fram till 2110 till 0,6 träd per hektar, figur 3.25. Även dessa träd ökar kraftigt i antal på Hänsynsmark och i Reservat och där finns det 2110, 3 respektive 3,5 träd per hektar äldre än 100 år och grövre än 70 cm.



Figur 3.23 Antal träd per hektar äldre än 100 år och grövre än 40 cm i brösthöjd, fördelat på markanvändningsklasser (st/hektar). Referens.



Figur 3.24 Antal träd per hektar äldre än 100 år och grövre än 40 cm i bröst höjd, fördelat på trädslag/trädslagsgrupper (st/hektar). Alla markanvändningsklasser, Referens.



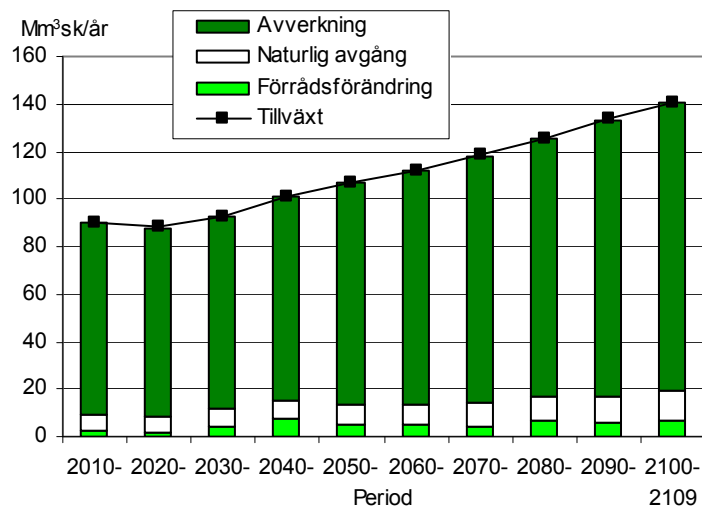
Figur 3.25 Antal träd per hektar äldre än 100 år och grövre än 70 cm i bröst höjd, fördelat på markanvändningsklasser (st/hektar). Referens.

3.3 Scenariot Miljö

I följande kapitel redovisas resultaten från scenariot Miljö. Miljö syftar till att belysa utvecklingen förutsatt ökade miljöambitioner. Miljöambitioner är höjda till en nivå som bedömts kunna leda till att man kan uppfylla de övergripande miljöambitioner, framför allt Levande skogar. Det här innebär att scenariot har högre miljöambitioner än Miljömålsrådets förslag till delmål till 2020. Ambitioner i skogsskötsel och effekter av klimatförändringar är på samma nivå som i Referens. Förutsättningarna för Miljö finns beskrivna i kapitel 2.4.2.

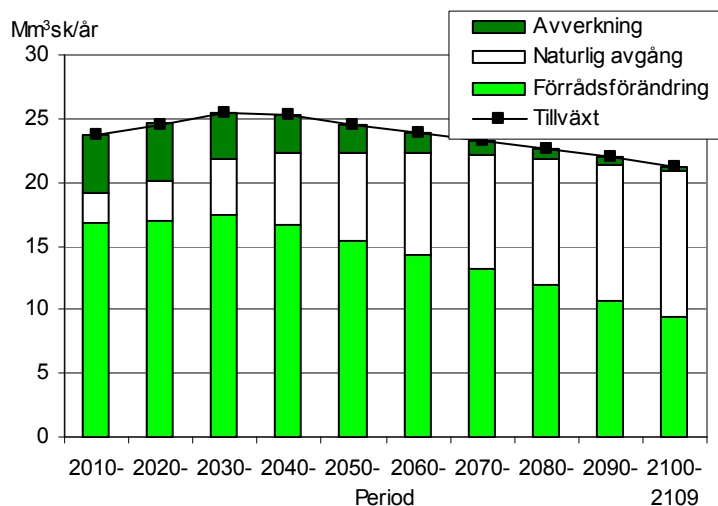
3.3.1 Sambandet mellan potentiell avverkning, tillväxt, naturlig avgång och virkesförråd

Tillväxt, avverkning, naturlig avgång och förrådsupbyggnad förändras enligt samma mönster som i scenariot Referens för de olika markanvändningsklasserna, figur 3.26 och 3.27. De absoluta nivåerna skiljer sig däremot eftersom arealerna Reservat och Hänsynsmark är avsevärt större i scenariot Miljö.



Figur 3.26 Årlig tillväxt, potentiell avverkning (inkl. röjning), naturlig avgång och förrådsförändring (Mm³sk/år). Miljö, Virkesproduktionsmark, alla ägare.

Tillväxten på Virkesproduktionsmark som i genomsnitt är 90 milj. m³sk under de första tio åren ökar påtagligt från period 4 (2040-2049) och framåt till 141 milj. m³sk vid hundraårsperiodens slut. Den totala avverkningen motsvarar huvuddelen av tillväxten under hela analysperioden. Virkesförrådet uppbyggnad utgör en något större andel av tillväxten under åren 2030-2109 (4,5-7,7 Mm³sk/år) än under de första 20 åren (1,3-2,6 Mm³sk/år).



Figur 3.27 Årlig tillväxt, potentiell avverkning (inkl. röjning), naturlig avgång och förrådsförändring ($Mm^3sk/år$). Miljö, Hänsynsmark och Reservat, alla ägare.

På Hänsynsmark och inom Reservat ökar tillväxten under de 30 första åren för att därefter kontinuerligt minska mot hundraårsperiodens slut då den sjunkit under nivån från den första tioårsperioden. Virkesförrådet uppbyggnad motsvarar vid analysperiodens början huvuddelen av tillväxten. Denna andel sjunker kontinuerligt och motsvarar mindre än hälften av tillväxten vid hundraårsperiodens slut. Den naturliga avgången ökar kontinuerligt under hela hundraårsperioden från att motsvara 10 % av tillväxten i den första tioårsperioden till att motsvara över 50 % i den sista.

På Virkesproduktionsmark utvecklas avverkning, naturlig avgång och förrådsuppbyggnad i relation till tillväxt på liknande sätt i alla landsdelar och för hela landet. På Hänsynsmark och inom Reservat skiljer sig dock utvecklingen mellan landsdelar längs en nord-sydlig gradient. I södra Sverige (Götaland) ökar den naturliga avgången från att motsvara 11 % av tillväxten under de första tio åren till att motsvara 68 % vid hundraårsperiodens slut. I Norra Sverige (norra Norrland) är motsvarande andelar 9 % respektive 38 %. Denna kraftiga ökning korresponderar mot en minskning av förrådsuppbyggnaden. I Götaland minskar förrådsuppbyggnaden som andel av tillväxten från 67 % till 29 % från de första tio åren till de sista. I norra Norrland är motsvarande minskning från 78 % till 60 %.

Tabell 3.6 Årlig tillväxt, potentiell avverkning (inkl. röjning), naturlig avgång och förrädsförändring under några tioårsperioder, fördelat på landsdelar och markanvändning (Mm³sk/år). Miljö, alla ägare.

Landsdel		Virkesproduktionsmark			Hänsynsmark och Reservat		
		2010-2019	2020-2029	2060-2069	2010-2019	2020-2029	2060-2069
Norra Norrland	Tillväxt	16,1	15,5	19,7	4,7	4,9	5,7
	Avverkning	14,0	13,8	17,2	0,6	0,6	0,3
	Naturlig avgång	0,9	1,0	1,3	0,4	0,6	1,3
	Förrädsförändring	1,1	0,6	1,2	3,6	3,7	4,0
Södra Norrland	Tillväxt	22,5	22,4	26,7	5,0	5,2	5,0
	Avverkning	19,4	19,7	23,5	0,9	0,9	0,4
	Naturlig avgång	1,6	1,8	2,2	0,5	0,7	1,6
	Förrädsförändring	1,5	0,9	0,9	3,6	3,6	3,0
Svealand	Tillväxt	23,3	22,7	29,9	6,1	6,3	5,9
	Avverkning	21,6	21,5	26,2	1,3	1,2	0,4
	Naturlig avgång	1,4	1,5	2,1	0,6	0,8	1,9
	Förrädsförändring	0,3	-0,3	1,5	4,2	4,3	3,5
Götaland	Tillväxt	28,3	27,5	36,0	8,0	8,2	7,3
	Avverkning	26,3	24,9	31,7	1,7	1,7	0,5
	Naturlig avgång	2,3	2,5	3,1	0,9	1,2	3,1
	Förrädsförändring	-0,3	0,1	1,2	5,4	5,4	3,8
Hela Landet	Tillväxt	90,3	88,1	112,3	23,8	24,6	23,9
	Avverkning	81,4	79,8	98,7	4,6	4,5	1,7
	Naturlig avgång	6,3	6,9	8,7	2,4	3,2	7,9
	Förrädsförändring	2,6	1,3	4,8	16,8	16,9	14,3

3.3.2 Tillväxt

Den totala tillväxten för all mark i hela landet förändras mycket lite under de första 20 åren för att därefter öka kontinuerligt. Vid hundraårsperiodens slut har den totala tillväxten ökat med 42 % jämfört med tillväxten under den första tioårsperioden, från 114 Mm³sk till 162 Mm³sk. Utvecklingen på all mark avspeglas väl i utvecklingen på Virkesproduktionsmark. Här är dock tillväxtökningen till hundraårsperiodens slut något större (56 %) för hela landet. På Hänsynsmark och inom Reservat är utvecklingen annorlunda. Under de 30 första åren ökar tillväxten för att sedan minska till hundraårsperiodens slut. För hela landet innebär detta en tillväxtminskning inom dessa Markanvändningsklasser på 10 %. En trolig förklaring till minskningen är att skogen inom Reservat och Hänsynsmark blir så gammal att tillväxten avtar. Utvecklingen i olika landsdelar skiljer sig här kraftigt. I norra Norrland ökar tillväxten över hundraårsperioden med 21 % medan den minskar med 25 % i Götaland. Denna utveckling innebär att en större andel av den totala tillväxten sker på Virkesproduktionsmark. Under perioden 2010-2019 är andelen av total tillväxt som härrör från Virkesproduktionsmark 79 %, tabell 3.7, vilket motsvarar Virkesproduktionsmarkens andel av total skogsmarksareal. Vid hundraårsperiodens slut svarar Virkesproduktionsmark för 87 % av årlig total tillväxt.

Tabell 3.7 Årlig tillväxt (Mm³sk/år) och andel (%) av tillväxt inom respektive landsdel, fördelat på markanvändningsklasser, ägarklasser och landsdelar. Medeltal för perioden 2010-2019. Miljö.

Markanvändning/ Ägare	Norra Norrland		Södra Norrland		Svealand		Götaland		Hela landet	
	M m ³ sk	%	M m ³ sk	%	M m ³ sk	%	M m ³ sk	%	M m ³ sk	%
Virkesproduktionsmark										
Enskilda	6,8	33	10,1	37	12,5	43	22,4	62	51,8	45
Övriga	9,3	45	12,4	45	10,8	37	5,9	16	38,5	34
Totalt	16,1	78	22,5	82	23,3	80	28,3	78	90,3	79
Hänsynsmark										
Enskilda	0,9	4	1,4	5	1,8	6	4,0	11	8,0	7
Övriga	2,0	10	2,2	8	2,4	8	1,4	4	8,0	7
Totalt	2,9	14	3,6	13	4,2	14	5,3	15	16,0	14
Reservat	1,8	8	1,4	5	1,9	6	2,7	7	7,7	7
Totalt	20,8	100	27,5	100	29,4	100	36,3	100	114,0	100

3.3.3 Skogstillstånd

En tydlig förändring av skogstillståndet är här, liksom för scenariot Referens, en mycket kraftig ökning av virkesförrådet på Hänsynsmark och inom Reservat. Även på Virkesproduktionsmark växer virkesförrådet, om än inte lika snabbt. För hela landet beräknas virkesförrådet på Virkesproduktionsmark öka med 20 %. Redan i utgångsläget år 2010 är det genomsnittliga förrådet något högre inom Reservat och Hänsynsmark än på Virkesproduktionsmark. Detta beror på att skogen inom dessa markanvändningsklasser i genomsnitt är äldre än på Virkesproduktionsmark och att där nästan inte finns någon kalmark. I tabell 3.8 framgår att 25 % av det totala förrådet står inom Reservat och Hänsynsmark som utgör 21 procent av den totala skogsmarksarealen. Den kraftiga ökningen inom dessa markanvändningsklasser medför att deras andel av det totala virkesförrådet uppgår till 44 % vid hundraårsperiodens slut. För Norra Norrland innebär denna utveckling att virkesförrådet inom Reservat och Hänsynsmark t.o.m. är större än förrådet på Virkesproduktionsmark.

Tabell 3.8 Virkesförråd (Mm³sk) och andel (%) av virkesförråd inom respektive landsdel fördelat på landsdelar och markanvändningsklasser, för några utvalda år. Miljö.

Landsdel/ Markanvändning	2010		2020		2060		2110	
	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%
Norra Norrland	644		686		877		1 117	
Virkesproduktionsmark	450	70	457	67	490	56	543	49
Hänsynsmark	108	17	128	19	220	25	326	29
Reservat	87	13	101	15	167	19	248	22
Södra Norrland	780		824		992		1 178	
Virkesproduktionsmark	610	78	620	75	649	65	706	60
Hänsynsmark	112	14	137	17	237	24	331	28
Reservat	58	7	67	8	106	11	142	12
Svealand	763		799		1 024		1 247	
Virkesproduktionsmark	569	75	565	71	624	61	705	57
Hänsynsmark	118	15	145	18	258	25	353	28
Reservat	76	10	89	11	142	14	189	15
Götaland	921		959		1 226		1 449	
Virkesproduktionsmark	695	75	682	71	749	61	835	58
Hänsynsmark	139	15	173	18	309	25	404	28
Reservat	87	9	104	11	168	14	211	15
Hela landet	3 108		3 268		4 120		4 991	
Virkesproduktionsmark	2 324	75	2 325	71	2 512	61	2 789	56
Hänsynsmark	477	15	583	18	1 024	25	1 413	28
Reservat	308	10	361	11	584	14	789	16

Virkesförrådets fördelning på trädslag förändras efter samma mönster som i scenariot Referens grupperat som Virkesproduktionsmark respektive Reservat och Hänsynsmark. Den huvudsakliga skillnaden ligger i den ändrade fördelningen mellan markanvändningsklasser. Det innebär att ökningen av granens andel av virkesförrådet i Svealand och Götaland och motsvarande minskning av tallandelen är den tydligaste förändringen av virkesförrådets sammansättning. Vid hundraårsperiodens slut beräknas gran utgöra 60 % respektive 70 % av virkesförrådet på Virkesproduktionsmark i Svealand och Götaland.

Även avseende skogens åldersklassfördelning sker förändringar likartat som i scenariot Referens för respektive markanvändningsklass. En tydlig trend är således en förskjutning av åldersklassfördelningen mot yngre skog på Virkesproduktionsmark. Andelen av skogsmarken över 100 år minskar här från 18 % i utgångsläget 2010 till 4 % vid hundraårsperiodens slut. Förändringen inom Reservat och Hänsynsmark innebär istället en kraftig ökning av andelen skog över 100 år, från 40 % i utgångsläget till 96 % av arealen vid hundraårsperiodens slut. Sammantaget för all produktiv skogsmark innebär detta små förändringar i andelen skog över 100 år.

3.3.4 Potentiell avverkning

Den potentiella avverkningen utvecklas i huvudsak enligt samma mönster som i scenariot Referens men från en något lägre nivå, tabell 3.9. För hela landet varie-

rar avverkningen runt 84-85 Mm³sk under de första 30 åren. Från period 4 (2040-2049) och framåt ökar avverkningen kontinuerligt till nästan 121 Mm³sk vid hundraårsperiodens slut. Under hundraårsperiodens första hälft är andelen gallring av total potentiell avverkning något högre än i Referens. Detta är en effekt av den anpassade avverkningen på en större areal Reservat och Hänsynsmark. I slutet av analysperioden minskar avverkningen inom dessa markanvändningsklasser varpå andelen gallring sjunker.

Även i scenariot miljö minskar den genomsnittliga åldern vid föryngringsavverkning från 105 år under perioden 2010-2019 till 84 år vid hundraårsperiodens slut.

Tabell 3.9 Årlig potentiell avverkning (exklusive röjning) (Mm³sk/år) och andel (%) av avverkningen inom respektive landsdel, fördelat på landsdelar och avverkningsformer, för några utvalda perioder. Avverkning från hänsynsmark ingår i gallring. Miljö, alla markanvändningsklasser.

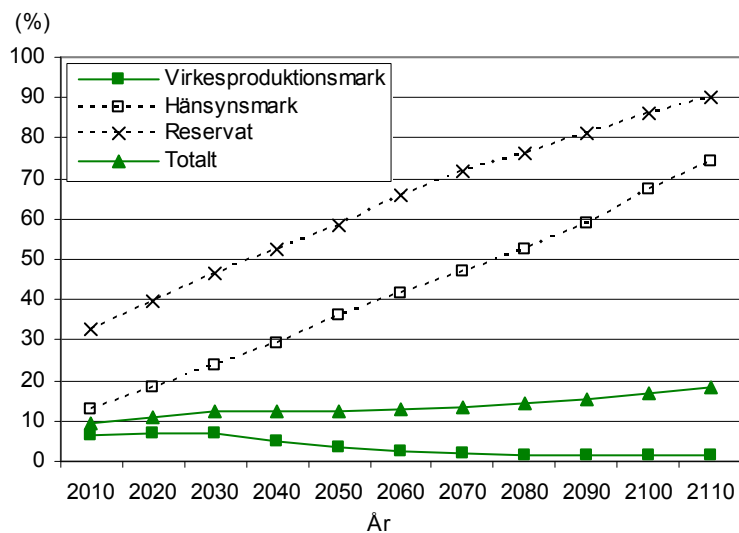
Landsdel/ avverkningsform	2010-2019		2020-2029		2060-2069		2100-2109	
	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%
Norra Norrland								
Föryngringsavverkning	9,8	68	8,9	63	12,0	69	15,4	69
Gallring	4,7	32	5,3	37	5,3	31	6,8	31
Totalt	14,5		14,2		17,2		22,2	
Södra Norrland								
Föryngringsavverkning	13,3	66	12,6	62	16,7	71	19,6	69
Gallring	6,8	34	7,8	38	6,9	29	8,7	31
Totalt	20,1		20,4		23,6		28,3	
Svealand								
Föryngringsavverkning	14,8	65	13,4	59	17,2	65	21,5	67
Gallring	8,1	35	9,2	41	9,3	35	10,7	33
Totalt	22,8		22,6		26,4		32,2	
Götaland								
Föryngringsavverkning	17,6	63	15,9	60	21,3	67	25,9	68
Gallring	10,4	37	10,6	40	10,7	33	12,2	32
Totalt	28,0		26,4		32,0		38,1	
Hela landet								
Föryngringsavverkning	55,5	65	50,8	61	67,1	68	82,4	68
Gallring	29,9	35	32,9	39	32,1	32	38,4	32
Totalt	85,4		83,7		99,3		120,8	

3.3.5 Miljöförhållanden

Utvecklingen av skogsmarksarealens fördelning på skogstyper är mycket lik utfallet i Referens. Andelen tallskog minskar dock inte riktigt lika mycket medan andelen övrig skog inte ökar lika mycket som i Referens. Det här dock marginella skillnader.

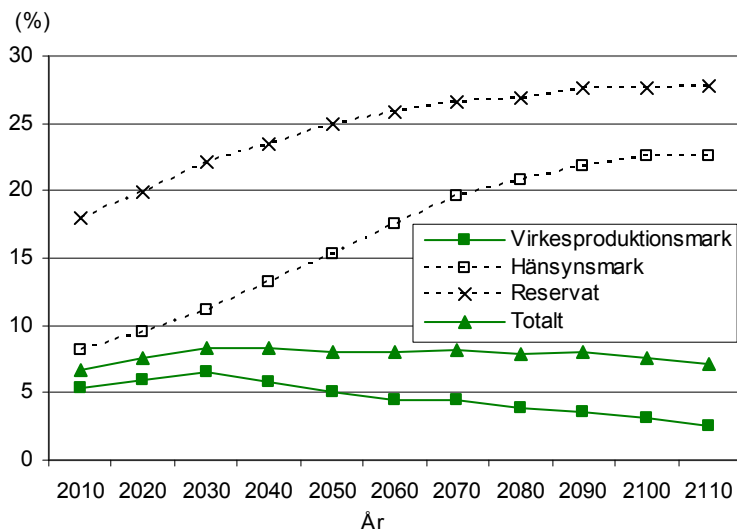
Andelen gammal skog ökar i hela landet från 9 % i utgångsläget 2010 till 18 % vid hundraårsperiodens slut, figur 3.28. Utvecklingen beror på att nästan all skog inom Reservat och Hänsynsmark blir gammal under analysperioden. Andelen gammal skog på Virkesproduktionsmark minskar däremot, liksom i scenariot Re-

ferens, till mycket låga nivåer. Ökningen, räknat på all mark, sker i alla landsdelar men är mest uttalad i Svealand och i Götaland där andelen gammal skog är lägst i utgångsläget. Vid hundraårsperiodens slut är andelen gammal skog 21 %, 14 %, 16 % och 23 % i de fyra landsdelarna uppräknade från norr till söder.

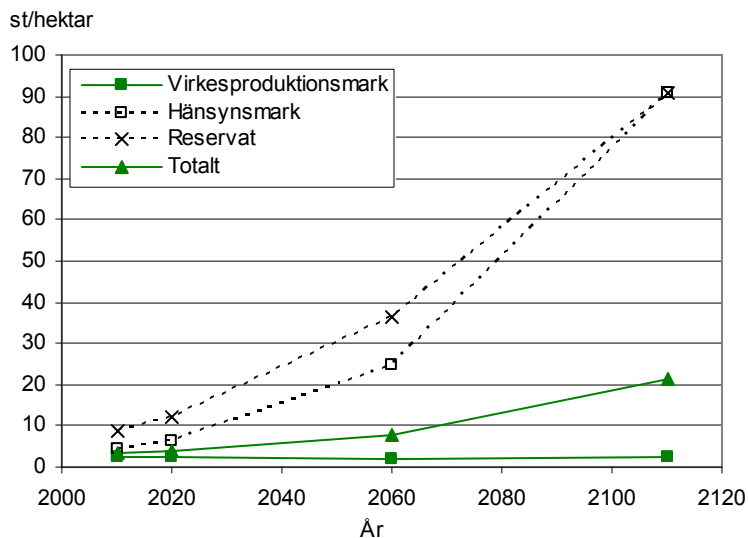


Figur 3.28 Andel gammal skog av total produktiv skogsmarksareal inom markanvändningsklasser (%). Gammal skog enligt miljömålsdefinitionen dvs. äldre än 140 år i Norrland, Dalarnas, Värmlands och Örebro län samt äldre än 120 år i övriga landet. Scenariot Miljö.

I stället för att som i scenarier Referens minska svagt så ökar istället andelen äldre lövrik skog svagt från 7 till 8 % under 100 årsperioden, figur 3.29. I övrigt så är utvecklingen mycket lik den i scenariot Referens.



Figur 3.29 Andel äldre lövrik skog total produktiv skogsmarksareal inom markanvändningsklasser (%). Äldre lövrik skog enligt miljömålsdefinitionen dvs. skog skog äldre än 80 år i Norrland + Dalarna-, Värmland- och Örebro län och äldre än 60 år i övriga landet där minst 25% av grundytan består av lövträd. Scenariot Miljö.



Figur 3.30 Antal träd per hektar äldre än 100 år och grövre än 40 cm i bröst höjd, fördelat på markanvändningsklasser (st/hektar). Referens.

Utvecklingen av antalet gamla och grova träd är även den lik utvecklingen i scenariot Referens. Antalet träd per hektar som är äldre än 100 år och grövre än 40 cm i bröst höjd ökar dock mer på all produktiv skogsmark. Från 3,3 träd per hektar år 2010 till 21,6 träd per hektar år 2110. Vilket kan jämföras med 14,6 träd per hektar i scenariot Referens år 2110. Att antalet ökar mer i Miljö än i scenariot Referens beror på att en större areal finns inom markanvändningsklasserna Hänsynsmark och Reservat.

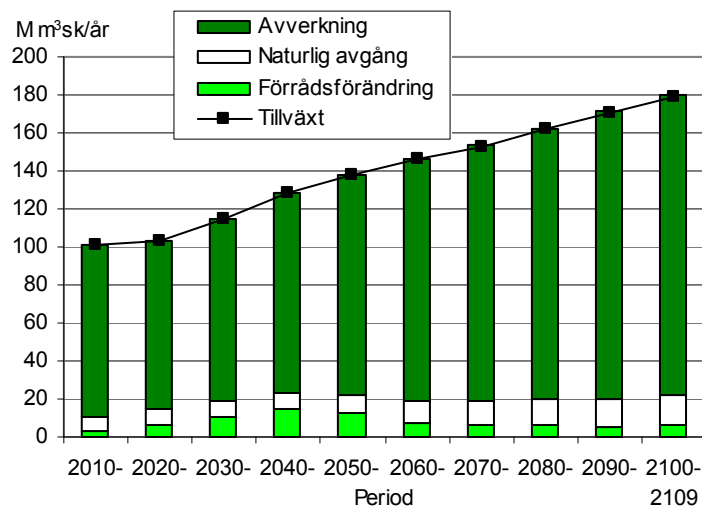
3.4 Scenariot Produktion

I följande kapitel redovisas resultaten från scenariot Produktion. Produktion syftar till att belysa potentialen för och effekterna av en ökad virkesproduktion givet rimliga men höga investeringsnivåer i skogsbruket. Miljöambitionerna och effekter av klimatförändringar är på samma nivå som i Referens. Förutsättningarna för Produktion finns beskrivna i kapitel 2.4.3.

3.4.1 Sambandet mellan potentiell avverkning, tillväxt, naturlig avgång och virkesförråd

I scenariot Produktion ökar tillväxten på Virkesproduktionsmark kontinuerligt från hundraårsperiodens början. Relationerna mellan tillväxt, avverkning, naturlig avgång och förrådsupbyggnad förändras enligt samma mönster som i scenariot Referens men de absoluta nivåerna skiljer sig från Referens.

Tillväxten på Virkesproduktionsmark som i genomsnitt är 102 Mm³sk under de första tjugo åren ökar påtagligt under resterande del av hundraårsperioden till som högst 179 Mm³sk för åren 2100-2109. Den totala avverkningen motsvarar huvuddelen av tillväxten under hela analysperioden. Hänsynsmark och Reservat omfattar samma arealer, sköts och utvecklas på samma sätt som i scenariot Referens.



Figur 3.31 Årlig tillväxt, potentiell avverkning (inkl. röjning), naturlig avgång och förrädsförändring (Mm³sk/år). Produktion, Virkesproduktionsmark, alla ägare.

Tabell 3.10 Årlig tillväxt, potentiell avverkning (inkl. röjning), naturlig avgång och förrädsförändring under några tioårsperioder, fördelat på landsdelar och markanvändning (Mm³sk/år). Produktion, alla ägare.

Landsdel		Virkesproduktionsmark			Hänsynsmark och Reservat		
		2010-2019	2020-2029	2060-2069	2010-2019	2020-2029	2060-2069
Norra Norrland	Tillväxt	17,7	17,6	24,1	3,2	3,4	3,7
	Avverkning	15,1	15,0	20,7	0,3	0,2	0,1
	Naturlig avgång	1,0	1,2	1,5	0,3	0,4	1,0
	Förrädsförändring	1,5	1,4	1,8	2,6	2,7	2,6
Södra Norrland	Tillväxt	25,2	26,1	33,4	2,9	3,0	2,9
	Avverkning	21,3	22,1	29,5	0,2	0,2	0,1
	Naturlig avgång	1,8	2,1	3,0	0,3	0,4	1,0
	Förrädsförändring	2,0	2,0	0,9	2,4	2,4	1,8
Svealand	Tillväxt	26,2	26,9	38,8	3,5	3,6	3,3
	Avverkning	24,0	24,0	34,0	0,3	0,2	0,1
	Naturlig avgång	1,6	1,8	2,6	0,3	0,5	1,3
	Förrädsförändring	0,5	1,2	2,1	2,9	2,9	1,9
Götaland	Tillväxt	32,1	32,6	49,6	4,5	4,6	3,9
	Avverkning	29,9	28,2	43,0	0,4	0,3	0,1
	Naturlig avgång	2,7	2,9	3,9	0,5	0,8	1,9
	Förrädsförändring	-0,4	1,7	3,0	3,6	3,5	1,9
Hela Landet	Tillväxt	101,2	103,3	145,9	14,1	14,5	13,8
	Avverkning	90,3	89,4	127,3	1,1	1,0	0,3
	Naturlig avgång	7,2	7,9	11,0	1,5	2,1	5,2
	Förrädsförändring	3,7	6,3	7,8	11,5	11,5	8,2

3.4.2 Tillväxt

Den totala tillväxten för all mark i hela landet ökar något redan till den andra tioårsperioden (2020-2029). Därefter sker en kontinuerlig och kraftig tillväxtökning under hela analysperioden. Vid denna hundraårsperiods slut har den totala tillväxten ökat med 66 % jämfört med tillväxten under den första tioårsperioden, från 115 Mm³sk/år till 192 Mm³sk/år. På Virkesproduktionsmark, som i scenariot utökas med 400 000 hektar nyetablerad skog på tidigare åkermark, är motsvarande ökning 77 %. Vid Analysperiodens början är Virkesproduktionsmarkens andel av total tillväxt 87 % vilket motsvarar andelen av total skogsmarksareal. Vid hundraårsperiodens slut sker 94 % av årlig tillväxt på Virkesproduktionsmark.

Den relativa tillväxtökningen, sett över hela hundraårsperioden, är något större i södra Sverige än i norra. Största delen av denna skillnad beror på att den tillkommande arealen skog på tidigare åkermark i huvudsak etableras i Götaland och Svealand, se kapitel 3.7.1.

3.4.3 Skogstillstånd

Skogstillståndet på Hänsynsmark och inom Reservat förändras som i Referens.

På Virkesproduktionsmark är förrådsupbyggnaden mycket liten under den första tioårsperioden för att därefter öka under de kommande 30 åren till som mest 14,6 Mm³sk/år (2040-2049). Takten i förrådsupbyggnaden avtar därefter under resterande del av hundraårsperioden. Den sammanlagda förrådsupbyggnaden innebär att virkesförrådet ökat med 27 % på Virkesproduktionsmark från 2010 till 2110. Förrådsförändringen uttryckt i relativa tal är högre i Götaland och Svealand (32 respektive 30 %) än i södra och norra Norrland (23 respektive 22 %). Det här beror i huvudsak på de tillkommande arealerna tidigare åkermark, kapitel 3.7.1.

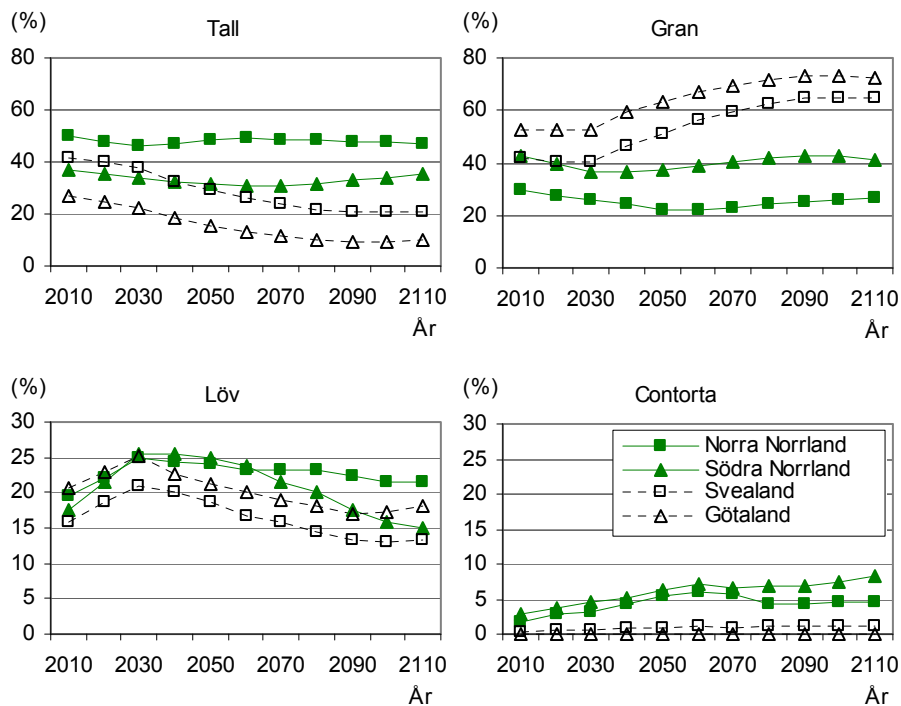
På Virkesproduktionsmark, i hela landet, förändras virkesförrådet fördelning per trädslag under 100 årsperioden genom att andelen tall minskar från 38 till 26 %, gran ökar från 43 till 54 % medan andel lövträd förändras mycket lite. Ungefär 3 procentenheter av lövträdens totala andel på 17 % utgörs vid utgången av 100-årsperioden av hybridasp.

Tabell 3.11 Virkesförråd (Mm³sk) och andel (%) av virkesförråd inom respektive landsdel fördelat på landsdelar och markanvändningsklasser, för några utvalda år. Produktion.

Landsdel/ Markanvändning	2010		2020		2060		2110	
	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%
Norra Norrland	644		681		840		1 022	
Virkesproduktionsmark	495	77	506	74	555	66	617	60
Hänsynsmark	90	14	107	16	183	22	261	26
Reservat	60	9	68	10	102	12	143	14
Södra Norrland	780		817		992		1 132	
Virkesproduktionsmark	677	87	692	85	777	78	843	74
Hänsynsmark	76	10	95	12	167	17	225	20
Reservat	27	3	31	4	48	5	64	6
Svealand	763		789		1 017		1 179	
Virkesproduktionsmark	648	85	646	82	770	76	860	73
Hänsynsmark	77	10	96	12	169	17	218	18
Reservat	39	5	47	6	78	8	101	9
Götaland	921		941		1 241		1 405	
Virkesproduktionsmark	793	86	780	83	963	78	1 065	76
Hänsynsmark	97	11	124	13	218	18	266	19
Reservat	30	3	37	4	60	5	74	5
Hela landet	3 108		3 229		4 090		4 737	
Virkesproduktionsmark	2 612	84	2 624	81	3 064	75	3 385	71
Hänsynsmark	340	11	422	13	737	18	970	20
Reservat	156	5	184	6	288	7	382	8

Förändringarna av trädslagen andelar av virkesförrådet är här mycket olika mellan olika landsdelar, figur 3.32. I de sydliga landsdelarna är ökningen av gran efter de första 20 åren mycket påtaglig. Under hundraårsperiodens senare del utgör andelarna gran drygt 70 % respektive 65 % av virkesförråden i Götaland och Svealand. I dessa landsdelar är det framför allt andelen tall men, under hundraårsperiodens andra hälft, även andelen lövträd som minskar.

I Norra Sverige sker inga lika stora förändringar av trädslagets andelar. De inhemska barrträdslagets andelar varierar här med liten amplitud. Andelen Contortatall ökar successivt under analysens första hälft till en nivå strax över 5 %. Lövträdets andel ökar under de första 20 åren men minskar därefter. Denna minskning är påtaglig i Södra Norrland.



Figur 3.32 Andel av virkesförrådet fördelat på trädslag/trädslagsgrupper inom landsdelar (%). Produktion, Virkesproduktionsmark, alla ägare.

3.4.4 Potentiell avverkning

Den potentiella avverkningen från all mark i hela landet beräknas till runt 90 Mm³sk/år för de första 20 åren. Från den tredje tioårsperioden (2030-) ökar avverkningspotentialen kontinuerligt under resterade del av hundraårsperioden till 157 Mm³sk/år

Tabell 3.12 Årlig potentiell avverkning (exklusive röjning) (Mm³sk/år) och andel (%) av avverkningen inom respektive landsdel, fördelat på landsdelar och avverkningsformer, för några utvalda perioder. Avverknings från hänsynsmark ingår i gallring. Produktion, alla markanvändningsklasser.

Landsdel/ avverkningsform	2010-2019		2020-2029		2060-2069		2100-2109	
	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%
Norra Norrland								
Föryngringsavverkning	10,8	71	9,9	66	14,4	70	18,7	71
Gallring	4,4	29	5,2	34	6,1	30	7,8	29
Totalt	15,2		15,1		20,4		26,5	
Södra Norrland								
Föryngringsavverkning	14,7	69	14,3	65	20,7	71	25,1	71
Gallring	6,6	31	7,7	35	8,5	29	10,2	29
Totalt	21,3		22,0		29,2		35,3	
Svealand								
Föryngringsavverkning	16,5	68	15,2	63	22,2	66	28,4	68
Gallring	7,7	32	8,8	37	11,6	34	13,4	32
Totalt	24,2		24,1		33,8		41,8	
Götaland								
Föryngringsavverkning	20,0	66	17,8	63	28,4	66	36,4	69
Gallring	10,1	34	10,5	37	14,4	34	16,7	31
Totalt	30,1		28,4		42,8		53,1	
Hela landet								
Föryngringsavverkning	62,0	68	57,2	64	85,6	68	108,6	69
Gallring	28,7	32	32,2	36	40,6	32	48,1	31
Totalt	90,7		89,5		126,2		156,6	

Den avverkade volymens fördelning per trädslag är initialt densamma som i Referens. För hela landet sjunker därefter andelen tall kontinuerligt under hundraårsperiodens första hälft. Därefter är andelen tall av all avverkning ca 25 %. Andelen gran minskar initialt t.o.m. den tredje tioårsperioden (2030-2039) Därefter ökar granandelen stadigt under resterande del av beräkningarna till 57 % i den sista tioårsperioden. Andelen björk av all avverkning ökar snabbt i den tredje tioårsperioden (2030-2039) men minskar därefter kontinuerligt till den sista. Avverkningen av Övriga trädslag är ca 5 % under de första 20 åren. Därefter ökar deras andel till en nivå runt 10 %. Det är framför allt volymerna contortatall och hybridasp som utgör denna ökning. I absoluta tal är avverkningen av Övriga trädslag stabil under resterande del av hundraårsperioden. Deras andel minskar dock något mot slutet eftersom den totala avverkningsvolymen ökar.

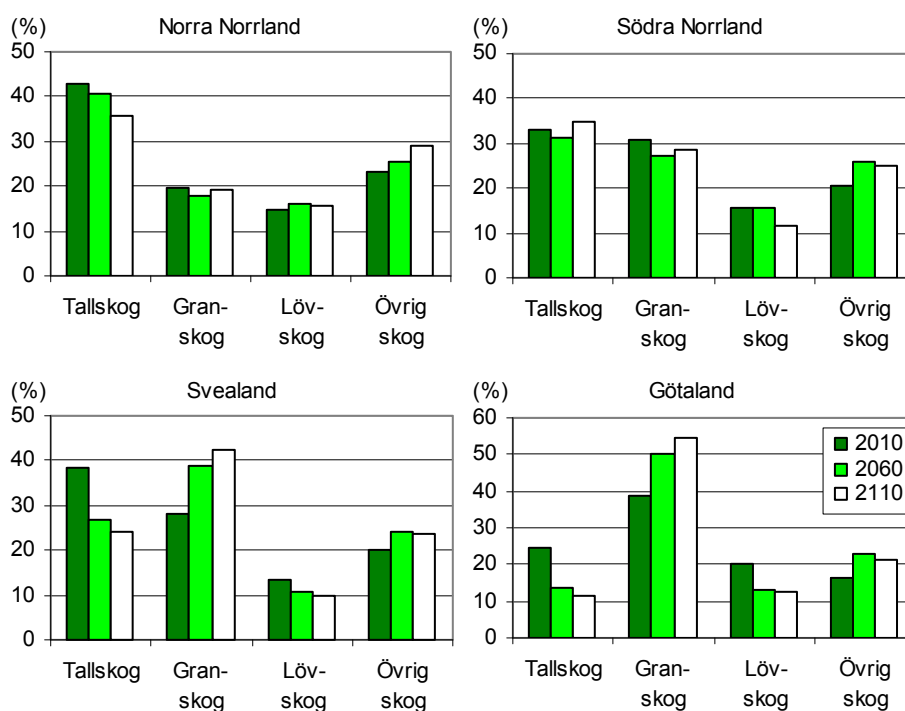
Tabell 3.13 Årlig potentiell avverkning (exklusive röjning) (Mm³sk/år) och andel (%) av avverkningen fördelat på träslag, för några utvalda perioder. Avverkning från hänsynsmark ingår i gallring. Produktion, alla markanvändningsklasser.

	2010-2019		2020-2029		2060-2069		2100-2109	
	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%
Tall	36,8	41	34,0	38	33,8	27	38,2	24
Gran	43,3	48	42,2	47	62,9	50	89,3	57
Björk	6,4	7	8,0	9	16,3	13	16,8	11
Övrigt	4,3	5	5,2	6	13,3	11	12,3	8

Genomsnittlig ålder vid förnyngsavverkning i hela landet förändras mycket lite under de första 30-40 åren. Därefter sjunker den kontinuerligt till 81 år vid hundraårsperiodens slut.

3.4.5 Miljöförhållanden

Förändringar av andelen av olika skogstyper följer samma huvudsakliga trender som i Referens. Här är dock ökningen fram till 2110 av andelen granskog i de två sydligaste landsdelarna än mer uttalad. Andel granskog ökar i Svealand från 28 till 42 % och i Götaland från 39 till 54 %.



Figur 3.33 Areal av olika skogstyper som andel av total skogsmarksareal (%) inom landsdelar, för åren 2010, 2060 och 2110. Produktion exklusive Åkermark, alla markanvändningsklasser, alla ägare.

Den totala andelen gammal skog enligt definition från miljömålsarbetet förändras på likartat sätt som i Referens. Det innebär att andelen i hela landet ökar marginellt från 9 % i utgångsläget år 2010 till 12 % vid hundraårsperiodens slut.

Utvecklingen av andelen äldre lövrik skog utvecklas även den i stort som i scenariot Referens. Dock minskar den något mer på Virkesproduktionsmark från 6 till 2 %. Vilket gör att andelen sett över all produktiv skogsmark minskar även den något mer från 7 till 5 %.

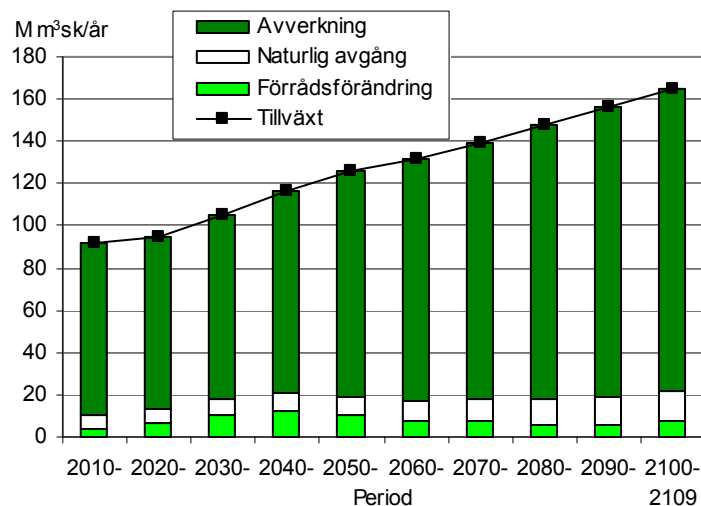
Antalet gamla grova träd per hektar har inte räknats fram för scenariot Produktion. Men eftersom arealen Hänsynsmark och Reservat och eftersom antalet hänsynsträd per hektar på Virkesproduktionsmarken är densamma som i scenariot Referens torde utvecklingen vara densamma som i scenariot Referens.

3.5 Scenariot Miljö + Produktion

I följande kapitel redovisas resultaten från scenariot Miljö + Produktion. Miljö + Produktion syftar till att belysa utvecklingen förutsatt både ökade miljöambitioner och rimliga men höga investeringsnivåer i skogsbruket för att öka produktionen. Scenariot innebär en sammanslagning av förutsättningarna för scenarierna Miljö och Produktion. Förutsättningarna för Miljö + Produktion finns beskrivna i kapitel 2.4.4.

3.5.1 Sambandet mellan potentiell avverkning, tillväxt, naturlig avgång och virkesförråd

Tillväxten på Virkesproduktionsmark är lägre än i scenariot Referens under den första tioårsperioden som en följd av den förstärkta miljöhänsynen vilken innebär arealavsättningar inom Hänsynsmark och Reservat. Från en årlig tillväxtnivå på 92 Mm³sk den första tioårsperioden för scenariot Miljö + Produktion, d. v. s. 8 Mm³sk lägre än i scenariot Referens, sker en kraftig tillväxtökning under den tredje tioårsperioden. Åren 2030-2039 tillväxer 105 Mm³sk årligen inom scenariot Miljö + Produktion vilket överstiger motsvarande tillväxt i scenariot Referens. Den resterande framskrivningen karaktäriseras av en jämn och stigande tillväxt som efter ett hundra år beräknas till 165 Mm³sk årligen. Den största delen av tillväxten avverkas kontinuerligt medan andelen naturlig avgång ökar successivt för att uppgå till 11,7 Mm³sk/år efter hundra år. Förrådsuppbyggnaden är högst mellan den tredje och femte perioden och utgör då 10-13 Mm³sk varje år.



Figur 3.34 Årlig tillväxt, potentiell avverkning (inkl. röjning), naturlig avgång och förrådsförändring (Mm³sk/år). Miljö + Produktion, Virkesproduktionsmark, alla ägare.

För Hänsynsmark och Reservat följer årlig tillväxt, potentiell avverkning, naturlig avgång respektive förrådsförändring samma förlopp och på samma nivå som gäller för scenariot Miljö.

Tabell 3.14 Årlig tillväxt, potentiell avverkning (inkl. röjning), naturlig avgång och förrådsförändring under några tioårsperioder, fördelat på landsdelar och markanvändning (Mm³sk/år). Miljö + Produktion, alla ägare.

Landsdel		Virkesproduktionsmark			Hänsynsmark och Reservat		
		2010-2019	2020-2029	2060-2069	2010-2019	2020-2029	2060-2069
Norra Norrland	Tillväxt	16,4	16,3	21,8	4,7	4,9	5,7
	Avverkning	14,0	14,0	18,9	0,6	0,6	0,3
	Naturlig avgång	0,9	1,1	1,4	0,4	0,6	1,3
	Förrådsförändring	1,4	1,2	1,5	3,7	3,7	4,1
Södra Norrland	Tillväxt	23,1	24,2	30,6	5,0	5,2	5,1
	Avverkning	19,4	20,2	27,3	0,9	0,9	0,4
	Naturlig avgång	1,6	1,9	2,7	0,5	0,7	1,6
	Förrådsförändring	2,0	2,2	0,6	3,7	3,6	3,0
Svealand	Tillväxt	23,6	24,5	35,0	6,1	6,3	6,0
	Avverkning	21,6	22,0	29,8	1,3	1,2	0,4
	Naturlig avgång	1,4	1,5	2,3	0,6	0,8	1,9
	Förrådsförändring	0,6	1,1	2,9	4,3	4,4	3,6
Götaland	Tillväxt	28,7	29,5	44,2	8,0	8,3	7,5
	Avverkning	26,2	25,3	38,8	1,7	1,6	0,4
	Naturlig avgång	2,4	2,5	3,4	0,9	1,2	3,1
	Förrådsförändring	0,1	1,8	2,3	5,5	5,5	4,0
Hela Landet	Tillväxt	91,8	94,4	131,6	23,8	24,7	24,3
	Avverkning	81,3	81,4	114,7	4,4	4,3	1,5
	Naturlig avgång	6,3	7,0	9,7	2,3	3,2	8,0
	Förrådsförändring	4,1	6,3	7,4	17,1	17,2	14,7

3.5.2 Tillväxt

Virkesproduktionsmarkens andel av den årliga tillväxten är i princip densamma inom alla delar av landet och utgör i genomsnitt 79 % av den totala tillväxten under perioden 2010-2019. I enlighet med förutsättningarna för scenariot Miljö + Produktion är denna andel lägre än motsvarande andel inom scenariot Referens. Efter ett hundra års framskrivning har Virkesproduktionsmarkens andel av den årliga tillväxten ökat till 88 % som en följd av de produktionshöjande åtgärderna.

3.5.3 Skogstillstånd

Det totala virkesförrådet ökar med 60-70 % på ett hundra år i det kombinerade scenariot Miljö + Produktion. Variationerna i förrådsuppbbyggnad mellan landets olika delar är relativt små. I den första tioårsperioden återfinns omkring 75 % av virkesförrådet på Virkesproduktionsmark. Denna andel sjunker så att det efter hundraårsperiodens slut beräknas vara 50-60 % av förrådet som redovisas på Virkesproduktionsmark.

Tabell 3.15 Virkesförråd (Mm³sk) och andel (%) av virkesförråd inom respektive landsdel fördelat på landsdelar och markanvändningsklasser, för några utvalda år. Miljö + Produktion.

Landsdel/ Markanvändning	2010		2020		2060		2110	
	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%
Norra Norrland	644		689		889		1 143	
Virkesproduktionsmark	450	70	460	67	500	56	566	50
Hänsynsmark	108	17	128	19	222	25	329	29
Reservat	87	13	101	15	167	19	248	22
Södra Norrland	780		830		1 050		1 265	
Virkesproduktionsmark	610	78	625	75	702	67	785	62
Hänsynsmark	112	14	137	17	241	23	336	27
Reservat	58	7	67	8	107	10	144	11
Svealand	763		804		1 097		1 340	
Virkesproduktionsmark	569	75	570	71	689	63	788	59
Hänsynsmark	118	15	145	18	263	24	360	27
Reservat	76	10	89	11	145	13	192	14
Götaland	921		966		1 339		1 574	
Virkesproduktionsmark	695	75	688	71	852	64	942	60
Hänsynsmark	139	15	173	18	317	24	415	26
Reservat	87	9	104	11	171	13	217	14
Hela landet	3 108		3 289		4 375		5 321	
Virkesproduktionsmark	2 324	75	2 343	71	2 742	63	3 081	58
Hänsynsmark	477	15	584	18	1 042	24	1 440	27
Reservat	308	10	362	11	590	13	800	15

3.5.4 Potentiell avverkning

För hela analysperioden finns en svag tendens till en förskjutning mot en högre andel föryngringsavverkning. Detta gäller i förhållande till den totala årliga av-

verkningen och lika i hela landet. Det är dock fråga om marginella förändringar om endast någon procent.

Tabell 3.16 Årlig potentiell avverkning (exklusive röjning) (Mm³sk/år) och andel (%) av avverkningen inom respektive landsdel, fördelat på landsdelar och avverkningsformer, för några utvalda perioder. Avverknings från hänsynsmark ingår i gallring. Miljö + Produktion, alla markanvändningsklasser.

Landsdel/ avverkningsform	2010-2019		2020-2029		2060-2069		2100-2109	
	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%	Mm ³ sk	%
Norra Norrland								
Föryngringsavverkning	9,8	68	9,1	63	12,9	69	17,0	70
Gallring	4,6	32	5,3	37	5,9	31	7,3	30
Totalt	14,4		14,4		18,8		24,3	
Södra Norrland								
Föryngringsavverkning	13,3	66	12,9	62	19,2	70	22,5	70
Gallring	6,7	34	7,9	38	8,1	30	9,6	30
Totalt	20,0		20,8		27,3		32,1	
Svealand								
Föryngringsavverkning	14,7	65	13,7	60	19,2	64	25,6	67
Gallring	8,0	35	9,3	40	10,7	36	12,3	33
Totalt	22,7		23,0		29,9		37,9	
Götaland								
Föryngringsavverkning	17,6	63	16,2	61	25,8	66	32,3	68
Gallring	10,3	37	10,5	39	13,0	34	15,2	32
Totalt	27,8		26,7		38,9		47,5	
Hela landet								
Föryngringsavverkning	55,4	65	51,8	61	77,1	67	97,4	69
Gallring	29,5	35	33,0	39	37,8	33	44,5	31
Totalt	84,9		84,9		114,9		141,9	

3.5.5 Miljöförhållanden

Även i scenariot Miljö + Produktion är utvecklingen av andelen av olika skogstyper mycket lik den i scenariot Referens. Dock är ökningen av andelen granskog i de två sydligaste landsdelarna än mer uttalad, liksom i scenariot Produktion. Andel granskog ökar i Svealand från 28 till 41 % och i Götaland från 39 till 54 %.

Andelen gammal skog ökar i hela landet, liksom i scenariot Miljö, från 9 % i utgångsläget 2010 till 18 % vid hundraårsperiodens slut.

Andelen äldre lövrik skog ökar liksom i scenariot Miljö svagt från 7 till 8 % av den totala produktiva skogsmarken. I övrigt är utvecklingen även för scenariot Miljö + Produktion mycket lik den i scenariot Referens.

Antalet gamla grova träd per hektar har inte räknats fram för scenariot Miljö + Produktion. Men eftersom arealen Hänsynsmark och Reservat och eftersom antalet hänsynsträd per hektar på Virkesproduktionsmarken är densamma som i scenariot Miljö torde utvecklingen vara densamma som i scenariot Miljö.

3.6 Effekter av Miljömålsrådets förslag till nya delmål 2010-2020

I följande kapitel redovisas kortfattat resultaten av effektanalysen Målförslag i relation till scenariet Referens. Effektanalysen Målförslag syftar till att beskriva effekterna av de förslag till nya delmål som Miljömålsrådet tagit fram i den fördjupade utvärderingen av miljö kvalitetsmålen, och som berör skog. Redovisningen är begränsad till effekterna på potentiell avverkning. Förutsättningarna för effektanalysen Målförslag finns beskrivna i kapitel 2.5.3.

De 963 tusen hektar som undantagits från skogsbruk eller brukas med anpassade skötselmetoder i effektanalysen leder till en minskad potentiell avverkning på 3,5 Mm³sk/år under den närmsta 10-årsperioden, tabell 3.17. De undantagna arealerna är fördelade mellan beräkningsområden efter arealen kända värdekärnor, arealen kantzonen m.m., vilket lett till att en högre andel av den totala skogsmarksarealen undantagits i norra Norrland och Svealand än i södra Norrland och Götaland. Därmed är även den relativa effekten på avverkningsnivån högre i dessa landsdelar.

Skillnaden i potentiell avverkningsnivå är högre under de sista 40 åren (2060-2109) än under den första 10-årsperioden. Detta beror på att tillväxten succesivt ökar på all produktiv skogsmark på grund av den tillväxtökning som klimatförändringarna ger och allmänt förbättrat skogstillstånd. Annorlunda uttryckt så skulle den undantagna arealen, om den brukats, gett en successivt högre avkastning.

Tabell 3.17 Skillnad i årlig potentiell avverkning mellan Referens och effektanalysen Målförslag i Mm³sk och procent av den årliga potentiella avverkning i Referens. Målförslag är beräknad för ACL, ACK, WÖ, S och F, resultaten är sedan uppskalade till landsdelar och hela landet.

	2010-2019		2020-2029		2030-2059		2060-2109	
	M m ³ sk/år	%	M m ³ sk/år	%	M m ³ sk/år	%	M m ³ sk/år	%
Norra Norrland	-0,9	-5,7	-0,5	-3,4	-0,9	-5,3	-1,7	-7,6
Södra Norrland	-0,7	-3,2	-0,7	-3,1	-0,6	-2,6	-1,2	-4,4
Svealand	-1,1	-4,4	-1,0	-4,2	-0,9	-3,4	-1,8	-5,4
Götaland	-0,9	-3,1	-0,7	-2,6	-0,3	-1,1	-0,5	-1,3
Hela landet	-3,5	-3,9	-2,9	-3,3	-2,7	-2,8	-5,3	-4,3

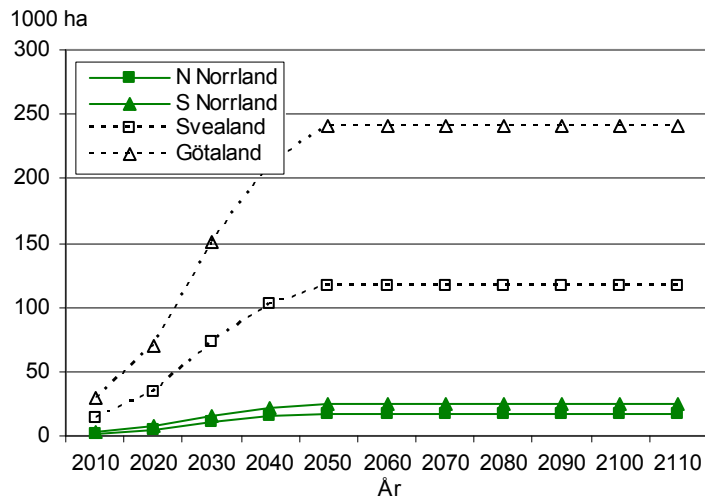
3.7 Effekter av produktionshöjande åtgärder

3.7.1 Åkermark

I följande kapitel redovisas resultaten av effektanalysen Åkermark. Effektanalysen Åkermark syftar till att kvantifiera och särskilja effekten av den omställning av åkermark till skogsmark som finns med i scenarierna Produktion och Miljö + Produktion. Förutsättningarna för effektanalysen Åkermark finns beskrivna i kapitel 2.5.4. Systemet BM-win, som beräkningarna är genomförda med, finns beskrivet i kapitel 2.1.6.

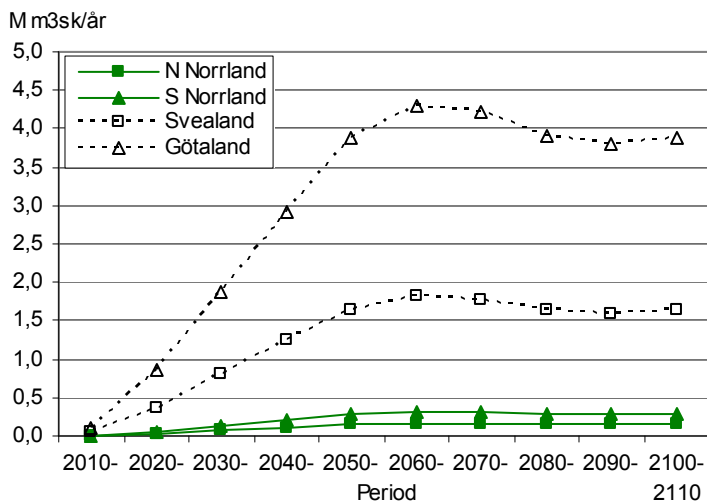
I effektanalysen beskogas totalt 400 tusen hektar tidigare åkermark med gran eller hybridasp under en 40 års period. Tempot i beskogningen och fördelningen mellan landsdelar framgår av figur 3.35.

Virkesförrådet på den beskogade åkermarken ökar successivt under de första 60 åren för att nå sin kulmen runt åren 2070-2080 med ca 125 Mm³sk. Därefter minskar det svagt för att vid utgången av 100-årsperioden ligga på 110 Mm³sk.

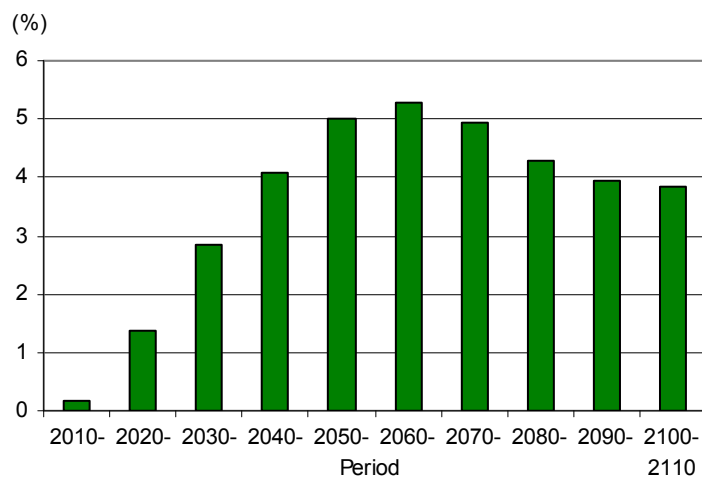


Figur 3.35 Areal beskogad åkermark (1000 hektar) i effektanalysen Åkermark, uppdelat på landsdelar.

Tillväxten följer i stort samma mönster och kulminerar under perioden 2060-2070 med 6,6 Mm³sk/år (figur 3.36), varav arealen med hybridasp står för 5,0 Mm³sk/år och med gran för 1,6 Mm³sk/år. Under de sista 60 åren, då alla areal beskogats och arealen har hunnit få en relativt jämn åldersklassfördelning, är tillväxten för arealerna med hybridasp i genomsnitt 17,1 m³sk/hektar och år, medan den för arealen med gran är 11,5 m³sk/hektar och år. I relation till tillväxten på virkesproduktionsmark i scenariot Referens innebär tillskottet från den beskogade åkermarken en tillväxtökning på 0,2 % under första 10-årsperioden. Den ökar sedan successivt till 2040-2050 då tillväxtökningen är 4,1 %. Den varierar sedan mellan 4 och 5 procent under resten av 100-årsperioden, figur 3.37.



Figur 3.36 Tillväxt på den beskogade åkermarken (Mm³sk/år), uppdelat på landsdelar.



Figur 3.37 Tillväxtökning orsakad av beskogning av åkermark, andel av tillväxten på virkesproduktionsmark i scenariot Referens (%).

Avverkningens storlek på den beskogade åkermarken framgår av tabell 3.18. Under den första 10-årsperioden genomförs ingen avverkning och även under den andra är den mycket liten (13 000 m³sk), dessa perioder redovisas därför inte i tabellen. Liksom virkesförrådet och tillväxten ökar avverkningen successivt fram till år 2080 där den kulminerar på 7,3 Mm³sk/år. Efter 2080 varierar den mellan 5,5 och 6,4 Mm³sk. Mellan 2030-2039 genomförs all avverkning som gallring, medan ca 40 % av avverkningen faller ut i gallring mellan 2040-2069, därefter varierar gallringsandelen mellan 25 och 30 %.

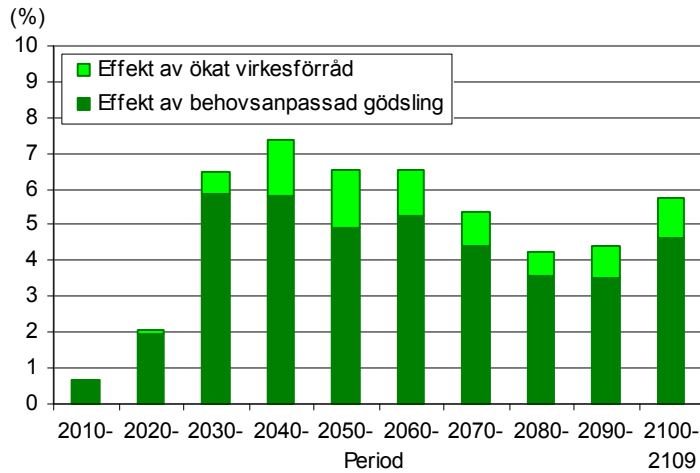
Tabell 3.18 Avverkning i effektanalysen Åkermark (Mm³sk/år), uppdelat på landsdelar och trädslag.

Landsdel	Trädslag	2030-	2040-	2050-	2060-	2070-2110
Norra Norrland	Gran	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Hybridasp	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
	Totalt	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2
Södra Norrland	Gran	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Hybridasp	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2
	Totalt	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3
Svealand	Gran	0,0	0,0	0,1	0,2	0,5
	Hybridasp	0,0	0,4	0,8	1,1	1,3
	Totalt	0,0	0,4	0,8	1,3	1,8
Götaland	Gran	0,0	0,0	0,2	0,5	1,1
	Hybridasp	0,1	0,9	1,7	2,6	3,1
	Totalt	0,2	1,0	1,9	3,1	4,2
Hela landet	Gran	0,0	0,1	0,2	0,7	1,6
	Hybridasp	0,2	1,4	2,7	4,0	4,7
	Totalt	0,2	1,5	2,9	4,7	6,4

3.7.2 Behovsanpassad gödsling

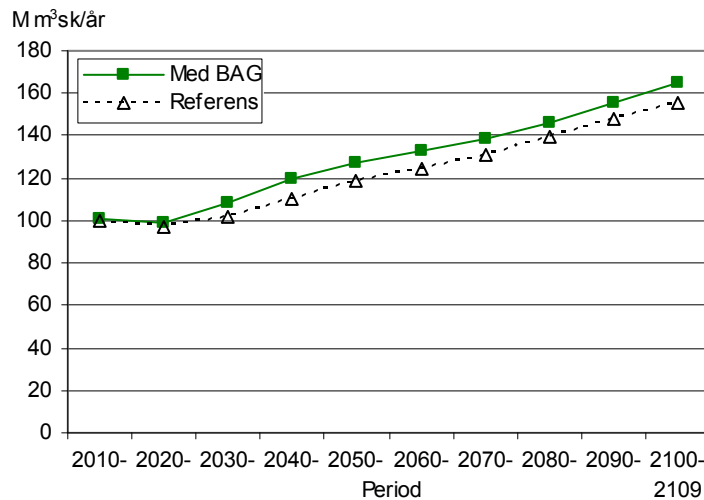
I följande kapitel redovisas resultaten av effektanalysen Behovsanpassad gödsling i relation till scenariet Referens. Effektanalysen syftar till att kvantifiera och särskilja effekten av de arealer med behovsanpassad gödsling som finns med i scenarierna Produktion och Miljö + Produktion. Förutsättningarna för effektanalysen finns beskrivna i kapitel 2.5.5.

Liksom för tillväxtökningen orsakad av förändrat klimat eller av användning av förädlat material leder den behovsanpassade gödslingen i Hugin-systemet till en direkt och indirekt tillväxteffekt. Den indirekta tillväxteffekten beror på att virkesförrådet successivt blir högre när den behovsanpassade gödslingen ingår i beräkningen, se vidare under kapitel 3.1.2. I figur 3.38 redovisas den behovsanpassade gödslingens effekt på tillväxten, relativt tillväxten på all virkesproduktionsmark i scenariot Referens. Effekten ökar under de första 20 åren för att stabiliseras mellan 2030-2069, då den direkta tillväxteffekten varierar mellan 4,9 och 5,8 %. Till detta kommer en effekt av ökat virkesförråd som uppgår till 1-2 %. Efter 2070 avtar den relativa effekten något vilket beror på att tillväxten på virkesproduktionsmarken i scenariot Referens ökar.

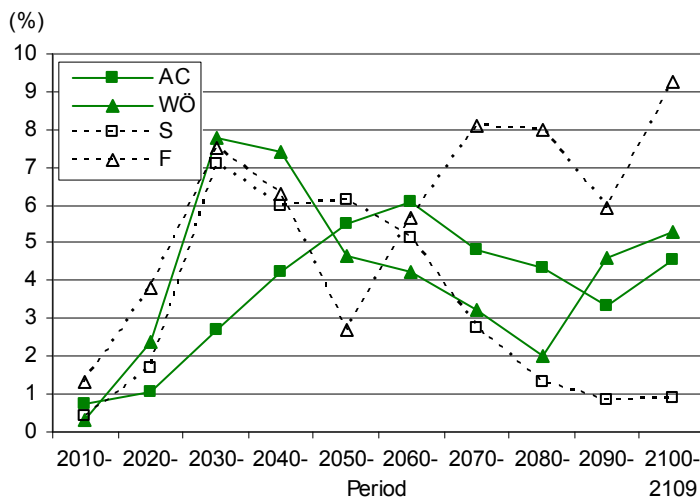


Figur 3.38 Tillväxtökning orsakad av behovsanpassad gödsling, andel av tillväxten utan gödslingseffekt (%). Uppdelat på den direkta effekten av behovsanpassad gödsling och effekten av ett successivt ökat virkesförråd. Beräknat för ACL, ACK, WÖ, S och F. Virkesproduktionsmark.

I absoluta tal ger arealerna med behovsanpassad gödsling en ökad tillväxt på 0,6 Mm³sk/år i genomsnitt under de första 10 åren, och 2,0 Mm³sk under de därefter kommande 10 åren. Under de resterande 80 åren av analysperioden är den ökade tillväxten relativt stabil och pendlar mellan 6,2 och 9,5 Mm³sk, figur 3.39.



Figur 3.39 Tillväxt (Mm³sk/år) hela landet, med och utan behovsanpassad gödsling. Med behovsanpassad gödsling beräknat för ACL, ACK, WÖ, S och F, därefter uppskattat till hela landet. Utan behovsanpassad gödsling är lika med Referens. Virkesproduktionsmark.



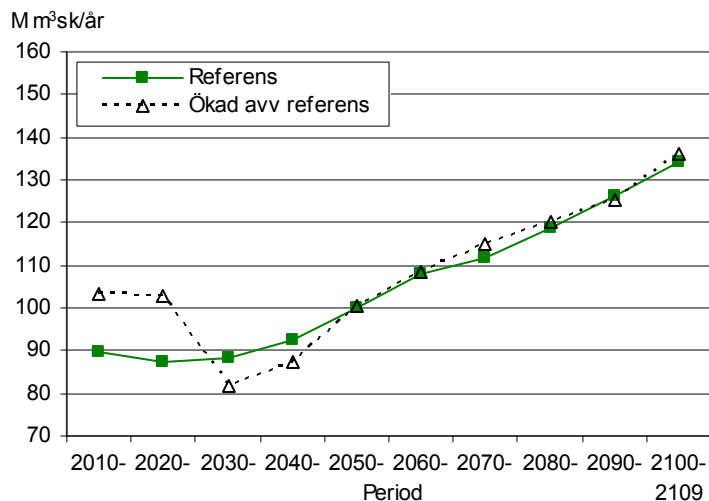
Figur 3.40 Tillväxtökning orsakad av behovsanpassad gödsling, andel av tillväxten utan gödslingseffekt (%), exklusive effekten av ett ökat virkesförråd. Uppdelat på beräkningsområdena AC, WÖ, S och F. Virkesproduktionsmark, alla ägare.

Av figur 3.40 framgår tillväxtökningen orsakad av behovsanpassad gödsling fördelat på de beräkningsområden som effektanalysen beräknats för. Andelen av Virkesproduktionsmarken med behovsanpassad gödsling är lägre i AC (ca 2 %) än i de övriga 4 beräkningsområdena (6-8 %). Därmed är även effekten lägre i AC. Reaktionen är även långsammare i AC vilket beror på att boniteten är relativt sett lägre än i de övriga 3 beräkningsområdena. Tillväxteffekterna fluktuerar mycket över tiden. Det här beror på den slumpmässiga komponent i Hugin-systemet som väljer bestånd för förnygringsavverkning. Vid två olika körningar, som vid effektanalysen behovsanpassad gödsling och scenariot Referens som jämförs ovan, påverkas skillnaden mellan körningarna av att olika provytor valts ut för förnygringsavverkning, se vidare kapitel 2.1.4.

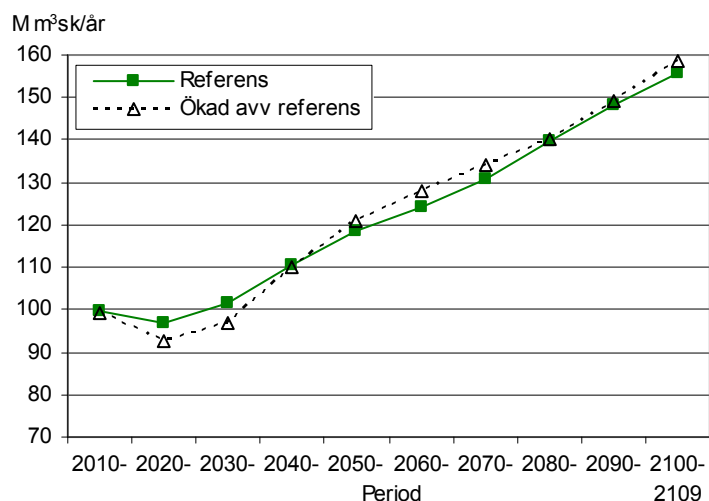
3.8 Effekter på längre sikt av en ökad avverkning närmsta 20 åren

I följande kapitel redovisas resultaten av effektanalysen Ökad avverkning i relation till scenariot Referens. Effektanalysen Ökad avverkning syftar till att belysa effekterna på 30-100 års sikt av en avverkning som är högre de första ca 20 åren än den nivå som Hugin-systemet sätter baserat på tillväxten. Effektanalysen ger, även om den är något grovt utformad, en uppfattning om konsekvenserna av en annan resurshushållningsstrategi än den som förutsätts i de övriga scenarierna, där avverkningen i varje period hela tiden begränsas av tillväxten. Förutsättningarna för effektanalysen finns beskrivna i kapitel 2.5.6.

I effektanalysen har avverkningsnivån under de två första perioderna satts till 103 Mm³sk. Från den tredje tioårsperioden och framåt har Hugin-systemet bestämt avverkningen utifrån tillgänglig tillväxt. Under tredje perioden faller därmed avverkningen ner till 82 Mm³sk/år för att därefter öka, figur 3.41. Från perioden 2050-2059 och framåt följer avverkningen i effektanalysen i stort sett den i scenariot Referens. Under samma period (2050-2059) är man åter igen uppe i samma nivå på avverkningen som vi satte för de inledande 20 åren, ungefär 100 Mm³sk/år. Detta tar alltså ca 20 år.



Figur 3.41 Potentiell avverkning (Mm³sk/år) i Referens och vid en ökad avverkning de första 20 åren. Ökad avverkning är beräknad för ACL, ACK, WÖ, S och F, resultaten är därefter uppskalade till hela landet. Virkesproduktionsmark.



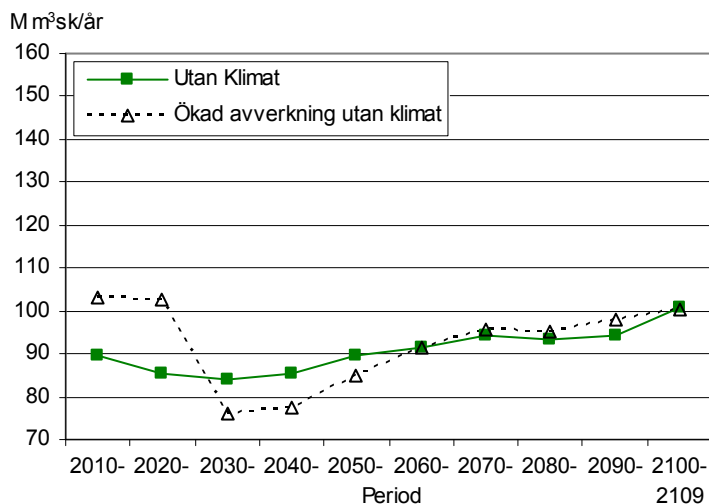
Figur 3.42 Tillväxt (Mm³sk/år) i Referens och vid en ökad avverkning de första 20 åren. Ökad avverkning är beräknad för ACL, ACK, WÖ, S och F, resultaten är därefter uppskalade till hela landet. Virkesproduktionsmark.

Den ökade avverkningen de första 20 åren ger redan under den första tioårsperioden en minskad tillväxt på ungefär 0,7 Mm³sk/år, figur 3.42. Tillväxtminskningen ökar sedan under de därefter följande 20 åren till ca 4,3-4,7 Mm³sk/år. Till 2040-2049 har tillväxten återhämtat sig för att därefter ligga på minst samma nivå som den i scenariot Referens.

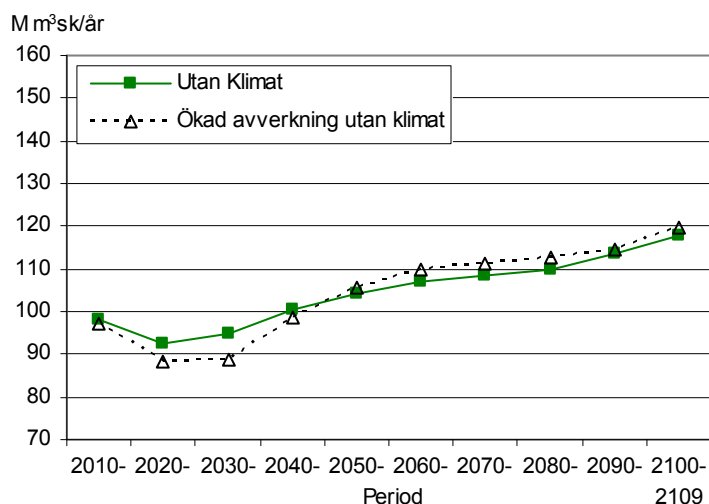
Effektanalysen har även beräknats utan den tillväxthöjande effekten av ett förändrat klimat och jämförs nedan med effektanalysen Klimat, dvs. Referens utan den positiva klimatteffekten. Utan den positiva klimatteffekten ger en ökad avverkning de första 20 åren en större effekt på tillväxt och avverkning kommande år, figur 3.43 och 3.44. Utan den positiva effekten av ett förändrat klimat faller avverkningen mellan år 2030-39 till 76 Mm³sk/år istället för som ovan till 82 Mm³sk/år. Fallet i potentiell avverkning håller dessutom i sig under en längre tid. Istället för

att som ovan återhämtat sig till 2050-59 så återgår den till nivå i effektanalysen Klimat först år 2060-69 och den når upp till nivån 100 Mm³sk/år igen först vid utgången av den beräknade 100-års perioden.

Utan den tillväxthöjande effekten av ett förändrat klimat ger den ökade avverkningen en tillväxtminskning på 0,7 Mm³sk/år för först 10-årsperioden, precis som ovan. Det tar sedan ytterligare 30 år innan tillväxten återhämtat sig till samma nivå som i effektanalysen Klimat. Under dessa 30 år är tillväxtminskningen i genomsnitt 4,1 Mm³sk/år.



Figur 3.43 Potentiell avverkning (Mm³sk/år) i effektanalysen Klimat och vid en ökad avverkning de första 20 åren. Effektanalysen ökad avverkning är i det här fallet beräknad utan den tillväxthöjande effekten av ett förändrat klimat. Effektanalysen ökad avverkning är beräknad för ACL, ACK, WÖ, S och F, resultaten är därefter uppskalade till hela landet. Virkesproduktionsmark.



Figur 3.44 Tillväxt (Mm³sk/år) i effektanalysen Klimat och vid en ökad avverkning de första 20 åren. Effektanalysen ökad avverkning är i det här fallet beräknad utan den tillväxthöjande effekten av ett förändrat klimat. Beräknade för ACL, ACK, WÖ, S och F, resultaten är därefter uppskalade till hela landet. Virkesproduktionsmark.

3.9 Potentialer av skogsbränslen

Potentialerna för skogsbränslen presenteras här för 3 olika nivåer på ekologiska och tekniska/ekonomiska restriktioner. Potentialerna baserar sig på scenariot Referens och perioden 2010-2019.

Nivå 1 innebär inga restriktioner alls, utan de mängder som redovisas avser allt biobränsle som faller ut vid respektive avverkningsåtgärd.

Nivå 2 är efter ekologiska restriktioner.

Nivå 3 är efter ekologiska och tekniska/ekonomiska restriktioner.

För utförligare beskrivning av restriktionerna se kapitel 2.6. Vid nivå 2 på ekologiska och tekniska restriktioner tas skogsbränslen ut från 88 % av den totala förnygringsavverkade arealen och 87 % av den totala gallrade arealen. Vid nivå 3 tas skogsbränsle ut från 73 av den totala förnygringsavverkade arealen och 75% av den totalt gallrade arealen, tabell 3.19.

Tabell 3.19 Årlig areal som behandlas för varje nivå av ekologiska och tekniska restriktioner (1000 hektar).

Ekologiska och tekniska restriktioner	Förnygringsavverkning	Gallring
Nivå 1	232	379
Nivå 2	204	328
Nivå 3	169	283

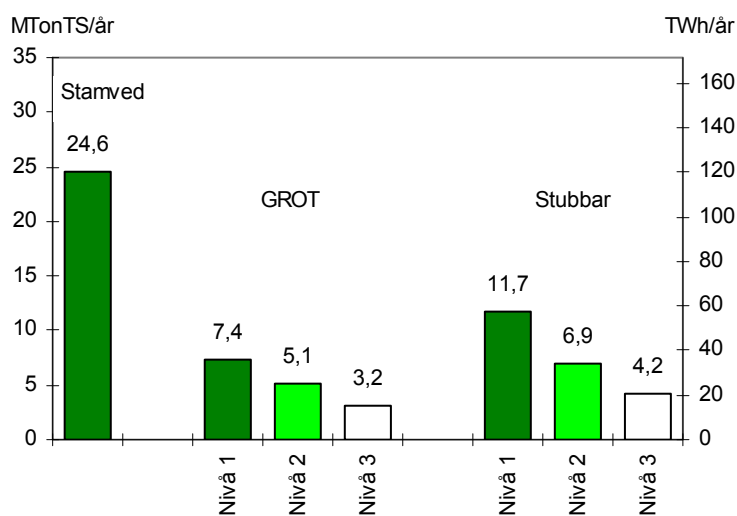
Majoriteten av den areal som undantas från skogsbränsleskörd vid nivå 2 på ekologiska och tekniska restriktioner utgörs av ”blöta marker eller fuktiga marker med fina jordar”. Majoriteten av den tillkommande arealen som undantas vid nivå 3 utgörs av ”ytstruktur 4 och svårare”, tabell 3.20.

Tabell 3.20 Areal som inte behandlas p.g.a. ekologiska/tekniska restriktioner (1000 hektar).

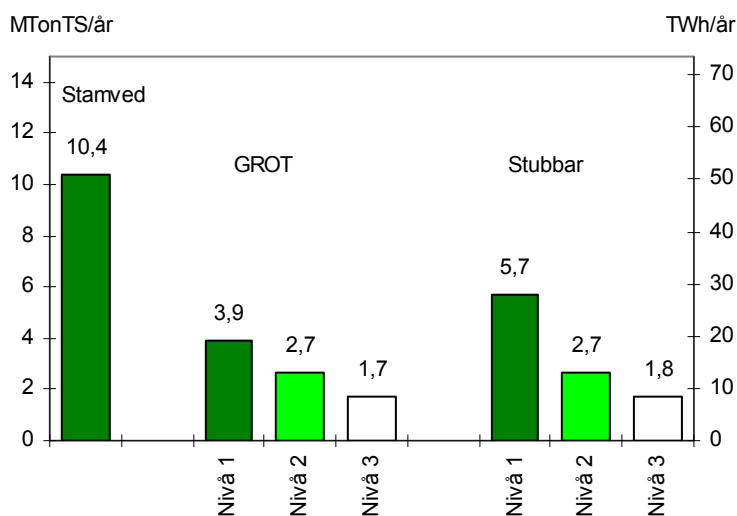
Ekologiska och tekniska restriktioner	Förnygringsavverkning	Gallring
Nivå 1	0,0	0,0
Nivå 2	28,0	50,5
Varav:		
Inom 25 m från annat ägoslag än produktiv skogsmark	0,6	3,6
Torvmarker	5,2	14,6
Blöta marker eller fuktiga marker med fina jordar	22,3	32,3
Nivå 3	35,7	44,9
Varav:		
Ytstruktur >= klass 4	26,7	31,9
Lutning >= klass 4	3,1	2,0
Bestånd < 1Ha	5,9	11,0

Potentialerna presenteras både som massa ton torrsbstans (Ton TS) och uttryckt i värmevärde (MWh). Vid omräkning från biomassa till värmevärde används omräkningstalet 1 Ton TS = 4,9 MWh genomgående.

För referenssceneriet och föryngringsavverkning i period 1 motsvarar stamveden 24,6 milj. ton TS årligen, figur 3.45. I gallring motsvarar stamveden totalt 10,4 milj. ton TS årligen, varav 0,57 milj. ton TS härrör från första gallring och resterande 9,83 milj. ton TS från senare gallringar, figur 3.46. Beroende på nivå av ekologiska och tekniska restriktioner varierar mängden grot i föryngringsavverkning mellan 3,2 och 7,4 milj. ton TS årligen och mängden stubbar mellan 4,2 och 11,7 milj. ton TS årligen. Motsvarande värden för grot i gallring varierar mellan 1,7 och 3,9 milj. ton TS årligen, och för stubbar mellan 1,8 och 5,7 milj. ton TS årligen, Figur 3.45 – 3.46.



Figur 3.45 Total mängd (MTonTS/år och TWh/år) stamved, grot och stubbar från föryngringsavverkning för referensscenariot. Värdena ovanför staplarna avser MTonTS/år. Hela Sverige och alla ägare.



Figur 3.46 Total mängd (MTonTS/år och TWh/år) stamved, grot och stubbar från gallring för referensscenariot. Värdena ovanför staplarna avser MTonTS/år. Hela Sverige och alla ägare.

De redovisade grotmängderna är i föryngringsavverkning 12,8-30,2 % av stamvedsmängden. Motsvarande värden för stubbar är 17,2-47,7 %. De redovisade grotmängderna är i gallring 16,6-37,8 % av stamvedsmängden. Motsvarande värden för stubbar är 16,8-55,0 %, tabell 3.21. Sammantaget, om både grot och stubbar tillvaratas så innebär det att mängden skogsbränsle varierar mellan 30,0 och 77,9 % av stamvedsmängden i föryngringsavverkning och mellan 33,4 och 92,8 % av stamvedsmängden i gallring, tabell 3.21.

Tabell 3.21 Mängd grot och stubbar i relation till stamvedsmängd (%) för referensscenariot och period 1.

Ekologiska och tekniska restriktioner	Föryngringsavverkning			Gallring		
	Grot	Stubbar	Totalt	Grot	Stubbar	Totalt
Nivå 1	30,2	47,7	77,9	37,8	55,0	92,8
Nivå 2	20,8	28,0	48,8	25,6	25,9	51,5
Nivå 3	12,8	17,2	30,0	16,6	16,8	33,4

De redovisade mängderna i föryngringsavverkning av grot och stubbar sammantaget varierar beroende på nivå av ekologiska och tekniska restriktioner mellan 7,4 och 19,2 Milj. ton TS årligen. Av dessa mängder kommer 57-61 % från stubbar och ca 60 % från kategorin ”enskilda skogsägare” och resterande 40 % från kategorin ”övriga skogsägare”, tabell 3.22 och 3.23. Störst andel av mängderna kommer från Götaland (ca 30 %), därefter Svealand (ca 25 %) följt av Södra Norrland (ca 24 %) och Norra Norrland (ca 20 %). Fördelningen mellan skogsägarkategorier och landsdelar är i stort sett oberoende av nivå på ekologiska och tekniska restriktioner, tabell 3.22 och 3.23.

Tabell 3.22 Årligt potentiellt uttag i föryngringsavverkning av GROT (Milj. ton TS/år och TWh/år) för olika nivåer på ekologiska och tekniska restriktioner uppdelat på landsdelar och ägargrupper.

		Nivå 1		Nivå 2		Nivå 3	
		MtonTS	TWh	MtonTS	TWh	MtonTS	TWh
Norra Norrland	Enskilda	0,63	3,1	0,43	2,1	0,29	1,4
	Övriga	0,70	3,4	0,49	2,4	0,33	1,6
	Totalt	1,33	6,5	0,92	4,5	0,63	3,0
Södra Norrland	Enskilda	0,88	4,3	0,58	2,9	0,37	1,8
	Övriga	0,93	4,6	0,66	3,2	0,40	2,0
	Totalt	1,81	8,9	1,24	6,1	0,78	3,8
Svealand	Enskilda	1,02	5,0	0,71	3,5	0,45	2,2
	Övriga	0,86	4,2	0,58	2,8	0,33	1,6
	Totalt	1,88	9,2	1,29	6,3	0,78	3,8
Götaland	Enskilda	1,89	9,3	1,30	6,4	0,76	3,7
	Övriga	0,52	2,5	0,35	1,7	0,21	1,0
	Totalt	2,41	11,8	1,66	8,1	0,98	4,8
Hela Landet	Enskilda	4,42	21,6	3,03	14,8	1,88	9,2
	Övriga	3,01	14,7	2,08	10,2	1,28	6,3
	Totalt	7,42	36,3	5,11	25,0	3,16	15,5

Tabell 3.23 Årligt potentiellt uttag i föryngringsavverkning av Stubbar (Milj. ton TS/år och TWh/år) för olika nivåer på ekologiska och tekniska restriktioner uppdelat på landsdelar och ägargrupper.

		Nivå 1		Nivå 2		Nivå 3	
		MtonTS	TWh	MtonTS	TWh	MtonTS	TWh
Norra Norrland	Enskilda	1,06	5,2	0,63	3,1	0,43	2,1
	Övriga	1,18	5,8	0,70	3,4	0,47	2,3
	Totalt	2,24	11,0	1,33	6,5	0,90	4,4
Södra Norrland	Enskilda	1,37	6,7	0,80	3,9	0,52	2,5
	Övriga	1,52	7,4	0,93	4,6	0,56	2,7
	Totalt	2,88	14,1	1,73	8,5	1,08	5,3
Svealand	Enskilda	1,67	8,2	0,97	4,8	0,61	3,0
	Övriga	1,33	6,5	0,81	4,0	0,45	2,2
	Totalt	3,00	14,7	1,78	8,8	1,06	5,2
Götaland	Enskilda	2,85	14,0	1,60	7,9	0,93	4,6
	Övriga	0,76	3,7	0,43	2,1	0,26	1,3
	Totalt	3,62	17,7	2,03	10,0	1,20	5,9
Hela Landet	Enskilda	6,95	34	4,01	19,6	2,49	12,2
	Övriga	4,79	23,5	2,87	14,1	1,74	8,5
	Totalt	11,73	57,5	6,88	33,7	4,23	20,7

De redovisade mängderna i gallring av grot och stubbar sammantaget varierar beroende på nivå av ekologiska och tekniska restriktioner mellan 3,5 och 9,7 Milj. ton TS årligen. Av dessa mängder kommer 52-58 % från stubbar och 53-59 % kommer från kategorin ”enskilda skogsägare”. De resterande 41-47 % av mängderna kommer från kategorin ”övriga skogsägare”, tabell 3.24 och 3.25. Störst andel av mängderna kommer från Götaland (30-36 %), där den lägsta andelen gäller för nivå 3 på ekologiska och tekniska restriktioner. Andelen från Svealand är ca 25 % och andelen från Södra Norrland är 23-26 %, där den högsta andelen gäller för nivå 3 på ekologiska och tekniska restriktioner. Andelen från Norra Norrland är 16-19 % med det högsta värdet för nivå 3 på ekologiska och tekniska restriktioner, tabell 3.24 och 3.25.

Tabell 3.24 Årligt potentiellt uttag i gallring av GROT (Milj. ton TS/år och TWh/år) för olika nivåer på ekologiska och tekniska restriktioner uppdelat på landsdelar och ägargrupper.

		Nivå 1		Nivå 2		Nivå 3	
		MtonTS	TWh	MtonTS	TWh	MtonTS	TWh
Norra Norrland	Enskilda	0,23	1,1	0,15	0,7	0,11	0,5
	Övriga	0,37	1,8	0,28	1,4	0,20	1,0
	Totalt	0,60	2,9	0,43	2,1	0,31	1,5
Södra Norrland	Enskilda	0,41	2,0	0,29	1,4	0,19	0,9
	Övriga	0,49	2,4	0,35	1,7	0,24	1,2
	Totalt	0,90	4,4	0,64	3,1	0,42	2,1
Svealand	Enskilda	0,53	2,6	0,35	1,7	0,23	1,1
	Övriga	0,50	2,4	0,33	1,6	0,21	1,0
	Totalt	1,03	5,0	0,69	3,4	0,44	2,1
Götaland	Enskilda	1,10	5,4	0,70	3,4	0,42	2,1
	Övriga	0,30	1,5	0,21	1,0	0,13	0,7
	Totalt	1,40	6,9	0,91	4,5	0,56	2,7
Hela Landet	Enskilda	2,27	11,1	1,49	7,2	0,95	4,6
	Övriga	1,66	8,1	1,17	5,7	0,78	3,9
	Totalt	3,93	19,2	2,66	12,9	1,72	8,5

Tabell 3.25 Årligt potentiellt uttag i gallring av Stubbar (Milj. ton TS/år och TWh/år) för olika nivåer på ekologiska och tekniska restriktioner uppdelat på landsdelar och ägargrupper.

		Nivå 1		Nivå 2		Nivå 3	
		MtonTS	TWh	MtonTS	TWh	MtonTS	TWh
Norra Norrland	Enskilda	0,35	1,7	0,17	0,8	0,12	0,6
	Övriga	0,60	2,9	0,33	1,6	0,23	1,1
	Totalt	0,95	4,7	0,50	2,4	0,36	1,7
Södra Norrland	Enskilda	0,63	3,1	0,29	1,4	0,19	0,9
	Övriga	0,65	3,2	0,40	2,0	0,27	1,3
	Totalt	1,28	6,3	0,69	3,4	0,46	2,2
Svealand	Enskilda	0,80	3,9	0,33	1,6	0,21	1,0
	Övriga	0,66	3,2	0,36	1,7	0,22	1,1
	Totalt	1,46	7,1	0,69	3,4	0,43	2,1
Götaland	Enskilda	1,65	8,1	0,62	3,0	0,38	1,8
	Övriga	0,39	1,9	0,20	1,0	0,13	0,6
	Totalt	2,04	10,0	0,82	4,0	0,50	2,5
Hela Landet	Enskilda	3,43	16,8	1,42	6,8	0,90	4,3
	Övriga	2,30	11,2	1,28	6,3	0,85	4,1
	Totalt	5,73	28	2,69	13,1	1,75	8,4

De redovisade mängderna i röjning är totalt 0,5 Milj. ton TS årligen för referensscenariot under perioden 2010-2019. Mängderna ökar över tiden och når sitt högsta värde på 0,8 Milj. ton TS årligen under period 2100-2109, tabell 3.26. Under åren 2010-2019 kommer 34 % av dessa mängder från kategorin ”enskilda skogsägare” och 66 % från kategorin ”övriga skogsägare”. Störst andel av mäng-

derna kommer från Södra Norrland (38 %), därefter Norra Norrland (31 %) följt av Svealand (19 %) och Götaland (12 %).

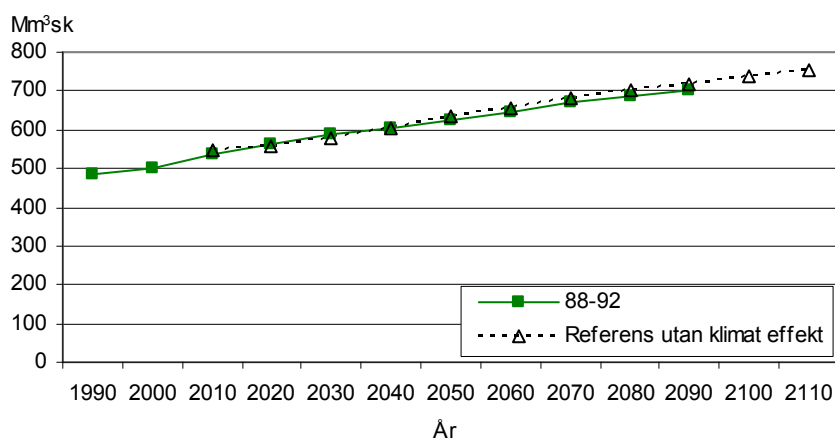
Tabell 3.26 Årligt potentiellt uttag i röjning av skogsbränsle (Mton TS/år och TWh/år) för referensscenariot och ekologiska och tekniska restriktioner enligt nivå 1.

Landsdel	2010-2019		2020-2029		2060-2069		2100-2109	
	Mton TS	TWh	Mton TS	TWh	Mton TS	TWh	Mton TS	TWh
Norra Norrland	0,1	0,7	0,1	0,5	0,2	0,9	0,2	1,1
Södra Norrland	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2	1,0	0,2	1,2
Svealand	0,1	0,4	0,1	0,5	0,1	0,7	0,2	0,8
Götaland	0,1	0,3	0,1	0,5	0,2	0,9	0,2	0,8
Hela landet	0,5	2,2	0,5	2,3	0,7	3,6	0,8	3,9

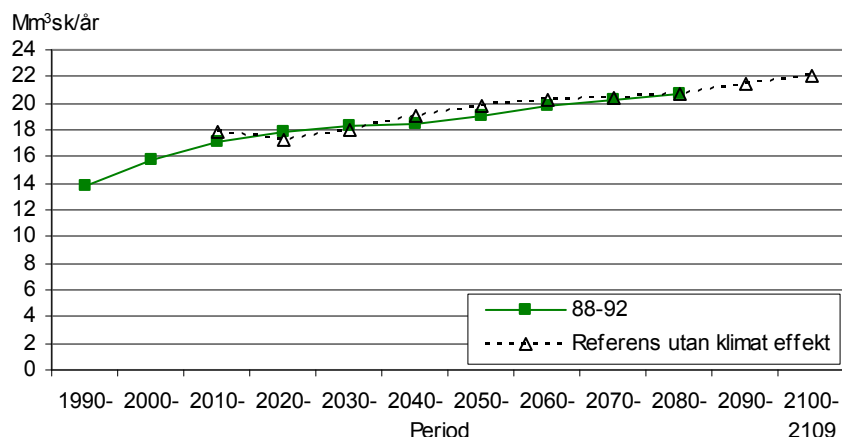
De sammanlagda mängderna skogsbränsle från förnygringsavverkning och gallring under åren 2010-2019 och efter ekologiska restriktioner är 14,7 Milj. ton TS årligen, varav 67 % från förnygringsavverkning.

3.10 Hugin – Jämförelse av tillväxt med olika utgångsmaterial

I detta kapitel redovisas den jämförelse som gjorts mellan beräkningar med Hugin av olika utgångsmaterial, se kapitel 2.3. Figur 3.47-3.48 visar utvecklingen av virkesförrådet och tillväxt i de tre områden som jämförts. Av figurerna framgår dels utvecklingen av framskrivningen av 1988-1992 års provtytor och motsvarande beräkning med 2002-2006 års provtytor. De förutsättningar som gäller för beräkningarna från 1990 är desamma som i effektanalysen Klimat, dvs. scenariot Referens men utan den tillväxthöjande effekten av ett förändrat klimat.



Figur 3.47 Virkesförrådets utveckling i ACK, Wö och F perioden 1990-2090 i Hugin beräkningar baserade på data från 1988-1992 jämfört med utvecklingen 2010-2110 i SKA-VB 08 effektanalysen Klimat, dvs. scenariot Referens utan den tillväxthöjande effekten av ett förändrat klimat (Mm³sk).



Figur 3.48 Årlig tillväxt i ACK, Wö och F perioden 1990-2090 i Hugin beräkningar baserade på data från 1988-1992 jämfört med utvecklingen 2010-2110 i SKA-VB 08 effektanalysen Klimat, dvs. scenariot Referens utan den tillväxthöjande effekten av ett förändrat klimat ($Mm^3sk/år$).

Man kan konstatera att utvecklingen av virkesförrådet inte avviker nämnvärt från 2010 till 2090 i dessa beräkningar. Som mest avviker virkesförråden i framskrivningen av 1988-92 års material med effektanalysen Klimat med 2 %. Inte heller tillväxt avviker nämnvärt mellan de bägge beräkningarna. Den totala tillväxten under de 80 år som går att jämföra är 1 % lägre i framskrivningen med 1988-92 års material jämfört med tillväxten i effektanalysen Klimat.

De här bägge framskrivningarna baserar sig på två olika stickprov av Sveriges skog. Var och ett av dessa stickprov har ett medelfel på skattningen av virkesförråd på hela landet som är ca 0,9 % (Toet, Fridman & Holm 2007).

Den nya skog som genereras under de första perioderna med utgångsmaterial från 1990 kommer från ungskogsdatabasen, medan den beskrivs av uppmätta tillstånd i SKA-VB 08. Jämförelsen visar att det inte blir någon större skillnad i utvecklingen av dessa arealer, vilket indikerar att ungskogsdatabasen fungerar tillfredsställande för att beskriva dagens ungskogar.

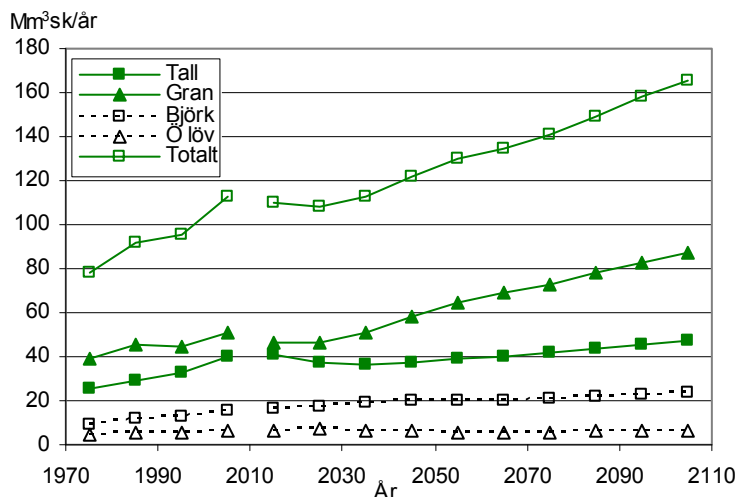
För den äldre skogen har funktioner använts för att beskriva tillväxten på ytorna under en 20 år längre period med utgångsdata från 1990. Trots detta blir inte utvecklingen av skogstillståndet annorlunda, vilket tyder på att de funktioner som används i den äldre skogen också fungerar tillfredsställande för att beskriva utvecklingen av skogarna.

Man bör kanske inte dra allt för stora växlar på denna jämförelse. Men det förefaller ändå som att systemet med att tilldela föryngringsavverkade ytor utgångslägen från ungskogsdatabasen i Hugin fungerar tillfredsställande. Om inte ytorna i ungskogsdatabasen på ett tillfredsställande sätt beskriver utseendet på ungskogen som etableras efter föryngringsavverkning, och om inte tillväxtfunktionerna i den äldre skogen fungerar på träd uppmätta under senare tid, skulle det ha uppstått skillnader i tillväxten. Skillnaden borde ha följt med under alla de 90 år där jämförelsen är möjlig att göra.

4 Jämförelse mellan scenarier och utveckling fram till idag

4.1 Tillväxt

I figur 4.1 relateras tillväxten i scenariot Referens till historisk tillväxt under de senaste 30 åren. Jämförelsen är gjord på produktiv skogsmark utanför formella skydd. Jämförelsen haltar något eftersom arealen i Referens är ca 312 tusen hektar lägre än i det historiska materialet. Detta beror på att arealen formella skydd har ökat i scenariot Referens jämfört med dagens läge, för att leva upp till delmål 1 under Levande skogar. Tillväxten på produktiv skogsmark utanför formella skydd har ökat med 35 miljoner m^3 sk per år från 78 miljoner m^3 sk per år till 113 mellan 1975 fram till 2005. Den största delen av denna ökning har tall och gran stått för med en ökning på 15 respektive 12 miljoner m^3 sk per år. I scenariot Referens ökar inte tillväxten under de kommande 20-30 åren i samma utsträckning som under de senaste 30 åren. Orsaken är att man historiskt avverkat mindre än potentialen medan man i scenarierna i denna studie avverkar potentialen på Virkesproduktionsmark. Tillväxten ökar under de kommande 20 åren med 3 miljoner m^3 sk per år och under de därpå kommande 30 åren med 11 miljoner per år. På längre sikt så påverkas tillväxten starkt av den tillväxthöjande effekten av ett förändrat klimat och har efter 100 år ökat med 54 miljoner m^3 sk per år. Gran svarar för 76 % av denna ökade tillväxt.



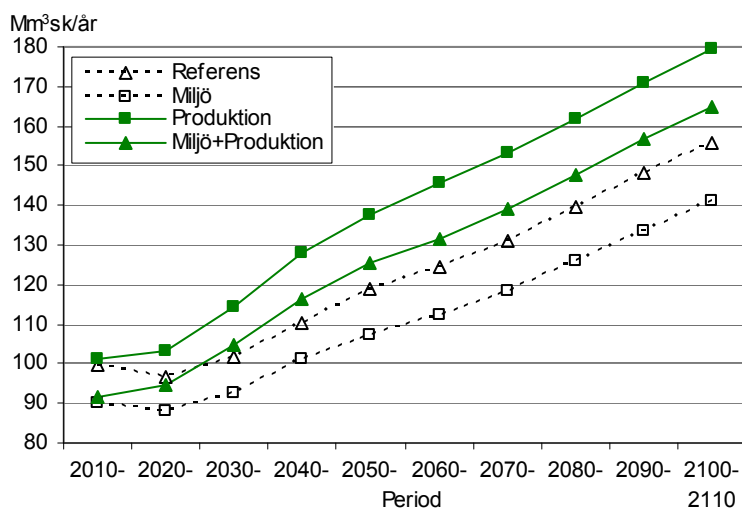
Figur 4.1

Historisk tillväxt från 1975 fram till 2005 och tillväxt i scenariot Referens på produktiv skogsmark utanför formella skydd ($Mm^3sk/år$), uppdelat på trädslag. Observera att den historiska tillväxten även inkluderar tillväxt på blivande formella skydd, ca 312 tusen hektar mer än scenariot Referens. Källa för historisk tillväxt är Riksskogstaxeringen.

I figur 4.2 redovisas tillväxten i de fyra nationella scenarierna på Virkesproduktionsmark, dvs. produktiv skogsmark utanför formella skydd, frivilliga avsättningar och arealanknuten miljöhänsyn vid förnygringsavverkning. De ökade miljöambitionerna i scenarierna Miljö och Miljö + Produktion som innebär att ca 2 miljoner hektar flyttas från Virkesproduktionsmark till Hänsynsmark eller Reser-

vat, sänker initialt tillväxten på Virkesproduktionsmark med ca 10 miljoner $m^3sk/år$, jämfört med Referens respektive Produktion. Denna skillnad ökar sedan successivt med tiden i scenariot Miljö, för att efter 100 år vara ca 15 miljoner m^3sk . Detta beror på att tillväxten succesivt ökar på all produktiv skogsmark på grund av den tillväxtökning som klimatförändringarna ger och allmänt förbättrat skogstillstånd på Virkesproduktionsmarken.

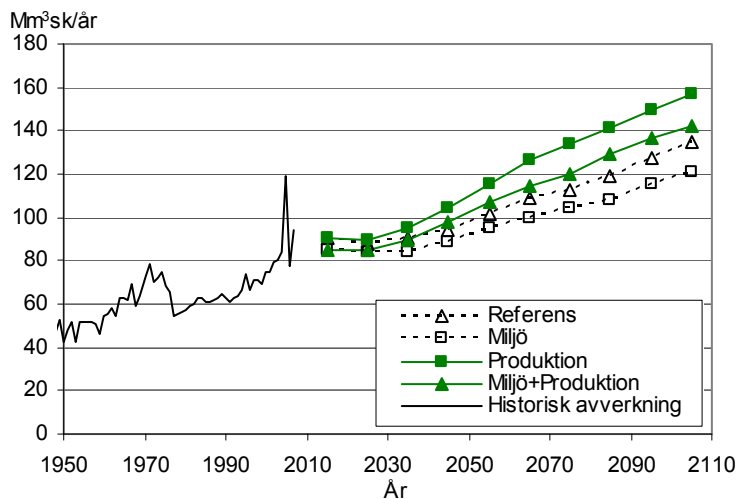
De produktionshöjande åtgärder som genomförs i scenarierna Produktion och Miljö + Produktion leder till en successivt ökad tillväxt. Skillnaden mellan scenarierna Referens och Produktion är mellan 2010-2019 ca $1,5 Mm^3sk/år$, 2020-2029 ca $6 Mm^3sk/år$ och mellan 2030-2039 ca $13 Mm^3sk/år$. Efter 40-50 år så planar tillväxtskillnaden ut på $20 Mm^3sk/år$, en skillnad som sedan är relativt stabil under resterande del av 100-årsperioden. Skillnaden mellan Miljö och Miljö + Produktion är ungefär densamma som skillnaden mellan Referens och Produktion. Efter ca 20 år är tillväxten på Virkesproduktionsmark i scenariet Miljö + Produktion lika hög som i scenariet Referens.



Figur 4.2 Årlig tillväxt på virkesproduktionsmark i de fyra nationella scenarierna ($Mm^3sk/år$).

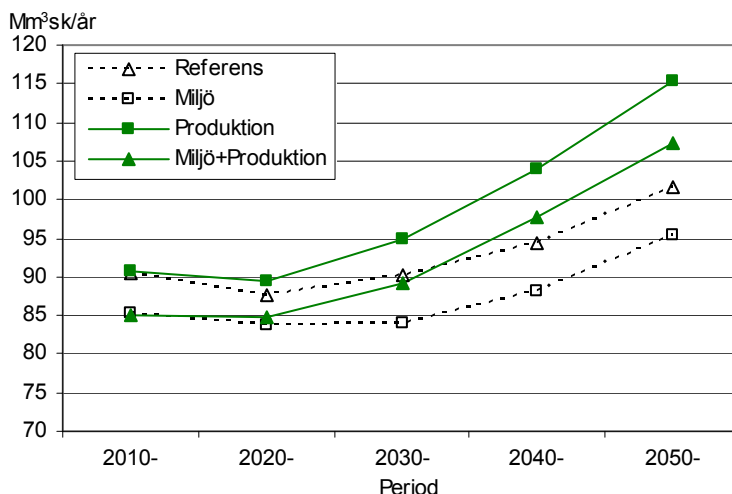
4.2 Potentiell avverkning

Av figur 4.3 framgår avverkning från 1950 fram till idag och den potentiella avverkningen i de fyra scenarierna. Såväl den historiska avverkningen som potentiella avser avverkning av levande träd på produktiv skogsmark. Från 1950 fram till 2007 har avverkningen ökat från ca 50 miljoner m^3sk per år till ca 94 miljoner. Trots den kraftigt ökade avverkningen har den varit mindre än potentialen och därmed har tillväxten successivt ökat, se föregående kapitel. I de fyra scenarierna är den potentiella avverkningen relativt stabil under de 20-30 första åren för att därefter öka i alla scenarier.



Figur 4.3 Årlig historisk avverkning fram till och med 2007 och potentiell avverkning i de fyra nationella scenarierna från 2010 och framåt, avverkning av levande träd på produktiv skogsmark ($Mm^3sk/år$). Källa för historisk avverkning är Skogsstyrelsens avverkningsberäkning nedjusterad med avverkning på andra ägoslag än produktiv skogsmark och avverkning av döda träd från Riksskogstaxeringen.

Figur 4.4 visar även den utvecklingen av den potentiella avverkningen för de fyra scenarierna, men i en större skala så att skillnaderna mellan scenarierna framgår tydligare. Skillnaden i potentiell avverkning mellan Miljö och Referens respektive Produktion och Miljö + Produktion är mindre än skillnaden i tillväxt på Virkesproduktionsmarken, se föregående kapitel. Detta eftersom det i den potentiella avverkningen även är inräknat virkesavkastning från naturvårdsanpassade avverkningsingrepp på Hänsynsmark och i restaureringskomponenten i scenariet Miljö respektive Miljö + Produktion. Skillnaden i potentiell avverkning är mellan scenarierna Miljö och Referens respektive Miljö + Produktion och Produktion, under perioden 2010-2019, ca 5 miljoner $m^3sk/år$.

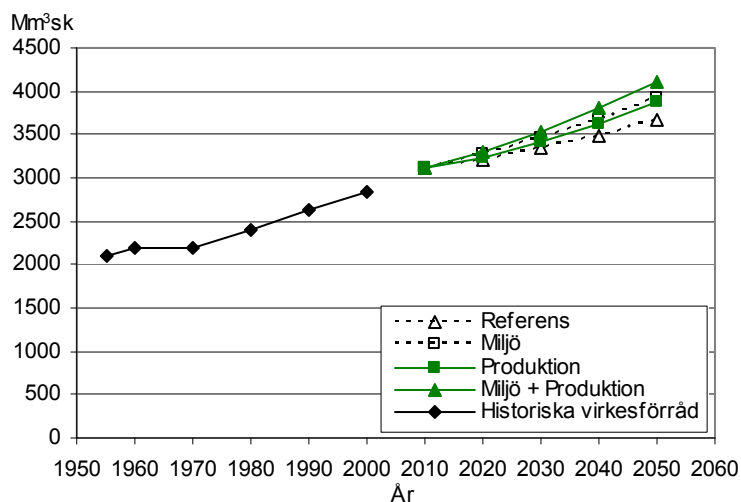


Figur 4.4 Potentiell avverkning i de fyra nationella scenarierna ($Mm^3sk/år$) under de 50 första åren. Alla markanvändningsklasser och alla ägare.

Som tidigare nämnts finns det en eftersläpning i den potentiella avverkningen jämfört med tillväxten eftersom den potentiella avverkningen för kommande period baseras på tillväxten under innevarande period, kapitel 2.2. Denna eftersläpning blir synlig när tillväxten är ökande eller minskande. Tillväxten i Miljö + Produktion är som tidigare nämnts i nivå med tillväxten i Referens efter ca 20 år. Eftersläpningen innebär dock att den potentiella avverkningen i Miljö + Produktion är i nivå med den i Referens efter ca 20-30 år. Denna eftersläpning innebär även att den potentiella avverkningen i Produktion jämfört med Referens och Miljö + Produktion jämfört med Miljö bara ökar marginellt under perioden 2020-2029 även om tillväxten ökat under samma period med ca 6 Mm³sk/år.

4.3 Virkes- och kolförråd

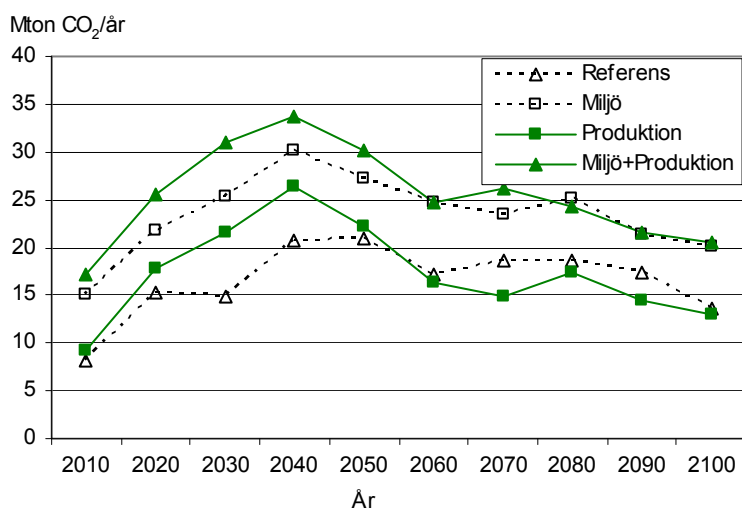
Virkesförrådet på all produktiv skogsmark har ökat kraftigt från 1955 fram till år 2000, figur 4.5. I genomsnitt har det totala virkesförrådet ökat med ca 16 Mm³sk/år per år. I scenarierna fortsätter ökningen av virkesförrådet med ungefär samma storleksordning. Den varierar under de första 20 åren, fram till 2030, med mellan 12 och 20 Mm³sk/år beroende på scenario. Det mesta av denna lageruppbyggnad sker inom markanvändningsklasserna Hänsynsmark och Reservat, 75-100 %. Runt 2030 avtar tillväxten samtidigt som den naturliga avgången ökar inom Hänsynsmark och Reservat vilket leder till att lageruppbyggnaden avtar inom dessa markanvändningsklasser. Samtidigt så ökar tillväxten generellt på grund av den tillväxthöjande effekten av ett förändrat klimat vilket gör att lageruppbyggnaden ökar på Virkesproduktionsmark. Det här gör att den totala ökningen av virkesförrådet ligger kvar på ungefär samma nivå under hela 100-årsperioden men succesivt flyttas den från Hänsynsmark och Reservat till Virkesproduktionsmark. Under senare halvan av 100-årsperioden sker mellan 50-70 % av virkesförrådsökningen inom Hänsynsmark och Reservat.



Figur 4.5 Virkesförråd på all produktiv skogsmark (Mm³sk). Historisk utveckling enligt Riksskogstaxeringen fram till 2000 och framskriven utveckling i de fyra nationella scenarierna från 2010-2050.

Lagerökningen av kol uttryckt som Mton CO₂/år i levande träd på produktiv skogsmark framgår av figur 4.6. För scenarierna Produktion och Miljö + Produktion ingår dock inte lagerökningen på den tidigare åkermark som beskogsats i

scenarierna. Detta påverkar inte nivån mellan 2010-2019 mer än marginellt men mer längre fram. I scenarierna varierar lagerökningen av kol i levande biomassa på produktiv skogsmark mellan 8 och 17 Mton CO₂/år. För att sätta in figur 4.6 i sitt sammanhang så var under 2007 lagerökningen av kol i levande biomassa på skogsmark 20,3 Mton CO₂ (Naturvårdsverket 2009), varav uppskattningsvis minst 90 % skedde på produktiv skogsmark. Eftersom ökningen av virkesförrådet är så starkt kopplad till utvecklingen inom Hänsynsmark och Reservat är lagerökningen större i scenarierna Miljö och Miljö + Produktion än i scenarierna Referens och Produktion. Utvecklingen över tiden är densamma i alla fyra scenarier. Initialt ökar den så länge som virkesförrådet ökar starkt inom Hänsynsmark och Reservat därefter avtar lageruppbyggnaden successivt under resterande del av 100-årsperioden.



Figur 4.6 Årlig lagerökning av kol, uttryckt som CO₂, i de fyra nationella scenarierna (Mton CO₂/år). Biomassa i levande träd. Scenarierna Produktion och Miljö + Produktion är exklusive lagerökning på beskogad åkermark. Alla markanvändningsklasser och alla ägare.

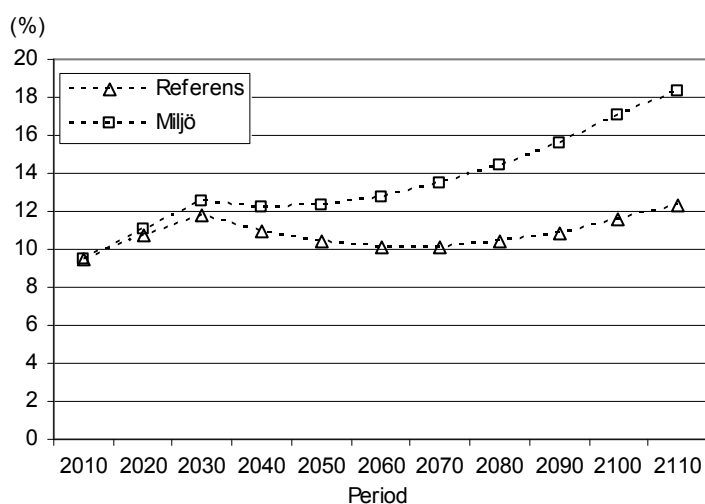
4.4 Miljöförhållanden

De faktorer med koppling till miljöförhållanden som vi kan följa från Hugin-systemet är kvantitativa mått baserade på trädskiktets utveckling. Dessa faktorer utvecklar sig mycket olika på Hänsynsmark och Reservat jämfört med Virkesproduktionsmarken. Andelarna gammal skog, äldre lövrik skog, antalet gamla grova träd och mängden naturlig avgång ökar alla markant på Hänsynsmark och i Reservat. Detta av naturliga skäl eftersom större delen av markanvändningsklasserna Hänsynsmark och Reservat lämnas för fri utveckling. Det här förhållandet gör att utvecklingen i stort är parvis jämförbar i scenarierna Referens och Produktion respektive Miljö och Miljö + Produktion. Detta eftersom arealerna Hänsynsmark och Reservat är desamma i Referens och Produktion å ena sidan och Miljö och Miljö + Produktion å andra. Nedan redovisas därför i huvudsak scenarierna Referens och Miljö. De produktionshöjande åtgärder som finns med i scenarierna Produktion och Miljö + Produktion kan ju naturligtvis innebära negativa miljöeffekter på t ex. vattenkvalité eller för skogens sociala värden, men de påverkar i liten omfattning de faktorer som finns med som resultat från beräkningssystemet Hugin. De produktionshöjande åtgärdernas miljöpåverkan, i scenarierna Produktion och

Miljö + Produktion värderas snarast bäst från förutsättningarna för scenarierna än utifrån resultaten.

Andelarna gammal skog och äldre lövrik skog påverkas starkt av bytet av modell för att prioritera provytor för förnygringsavverkning på Virkesproduktionsmarken, se vidare under kapitel 2.1.4. Under de inledande 20 åren prioriteras utifrån markägarnas faktiska val åren 1999-2006 och under de resterande 80 åren utifrån det produktionsmässiga åtgärdsbehovet. Man kan ha invändningar mot bägge modellerna, se vidare kapitel 5.1.

Andelen gammal skog, av all produktiv skogsmark, ökar under de två första perioderna i alla fyra nationella scenarier. Vid bytet av modell för att prioritera provytor för förnygringsavverkning (efter år 2030) avtar andelen gammal skog i scenariet Referens för att under andra halvan av 100-årsperioden återigen öka, figur 4.7. Sett över hela 100-årsperioden ökar andelen gammal skog från 9,5 % av den produktiva skogsmarksarealen till 12,3 %, vilket motsvarar en ökning med 650 000 hektar. I scenariet Miljö ökar andelen gammal skog under hela 100-årsperioden för att efter 100 år utgöra 18 % av den produktiva skogsmarksarealen, vilket motsvarar en ökning med 2 miljoner hektar. Skillnaden i utveckling mellan scenarierna Referens och Miljö beror på att arealerna Hänsynsmark och Reservat är större i scenariot Miljö.

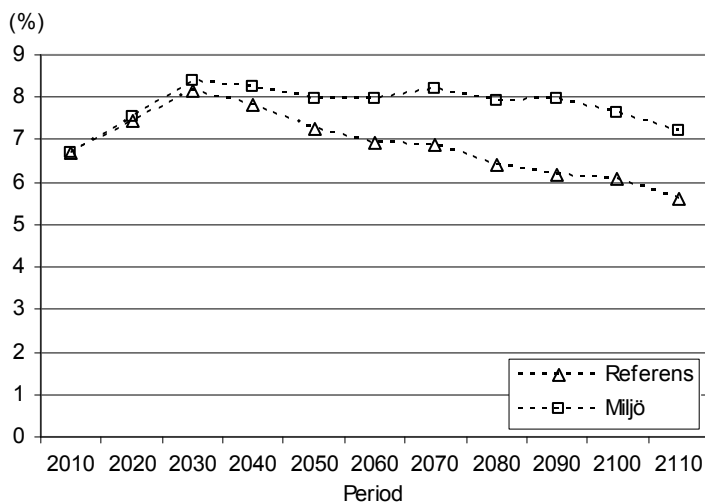


Figur 4.7 Andel gammal skog (%) i scenarierna Referens och Miljö. Alla markanvändningsklasser och alla ägare.

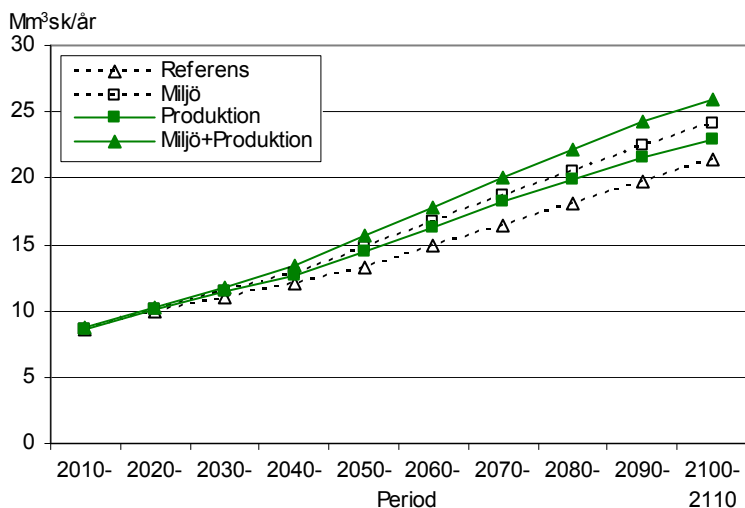
Även andelen äldre lövrik skog, av all produktiv skogsmark, ökar under de inledande två perioderna i alla fyra scenarier. Efter 2030 avtar andelen i Referensscenariot för att efter hela 100-årsperioden ha minskat svagt, figur 4.8. I scenariot Miljö stabiliseras andelen äldre lövrik skog runt 8 %. Även för Andelen äldre lövrik skog beror skillnaden i utveckling mellan scenarierna Miljö och Referens på att arealerna Hänsynsmark och Reservat är större i scenariot Miljö.

Årlig naturlig avgång ökar starkt i alla fyra scenarier under hela 100-årsperioden, figur 4.9. Alla fyra scenarier innebär alltså att bruttoinflödet av hård död ved ökar över tiden. En viss del av det bruttoinflöde som sker kommer dock sannolikt att upparbetas och forslas ut ur skogen, som skyddsåtgärd mot insektsangrepp eller

på grund av virkets ekonomiska värde. Den naturliga avgången per hektar blir betydligt större på markanvändningsklasserna Hänsynsmark och Reservat. På Virkesproduktionsmarken i scenariot Referens ökar den naturliga avgången från 0,4 m³sk per hektar och år till 0,7 m³sk per hektar och år efter 100 år. Medan den på Hänsynsmark och Reservat ökar från 0,5 m³sk per hektar och år till 2,3 m³sk per hektar och år. Den största ökningen i naturlig avgång på Hänsynsmark och Reservat sker mellan åren 2030-2049. Trots att den naturliga avgången per hektar är högre på markanvändningsklasserna Hänsynsmark och Reservat står Virkesproduktionsmarken för 83 % av den totala naturliga avgången under perioden 2010-2019 och för 68 % under perioden 2100-2109.



Figur 4.8 Andel äldre lövrik skog (%) i scenarierna Referens och Miljö. Alla markanvändningsklasser och alla ägare.

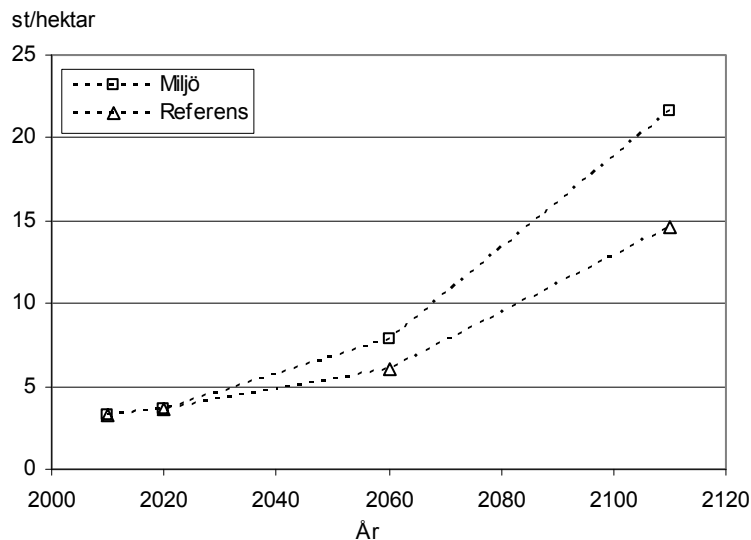


Figur 4.9 Årlig naturlig avgång (Mm³sk/år) i de fyra scenarierna. Produktion och Miljö + Produktion är exklusive lagerökning på beskogad åkermark. Alla markanvändningsklasser och alla ägare.

Den totala naturliga avgången blir alltså högre i scenariot Miljö än scenariot Referens och högre i scenariot Miljö + Produktion än i scenariot Produktion, figur 4.9. Detta eftersom arealerna Hänsynsmark och Reservat är högre i dessa scenarier. De

produktionshöjande åtgärderna i scenarierna Produktion och Miljö + Produktion leder till ett skogstillstånd med en högre naturlig avgång på Virkesproduktionsmarken. Sannolikt är det dock kvalitativa skillnader på det bruttoinflöde som sker av hård död ved på Hänsynsmark och Reservat jämfört med det bruttoinflöde som sker som en effekt av de produktionshöjande åtgärderna på Virkesproduktionsmark.

Även antalet gamla grova träd ökar markant på Hänsynsmark och i Reservat, medan antalet är konstant på Virkesproduktionsmarken. Sammantaget ökar antalet träd grövre än 40 cm och äldre än 100 år på all produktiv skogsmark i scenarierna Referens och Miljö, figur 4.10. Ökningen är markant större i scenariot Miljö eftersom arealen Hänsynsmark och Reservat är större. Antalet gamla grova träd är inte framräknat för scenarierna Produktion eller Miljö + Produktion, men sannolikt följer utvecklingen i Produktion den i Referens medan utvecklingen i Miljö + Produktion följer den i Miljö.



Figur 4.10 Antal träd per hektar äldre än 100 år och grövre än 40 cm i brösthöjd (st/hektar) i scenarierna Referens och Miljö. Alla markanvändningsklasser och alla ägare.

Den mest markanta förändringen av andelen av olika skogstyper som sker i scenarierna är ökningen av granskog och minskningen av tallskog som sker i Götaland och Svealand. Andelen granskog ökar i alla fyra scenarier. I scenarierna Referens och Miljö ökar den från 33 % av all produktiv skogsmark till 43 % efter 100 år. Medan den i scenarierna Produktion och Miljö + Produktion ökar från 33 % till 47-48 % av all produktiv skogsmark.

5 Diskussion

5.1 Osäkerhet i beräkningarna och modellrestriktioner

Det finns ett antal osäkerhetsfaktorer som påverkar dessa beräkningar. Nedan följer en genomgång av de viktigaste.

Den helt överskuggande osäkerheten är på olika sätt kopplad till klimatförändringarna. Osäkerheten kopplad till klimatet är förmodligen inte så stor under beräkningarnas första decennier men är desto större under den resterande delen av 100-årsperioden. Att klimatet kan komma att förändras påverkar svenskt skogsbruk. Skogen har i sig en direkt inverkan på klimatet samtidigt som skogsbruket kan behöva anpassas till de nya förhållandena. Ett osäkert klimat sätter brukandet av skogen i ett nytt läge som vi inte har någon tidigare erfarenhet av. När det gäller tillväxteffekterna vid ett förändrat klimat finns det flera olika osäkerhetsfaktorer. De finns en mängd olika utsläppsscenarioer för växthusgaser som baseras på olika antaganden om teknik och samhällsutvecklingen framöver. SKA-VB 08 har valt utsläppsscenarioet B2, där man i stor utsträckning lyckas begränsa utsläppen av bland annat CO₂ (Anon 2007a). Koldioxidhalten i detta scenario förväntas bli 626 ppm i slutet av detta århundrade. Redan här har man introducerat en osäkerhetsfaktor, då andra scenarier med snabbare ökning av växthusgaser i atmosfären, ger större effekt på klimatet. Utsläppsscenarioerna används av klimatmodeller, där resultat skalas ner i slutändan till regional nivå. Dessa modellberäkningar bidrar till att öka osäkerheten ytterligare. Hur temperaturen ökar är sannolikt den parameter som modellerna är bäst på att prognostisera. När det gäller andra väderparametrar minskar sannolikt tillförlitligheten (molnighet, nederbörd, vind mm). Vid beräkningar av hur tillväxten kan ändras för våra vanligaste trädslag vid ett förändrat klimat har vi använt oss av ytterligare en modell. Modellen är baserad på olika antaganden om hur olika fysiologiska processer påverkas av bland annat klimatet. För varje analys/beräkning ökar naturligtvis osäkerheten ytterligare.

Eftersom insekter påverkas i hög grad av rådande temperaturklimat kommer antagligen insektspopulationer att öka vid en förhöjd temperatur. Angrepp av skadeinsekter kommer därför sannolikt att öka i skogen. Varmare väder påverkar svamporganismer olika, även om tillväxten ökar för många arter vid ökad temperatur så har det inte samma tydliga samband som för insekter. Ett mildt och fuktigt klimat kan också öka tillväxten. Ett sannolikt antagande är att även svampangreppen kommer att öka i ett framtida klimat. Om vindfällningarna ökar kommer det ha negativa effekter på ekonomin eftersom det är kostsamt att ta hand om stormfällt virke och kvaliteten försämras dels p.g.a. sprickor, spjälkning och brutna stockar och dels för att virket kan bli angripet av röta och insekter. Dessutom om det blåser ner alltför tidigt under omloppstiden utnyttjar man inte produktionspotentialen fullt ut. Stormfällningar och skadeangrepp från insekter, svamp och vilt inom skogsbruket kommer sannolikt att öka och utgör ett stort ekonomisk problem för skogsbruket vid en förhöjd temperatur. Det räcker dock inte att studera specifika skadegörare utan även samspelen mellan värdväxt och naturliga fiender. Huruvida skadegörare kan förflyttas norrut och om nya arter kan introduceras i södra Sverige från kontinenten kan också ha stor inverkan för skogsbruket i

Sverige. I dagsläget har vi mycket bristfälliga kunskaper om skadeangreppen från insekter och svamp och forskning är mycket angeläget inom dessa områden. På grund av det bristande kunskapsläget har vi inte kunnat infoga eventuellt ökade skador från insekter, svamp eller storm i beräkningarna som genomförts inom SKA-VB 08. Om svenskt skogsbruk ska tillgodogöra sig den eventuellt ökade tillväxten förutsätter det att vi kan bemästra de negativa effekterna i första hand av en ökad risk för vindfällning, skadeangrepp från insekter och svampar.

Ett förändrat klimat skulle även kunna innebära att arealen produktiv skogsmark ökar genom att produktiviteten på delar av den improduktiva skogsmarken ökar så att den övergår till produktiv skogsmark. Inte heller den här möjligheten har vi kunnat ta hänsyn till i beräkningarna, utan den totala arealen produktiv skogsmark är konstant under hela 100-årsperioden.

De genomförda beräkningarna i Hugin-systemet baserar sig på skogstillståndet uppmätt av Riksskogstaxeringen 2002-2006. Riksskogstaxeringen är en stickprovsinventering och är därför som alla stickprov behäftade med slumpmässiga fel. Dessa slumpmässiga fel ökar allteftersom resultaten bryts ner på mindre områden. I denna rapport presenteras resultat på landsnivå och för landsdelar, men resultat för län/länsdelar kommer att finnas tillgängliga via internet. Medelfel för skattningar på lands-, landsdels och länsnivå har redovisats av Toet, Fridman & Holm (2007). Skattningarna av virkesförrådet har t.ex. ett medelfel på ca 0,9 % på landsnivå och 1,5-2,4 % på landsdelsnivå.

En annan orsak till att osäkerheten ökar när resultaten bryts ner på mindre områden är att även de förutsättningar vi använt för att styra Hugin-systemet i många fall baserar sig på stickprovsundersökningar t.ex. Polytax och Riksskogstaxeringen. I de fall där förutsättningarna innebär en uttolkning av måldokument t.ex. Miljömålsrådets förslag till Levande skogar, har vi gjort en regionalisering av detta mål utifrån intentionerna i målet. Det är naturligtvis osäkert om denna nedbrytning på mindre geografiska områden kommer att spegla ett verkligt utfall. Sammantaget gör detta att förutsättningarna är mer osäkert specificerade för mindre områden än för landet som helhet.

Hur provytor väljs ut för olika åtgärder påverkar starkt utvecklingen av olika skogstyper i landskapet, arealen gammal skog m.m. i framskrivningarna. Markägarnas faktiska beteende förändras naturligtvis över tiden på grund av förändringar i vad marknaden efterfrågar, förändrade värderingar och allteftersom skogstillståndet förändras. I samband med SKA-99 (Thuresson m fl. 2000) tog man fram ett nytt sätt att i Hugin prioritera provytor för olika åtgärder, se kapitel 2.1.4. Den här prioriteringen baserar sig på markägarnas faktiska val av bestånd för åtgärder. Eftersom vi utgått från att markägarnas val ständigt förändras har dessa funktioner uppdaterats utifrån nytt material till SKA-VB 08. Ett problem med dessa prioriteringsfunktioner är att de ger en allt för statisk bild av hur markägaren väljer bestånd för olika åtgärder. Det påverkas inte av att skogstillståndet förändras under framskrivningen. Ett annat problem är de baserar sig på all produktiv skogsmark utanför reservat. Skogstyper som är överrepresenterade i frivilliga avsättningar eller hänsynsytor får därmed en låg sannolikhet för åtgärd. Eftersom vi i scenarieformuleringarna lägger dessa arealer i en egen markanvändningsklass, som Hänsynsmark, har vi dels lagt skogstyper som är överrepresenterade i frivilliga avsättningar och hänsynsytor åt sidan och dels gett dem en låg

sannolikhet för avverkning inom Virkesproduktionsmarken. Sammantaget skulle detta sannolikt ge en allt för ”positiv” utveckling av arealen av dessa skogstyper. Det andra sättet som finns i Hugin att prioritera objekt för åtgärder utgår från åtgärdens angelägenhetsgrad utifrån ett produktionsmässigt perspektiv. Det här sättet att prioritera bestånd för åtgärder skulle å andra sidan sannolikt ge en allt för ”negativ” utveckling av arealen av dessa skogstyper.

Som en kompromiss prioriteras provytor för åtgärd under de inledande 20 åren efter markägarnas faktiska val av bestånd, medan prioriteringen därefter sker utifrån angelägenhetsgrad för åtgärd. Bytet av metod för att göra prioriteringen syns tydligt i resultaten, t.ex. utvecklingen av andelen löv i Götaland och Svealand i figur 3.12 som initialt ökar för att därefter minska, eller utvecklingen av äldre lövrik skog i figur 3.22.

De effekter av användning av förädlat material som ingår i scenarierna påverkar ny skog som skapas i Hugin efter förnygringsavverkning, dvs. förnygringsavverkningar från 2005 och framåt. Förädlat skogsodlingsmaterial har dock funnits på marknaden och planterats i skogen sedan 1970-talet (Rosvall m.fl. 2004a). Redan i utgångsmaterialet, Riksskogstaxeringens provytor från 2002-2006 finns alltså träd i olika utvecklingsstadier som består av förädlat skogsodlingsmaterial. Under det här projektet har det inte varit möjligt för oss att utreda omfattningen eller effekten på ett sådant sätt att vi kunnat få med dessa effekter i Hugin beräkningarna. Effekten av det historiska förädlingsarbetet har dock tidigare bedömts öka den potentiella avverkningen i SKA 03 (Gustafsson & Hägg 2004) under perioden 2010-2019 med 1-1,5 % och mellan 2020-2060 med 3 till 4 % (Rosvall m.fl. 2004b).

Principen för bestämning av potentiell avverkningen beskrivs i kapitel 2.2. Ansatsen är att söka en så hög avverkning som möjligt utan att avverkningen nämnvärt minskar i framtiden. Som också tidigare nämnts så baseras den potentiella avverkningen i Hugin under en period på tillväxten under perioden innan. Det medför att det finns en tröghet i systemet som blir tydlig vid kontinuerligt ökad eller minskad tillväxt. Eftersom den tillväxthöjande effekten på grund av ett förändrat klimat i scenarierna och de produktionshöjande åtgärderna i scenarierna Produktion och Miljö + Produktion leder till en sådan tillväxtökning får vi trots ambitionen ett ökat virkesförråd på Virkesproduktionsmarken. Den beskogning av nedlagd åkermark som är med i scenarierna Produktion och Miljö + Produktion är beräknad i BM-win, dvs. utanför Hugin-systemet. I de flesta resultatpresentationer är resultaten från åkermarken adderade till resultaten från Hugin. När det gäller potentiell avverkning så leder detta till ett avsteg från principen ovan. Den ökade tillväxten på åkermarken leder alltså inte under uppbyggnadsfasen av åkermarksplanteringarna till en på Virkesproduktionsmarken generell ökad avverkning. Avverkningen på åkermarken sker först när dessa bestånd når den ålder som specificerats för förnygringsavverkning.

I övrigt när det gäller åkermarken så skulle delar av de 400 tusen hektar tidigare åker som beskogats i effektanalysen Åkermark kunna bli skog även utan aktiva åtgärder. Åtminstone skulle detta kunna gälla de 139 tusen hektar tidigare åkermark som i Riksskogstaxeringen klassats som skogsmark kapitel 2.5.4. Så är dock inte effekterna av att beskoga nedlagd åkermark beskrivna i denna studie utan här förutsätts att alternativet är ingen skogstillväxt på denna areal.

De avgångsfunktioner som används i Hugin-systemet bygger dels på den genomsnittliga avgången av olika orsaker som mätts upp på Riksskogstaxeringens provytor, dels beräknas en självgallringsgräns baserat på resultat från fasta försök som håller nere grundyteutvecklingen på täta ytor. Men detta förefaller inte räcka till när många ytor lämnas utan åtgärder, som på Hänsynsmark och Reservat. Alla ytor oberoende av trädslag fortsätter att växa och leva även när de blir riktigt gamla. Att sätta in en "maxålder" för trädslagen, alternativt att fördela ut avgången mer stokastiskt skulle kanske ge ett mer realistiskt utfall. Som det är idag tenderar alla ytor att få väldigt höga virkesförråd, vilket kanske inte är sannolikt. Underskattningen av den naturliga avgången påverkar virkesförrådets utveckling på Hänsynsmark och Reservat, t.ex. figur 3.10, och därför även lagerökningen av kol, figur 4.6. Underskattningen är liten under de första decennierna och ökar sedan sannolikt med tiden.

I de genomförda beräkningarna har förutsättningarna specificerats för två ägargrupper, enskilda ägare och övriga ägare, på motsvarande sätt som gjorts i tidigare arbeten med Hugin (t.ex. Thuresson m fl. 2000). Dessa ägarkategorier är naturligtvis inte homogena grupper. Speciellt finns inom enskilda ägare en spridning i vilka mål man har med sitt skogsägande (Lidestav & Nordfjell 2002). Det här är viktigt att ha med sig när man värderar den potentiella avverkningen i scenarierna och potentialerna för skogsbränslen. I skogsvårdslagen finns även restriktioner i form av den så kallade ransoneringsregeln som begränsar hur stor del av en fastighet som kan förnygringsavverkas inom en given tidsram. I Hugin finns ingen koppling till fastigheter vid beräkning av den potentiella avverkningen. I vilken utsträckning som de ovanstående faktorerna faktiskt begränsar avverkningsmöjligheterna är inte känt utan behöver studeras vidare.

Inom forskningsprogrammet Heureka på SLU (www.mistra.org/heureka) pågår för närvarande utveckling av en ny applikation (RegVis) som kommer kunna användas för den här typen av skogliga konsekvensanalyser (Anon 2008c). I många avseenden kommer den nya applikationen att innebära förbättrade möjligheter att belysa effekter av olika antagande om åtgärders utföranden och omfattning i skogsbruket.

Effekter relaterat till åtgärder som RegVis kommer att ha möjlighet att analyseras på ett bättre sätt är bland annat;

- Kol och kväve (mängd och inbindning) i mark – baserat på markmodeller som ger förråd och inbindning.
- Volymer och mängd kol i död ved fördelat på nedbrytningsklasser.
- Skogsbränsleuttag – hanteras integrerat i systemet - följeffekter på kolbindning, intäkter och tillväxt.
- Skärm och kontinuitetsskogsbruk simuleras mer detaljerat.
- Effekter av evighetsträd på tillväxt i ny skog och större möjlighet för användaren att styra ungskogsetableringen.

RegVis är dessutom anpassat till att kunna basera analyser på heltäckande data. Detta kommer att möjliggöra ökade analysmöjligheter av andra nyttigheter än virke och att ta hänsyn till geografiska förhållanden på ett bättre sätt än tidigare.

- Markägares inverkan – effekter av markägares beteenden baserat på skogliga såväl som data om dess ägare. Detta på fastighetsnivå med hjälp av åtgärdsbesluts- och ägarbytesmodeller.
- Biologisk mångfald – Habitatindexmodeller för typer.
- Sociala värden – Rekreativvärde baserat på beståndsegenskaper och dess läge i landskapet.

5.2 Val och utformning av scenarierna

De scenarier som beräknats i SKA-VB 08 är i mångt och mycket kompromisser och resultatet av diskussioner med många människor. Diskussionen om scenariernas utformning var livlig inom såväl projektgruppen, styrgruppen som referensgruppen under projektets första halvår. I ett projekt som SKA-VB 08 finns det naturligtvis resursmässiga begränsningar. Det finns även tekniska begränsningar i form av vad som går att göra med en rimlig resursinsats i ett beräkningssystem som Hugin. De här begränsningarna påverkar hur många scenarier man kan beräkna och utformningen av dessa scenarier.

Valet av att ha med effekten av ett utsläppsscenario av växthusgaser, istället för flera, och att ha med effekten i alla fyra nationella scenarier är en sådan kompromiss. Tidigt bedömde vi att det skulle kräva orimligt mycket resurser att implementera effekten av flera utsläppsscenarioer i Hugin, därför valet av ett. Samtidigt ville vi beräkna fyra nationella scenarier där den intressanta jämförelsen skulle vara den mellan olika ambitioner i skogsvård och miljövård. Att beräkna dessa fyra scenarier med och utan effekten av utsläppsscenarioet B2 är en god tanke men skulle falla utanför de resurser som fanns till projektet. Därför bedömde vi att det utifrån dagens kunskapsnivå om klimatförändringarna ändå var rimligast att ha med effekten i samtliga fyra scenarier. Det beslutet grundar sig även på att betydelsen av klimatförändringarna på tillväxten är liten under de första tioårsperioderna, som ändå får betraktas som viktigast utifrån dagens valsituation.

Ambitionen var att utforma de fyra nationella scenarierna så att de speglar en stor spännvidd i produktions- respektive miljöambitioner. En av anledningarna till detta är att det i efterhand är lättare att interpolera resultat än att extrapolera. Det är med andra ord lättare att dra slutsatser om ett handlingsalternativ som ligger innanför förutsättningarna i de fyra scenarierna än ett som ligger utanför. Även valet av effektanalyser är delvis motiverat av att skapa möjligheter att studera andra handlingsalternativ än de som ingår i de fyra scenarierna. Genom effektanalysen Målförslag har vi beräknat effekterna av en delmängd av de åtgärder som ingår i scenariot Miljö. Utöver att det var relevant i sig, eftersom förutsättningarna där utgår från miljömålrådets förslag till nya delmål, så skapar det bättre förutsättningar att interpolera mellan scenarierna Referens och Miljö. På motsvarande sätt ger effektanalyserna Åkermark och Behovsanpassad gödsling bättre möjligheter att interpolera mellan scenarierna Referens och Produktion.

Vi valde att lyfta ut Åkermark och Behovsanpassad gödsling som effektanalyser eftersom de har stor inverkan på resultaten i scenarierna Produktion och Miljö + Produktion, och därmed är viktiga att kvantifiera för att man lättare skall kunna förstå och tolka utvecklingen i dessa scenarier. Man skall därför inte tolka detta som att vi bedömt dessa som de viktigaste åtgärderna om man vill höja produktionen i skogen. En annan aspekt av detta är att vi bedömde att mer traditionella skogsvårdsåtgärder väl kvantifierats i SKA 99 (Thuresson m.fl. 2000).

Effektanalyserna Klimat och Förädling, som kvantifierar den tillväxthöjande effekten av ett förändrat klimat respektive den tillväxthöjande effekten av användning av förädlat material som ingår i de fyra nationella scenarierna, är beräknade för att kunna förstå deras inverkan på de nationella scenarierna men också för att det över huvudtaget skall vara möjligt att jämföra med tidigare studier. I tidigare SKA-arbeten har dessa effekter inte varit med.

De genomförda beräkningarna är scenarier och inte prognoser. Detta är viktigt att ha med sig när man studerar och värderar resultaten. T.ex. så är inte förutsättningarna i scenarierna kopplade till ekonomisk utveckling i samhället. Såväl de ökade miljöambitionerna i scenariot Miljö som produktionsambitionerna i scenariot Produktion kräver stora investeringar.

Även när man studerar förutsättningarna är det viktigt att komma ihåg att dessa är scenarier. Den uttolkning av vad som krävs för att på lång sikt leva upp till miljömålen, framför allt Levande skogar, som scenariot Miljö baserar sig på är bedömningar som gjorts inom projektet. Även om vi tagit hjälp av en stor mängd forskare så kan ingen idag med säkerhet säga om den totala insatsen är tillräcklig eller för stor för att bevara den biologisk mångfalden m.m. Ett annat exempel är att vi valt att lägga stora arealer inom markanvändningsklassen Reservat (som innehåller formella skyddsformer) utan att veta om det fortsatta naturvårdsarbetet i till så stor del kommer baseras på formella skydd.

5.3 Jämförelse med tidigare studier

Den senaste omfattande skogliga konsekvensanalysen är SKA 99 (Thuresson m.fl. 2000). Efter SKA 99 har en mindre uppdatering av scenariot 90-talets skogsbruk gjorts i SKA 03 (Gustafsson & Hägg 2004). I SKA 03 har fördelningen mellan olika markanvändningsklasser uppdaterats eftersom det visade sig att framförallt arealerna frivilliga avsättningar blev mindre än vad man förväntat under arbetet med SKA 99. Nedan följer en jämförelse mellan scenariot 90-talets skogsbruk från SKA 99, SKA 03 och Scenariot Referens i SKA-VB 08.

Det finns några viktiga skillnader i de modeller som användes under SKA 99 och SKA 03 jämfört med de som använts i SKA-VB 08. Dessa modellförändringar har redan berörts men här följer en kort sammanfattning av de viktigaste. I scenariot Referens ingår en tillväxthöjande effekt av ett förändrat klimat, något som inte fanns med i 90-talets skogsbruk eller SKA 03. Det här påverkar inte utvecklingen de första 20 åren speciellt mycket men desto mer längre fram under beräkningarna. Det här gäller även effekten av användning av förädlat material som inte finns med i 90-talets skogsbruk eller SKA 03 men är med i Referens. I scenariot Referens har vi valt ett annat sätt att prioritera bestånd för åtgärd, vilket diskuteras mer under kapitel 5.1. Det här påverkar utvecklingen av t ex. andelen gammal skog

och äldre lövrik skog, men även tillväxten under den senare delen av 100-årsperioden.

Om man ser på den areal som beräkningarna avser så ingår inte befintliga reservat eller nationalparker i den areal som man räknat på i 90-talets skogsbruk eller i SKA 03. I SKA 99 redovisas denna areal separat medan den i SKA-VB 08 ingår i scenarierna. I SKA-VB 08 har vi bedömt att det mest intressanta är att belysa olika effekter på hela skogsmarksarealen, och uppdelat på de markanvändningsklasser vi använt. Vi har även haft bättre möjligheter att ha med dessa arealer i scenarierna eftersom Riksskogstaxeringen sedan 2003 inventerar även inom reservat och nationalparker. Den totala arealen som beräkningarna omfattar var alltså mindre i SKA 99, 22,5 miljoner hektar och i SKA 03, 22,8 miljoner hektar än i SKA-VB 08, 23,4 miljoner hektar. Av tabell 5.1 framgår fördelningen av den totala arealen på inget skogsbruk, naturvårdsanpassad skötsel och det vi i denna studie kallar för Virkesproduktionsmark. I 90-talets skogsbruk omfattades totalt 2,3 miljoner hektar av olika miljöinsatser. Motsvarande värde i SKA 03 var 2,5 miljoner hektar medan miljöinsatserna totalt i scenariot Referens omfattar 2,9 miljoner hektar. Av dessa 2,9 miljoner hektar ingår dock ca 700 tusen hektar existerande naturreservat och nationalparker. För att konstatera om den totala arealen som omfattas av olika miljöinsatser är högre eller lägre i SKA 99 eller SKA 03 skulle man även behöva väga in arealen av de naturreservat och nationalparker som bildats mellan 1995 fram till 2006, vilket inte gjorts här.

Man kan dock konstatera att skillnaden inte är dramatisk men att en större andel av arealen med olika miljöinsatser sköts med naturvårdsanpassad skötsel i 90-talets skogsbruk jämfört med i SKA 03 och i scenariot Referens. SKA 03 och scenariot Referens innehåller därmed större arealer med inget skogsbruk. Även om skillnaden i arealer avsatta för olika miljöinsatser inte är dramatisk på landsnivå så skiljer sig fördelningen mellan län åt. Både för nya formella skydd, frivilliga avsättningar och hänsynsytor så baseras fördelningen mellan län och ägarkategorier på information som inte fanns tillgänglig under arbetet med SKA 99 eller SKA 03 varför fördelningen mellan län kan skilja sig åt mycket. Detta bör man vara medveten om vid jämförelse mellan scenarieanalyserna på länsnivå.

Tabell 5.1 Total areal och arealer avsatta för miljövärd i SKA 99, SKA 03 och SKA-VB 08 scenariot Referens (1000 ha).

	Total areal som beräkningarna omfattar	Inget skogsbruk	Naturvårds- anpassad skötsel	Virkes- produktions- mark
SKA 99, 90 talets skogsbruk	22 520	1 275	1 049	20 196
SKA 03	22 752	1 984	475	20 293
SKA-VB 08, Referens	23 369	2 367	603	20 383

Specifikationerna av förnygringsprogram och skogsvården i övrigt är samma i 90-talets skogsbruk som i SKA 03 varför dessa bara jämförs mellan 90 talets skogsbruk och scenariot Referens i SKA-VB 08. 90 talets skogsbruk baserade sig på statistik över förnygringsmetoder m.m. från mitten av 90-talet medan scenariot Referens baserar sig på statistik från 2002-2006.

När det gäller föryngringsprogrammen är andelen naturlig föryngring lägre och andelen plantering högre i scenariot Referens än i 90-talets skogsbruk. I 90-talets skogsbruk föryngrades 40 % av föryngringsarealen med naturlig föryngring och 33 % av arealen i scenariot Referens. Speciellt har andelen naturlig föryngring minskat och andelen plantering ökat i Götaland. Valet av trädslag vid plantering är relativt oförändrat men eftersom andelen plantering ökat i Götaland och eftersom gran dominerar där vid plantering har den totala arealen föryngrad med gran ökat. En större andel av föryngringsarealen markbereds i scenariot Referens än i 90-talets skogsbruk. I 90-talets skogsbruk markbereds 60 % av föryngringsarealen medan 65 % av de naturliga föryngringarna och 87 % av planteringarna markbereds i scenariot Referens. Vid plantering sätts fler plantor per hektar på låga boniteter och färre på höga i scenariot Referens jämfört med 90-talets skogsbruk. I genomsnitt är dock antalet planterade plantor per hektar ungefär detsamma.

Den årligt planterade arealen contorta har minskat från 6 000 hektar per år i 90-talets skogsbruk till 3 300 hektar i scenariot Referens. Arealen gödsling är ungefär densamma i båda studierna, ca 25 000 hektar per år.

I 90-talets skogsbruk lämnades 2-4 naturvårdsträd per hektar vid föryngringsavverkning. I scenariot Referens är det antalet dubbelt så högt, 8 per hektar. Dock är en stor andel av hänsynträden i scenariot Referens av klena dimensioner.

6 Slutsatser

I följande kapitel drar rapportförfattarna ett antal slutsatser av de genomförda konsekvensberäkningarna. Slutsatserna, som hela arbetet med konsekvensanalyser, syftar till att beskriva effekter av olika åtgärder. Vi vill poängtera att vi i det här sammanhanget inte förordar eller utesluter något av handlingsalternativen.

6.1 Övergripande slutsatser

Avverkningsmöjligheterna är i stort oförändrade de närmaste 2 decennierna. Därefter ökar möjligheterna beroende på ökad tillväxt till följd av klimatförändringarna och, i vissa scenarier, till följd av ökade produktionsambitioner. Det finns dock stora osäkerheter i skattningen av ökade framtida avverkningsmöjligheter till följd av klimatförändringarna.

Historiskt har tillväxten i skogarna legat ganska långt över den faktiska avverkningsnivån. Det har inneburit att virkesförrådet kontinuerligt har ökat, vilket också varit grunden till att tillväxten och de potentiella avverkningsmöjligheterna även de stadigt har ökat.

I de presenterade scenarierna är dock utvecklingen en annan. Scenarierna utgår från att avverkningen varje period ungefär motsvarar den tillgängliga tillväxten. Avverkningen faller därmed ut som ett resultat av scenarierna, den sk. potentiella avverkningen.

Till följd av klimatförändringarna sker en långsam och gradvis höjning av tillväxten. Effekten kan liknas vid en gradvis ökning av skogsmarkens bonitet. Vid högre bonitet växer skogen fortare, får högre virkesförråd och normalt också lägre ålder vid föryngringsavverkning. Allt detta framgår av resultaten. Idag är effekten ännu liten, men om ca 30 år är effekten så stor att den potentiella avverkningsvolymen stiger påtagligt. Eftersom ökningen sker gradvis fortsätter sedan både tillväxten, virkesförrådet och den potentiella avverkningsvolymen att stiga successivt.

I scenarierna Produktion och Miljö + Produktion vidtas olika produktionshöjande åtgärder. Dessa får liten effekt initialt, men efter 10-20 år börjar även dessa effekter bli påtagliga.

Om vi inte räknar med effekterna av klimatförändringarna är den potentiella avverkningsnivån stabil även på lång sikt, utom i scenarierna Produktion och Miljö + Produktion, där en successiv ökning sker.

Det måste poängteras att skattningen av konsekvenserna till följd av klimateffekterna är behäftad med mycket större osäkerheter än övriga delar av beräkningarna. Övriga delar av Hugin-systemets tillväxtfunktioner är väl beprövade. Klimatsimuleringen som gjorts är av naturliga skäl inte alls testad mot reella utfall på samma sätt.

Simuleringen av klimateffekterna avser SWE-CLIMS B2 scenario som förutsätter att det globala arbetet med att minska koldioxidutsläppen får framgång. Vid större

utsläpp av växthusgaser, motsvarande A2 scenariot, blir tillväxteffekten också större, dock inte i proportion till förändringen i klimat. Detta i huvudsak eftersom även om trädens fotosyntes ökar så ökar även trädens respiration vilket dämpar tillväxteffekten.

Vi måste även betänka att simuleringen avser en bruttoökning av tillväxten. Ökad naturlig avgång (att träden naturligt dör) till följd av exempelvis ökad stormfrekvens, kraftigare angrepp från insekter och svamp, fler skogsbränder eller av klimatrelaterad stress ingår inte. I skuggan av klimatförändringarna är det rimligt att den naturliga avgången ökar, men vi saknar idag möjligheter att bedöma omfattningen, än mindre att simulera förloppen. I beräkningarna görs heller inga egentliga anpassningar av skogsskötseln till följd av klimatförändringarna. Samma trädslagsval och gallringsregimer används genomgående. Däremot sker en viss förskjutning av gallringsuttagen mot lägre åldrar och minskning av omloppstiderna till följd av den ”bonitetshöjning” som klimatförändringarna kan liknas vid.

På lång sikt ger dagens val stora och med tiden ökande effekter på de framtida avverkningsmöjligheterna

Skillnaderna mellan scenarierna på lång sikt är mycket stora. Efter 50 år skiljer det 30 miljoner m³sk och efter 100 år 40 miljoner m³sk i årlig tillgänglig tillväxt mellan scenarierna som vi studerat. I förhållande till dagens situation innebär detta även i relativa tal mycket stora skillnader.

Resultatet är inte oväntat. Även tidigare studier uppvisar stora skillnader i skogstillståndet på lång sikt till följd av valda förutsättningar i de olika scenarierna. På kort sikt är skogstillståndet trögrörligt medan det på lång sikt finns mycket stora förändringsmöjligheter. Det är värt att notera att skillnaderna mellan scenarierna på lång sikt är av samma storleksordning som den mycket osäkra förväntade ökade tillväxten av ett förändrat klimat.

När vi diskuterar möjliga produktionsökningar är det mycket viktigt att notera skillnaderna i möjligheter mellan de närmaste decennierna och på lång sikt.

Vid ett högt resursutnyttjande på den brukade marken blir det mycket stora strukturella skillnader mellan den brukade marken och mark avsatta för miljövard.

På lång sikt, efter 5 decennier, ser vi att den brukade skogen (utanför formella skydd, frivilliga avsättningar och hänsynsytor lämnade som miljöhänsyn vid förnygringsavverkning) nästan inte innehåller några gamla skogar. Nästan all brukad skog är yngre än 100 år. Virkesförråden är, trots att skogen i genomsnitt blir yngre, högre än dagens. Det innebär att den brukade skogen vid en given ålder håller ett högre virkesförråd och har därmed en högre täthet.

De arealer som avsatts för olika miljöaspekter (formella skydd, frivilliga avsättningar och hänsynsytor lämnade som miljöhänsyn vid förnygringsavverkning) avviker mycket markant från den brukade skogen. Här är skogen genomgående gammal, har många gamla grova träd per hektar och har mycket höga virkesförråd. Trädslagsfördelningen är i stort oförändrad. Efter 2-3 decennier ökar även

den naturliga avgången kraftigt vilket gör att vi kan förutse att tillgången på död ved kommer att vara god.

Resultaten är knappast förvånande. Beträffande arealerna avsatta för miljövard beror de i huvudsak på att dessa arealer inte förutsätts få någon skötsel, vilket gör att på lång sikt kommer virkesförråden att öka kraftigt trots att tillväxten i många fall är rätt måttlig. Under de närmaste decennierna är virkesförrådsutvecklingen troligen fullt realistisk, medan den troligen överskattas på mycket lång sikt. De funktioner som styr den naturliga avgången i Hugin-systemet ger sannolikt en underskattning av den naturliga avgången när bestånd lämnas för friutveckling under lång tid.

Skillnaden mellan den brukade skogens och den avsatta skogens förmåga att härberga höga naturvärden kommer vid ett högt resursutnyttjande högst sannolikt att öka. Den totala mängden avsatta skogar måste i ett landskapsperspektiv vara tillräcklig.

Redan idag vet vi att den brukade skogen har begränsad förmåga att hysa många arter. Till följd av att de brukade skogarna blir alltmer kulturpåverkade, med mycket små arealer gammal skog, färre glesa skogar och med en ökande andel gran i stora delar av landet, bör deras förmåga att hysa många arter minska. Samtidigt förefaller de avsatta skogarnas strukturer gå åt andra hållet. Främst blir skogarna med tiden mycket gamla och vissa träd blir mycket grova. Trädslagsfördelningen påverkas under beräkningsperioden endast marginellt. Sammantaget bör det innebära att de avsatta arealerna blir allt viktigare för att bevara biologisk mångfald.

Sett i ett landskapsperspektiv består de avsatta arealerna av ett antal större områden, i form av frivilliga avsättningar och formella avsättningar, inte sällan koncentrerade till områden som idag har hög frekvens av naturvärden. Mellan dessa större områden finns ett antal mindre områden av storlek enskilt bestånd, i form av enstaka frivilliga avsättningar och formella skydd. Till detta finns så väldigt många små områden, från enstaka träd upp till något halvt hektar, som sparats till följd av skogsbrukets miljöhänsyn vid förnygringsavverkning.

De avsatta områdena ligger på så vis insprängda i en ”matrix” bestående av den brukade skogen, en skog som i kraft av sin relativt låga ålder och stora homogenitet, kommer att få sämre möjligheter att hysa många arter än idag.

I sådana landskap kan den naturvårdsbiologiska fragmenteringseffekten bli avgörande. Med en artfattigare matrix riskerar många enskilda populationer av arter att isoleras med följd effekten att de kan gå under. Detta innebär att den totala mängden avsatt skog (formellt, frivilligt och via miljöhänsyn vid förnygringsavverkning) i ett landskapsperspektiv måste vara tillräckligt stor.

Att artrikedomen koncentreras till en mindre del av den totala skogsmarken innebär rimligen också en ökad sårbarhet för många arter. Detta kan vara särskilt uttalat för trögrovliga arter vid klimatförändring.

Som tidigare nämnts kan Hugin-systemet inte modellera effekter på biologisk mångfald. Följaktligen finns heller inga direkta resultat av hur den biologiska

mångfalden utvecklas i de olika scenarierna. Rimligen bör dock, i en jämförelse mellan scenarierna Miljö och Miljö + Produktion, den biologiska mångfalden utvecklas sämre i scenariot Miljö + Produktion. Detta till följd av att den brukade skogen, ”matrix”, i det scenariet, till följd av de olika produktionshöjande åtgärderna, rimligen bör bli artfattigare. Motsvarande förhållande torde av samma skäl gälla mellan scenarierna Referens och Produktion.

6.2 Effekter av olika miljöambitioner

Miljömålsrådets förslag till nya delmål för i huvudsak Levande skogar i den Fördjupade utvärderingen av miljömålen minskar den potentiella avverkningsnivån för kommande 20 års period med i storleksordning 3-3,5 miljoner m³sk/år i jämförelse med referensscenariot.

Resultatet är inte förvånande. I Miljömålsrådets förslag ligger att ytterligare 500 000 hektar ska avsättas för naturvård. Dessutom berörs vissa arealer för sociala värden samt runt vattendrag. Dessa arealer sköts i huvudsak med andra metoder än trakthyggesbruk. Bedömningar av de arealer som berörs redovisas i kapitel 2.5.3.

Resultaten ligger i nivå med den bedömning som Skogsstyrelsen gjorde i samband med den Fördjupade utvärderingen av Levande skogar (Skogsstyrelsen 2007a)

Allmänt för de miljöinriktade åtgärder som gjorts i analyserna är att de antagits gälla från början av analysen. Vi har t.ex. antagit att all formellt och frivilligt avsatt produktiv skogsmark i scenarierna är avsatt från början, samma sak gäller nivåer i miljöhänsyn vid föryngringsavverkning, kantzoner mot vattendrag o.s.v. Detta är naturligtvis inte för alla dessa komponenter fullt realistiskt.

En ambitionsnivå motsvarande att långsiktigt leva upp till det övergripande miljökvalitetsmålet Levande skogar, minskar den potentiella avverkningsnivån de kommande 20 åren med ca 4-5 miljoner m³sk/år, i jämförelse med referensscenariot.

För scenariot Miljö har, inom projektet, gjorts en bedömning av vilka ambitioner som behövs på ett antal områden för att ge förutsättningar att långsiktigt nå miljökvalitetsmålet Levande skogar. Bedömningarna redovisas i avsnitt 2.4.2. I stort innebär de att ytterligare knappt 2 miljoner hektar produktiv skogsmark avsätts för olika naturvårds-, kulturmiljö- och sociala aspekter i jämförelse med referensscenariot. Ca hälften av arealen förutsätts inte få någon skötsel medan resten ges en anpassad skötsel utan inslag av trakthyggesbruk.

Med tanke på de ytterligare avsättningarna i scenariot kan minskningen av den potentiella avverkningsnivån förefalla förvånande liten. Att effekten inte blir större beror i huvudsak på att en stor del av de ytterligare avsättningarna förutsätts ske genom biotoprestaurering av ca 500 000 hektar produktiv skogsmark. På dessa arealer, liksom de som avsatts för kulturmiljö- och sociala värden, förutsätts visst uttag göras. Detta minskar effekten på den potentiella avverkningsnivån.

Den anpassade skötseln, i form av hyggesfritt skogsbruk, ger i modellerna på lång sikt en virkesavkastning på ca 50 % i jämförelse med trakthyggesbruk.

Den kraftiga höjningen av virkesförrådet på främst formellt - och frivilligt avsatt produktiv skogsmark vi ser på lång sikt reser naturligen frågan om behovet av naturvårdsbiologiskt motiverade skötselåtgärder på delar av dessa arealer. För närvarande är sådan skötsel av liten omfattning. I vissa av de ingrepp som idag görs av naturvårdsbiologiska skäl faller det ut virke som tillvaratas. I vilken omfattning virke från sådana ingrepp kommer att tas tillvara i framtiden kan vi idag bara spekulera om.

I vad mån de ansatta förutsättningarna verkligen är tillräckliga för att nå Levande skogar är svårt att uttala sig om. Beträffande behovet av rena avsättningar (formellt och frivilligt skydd) samt det långsiktiga behovet av biotoprestaurering finns relativt goda underlag från Miljövårdsberedningen (Anon 1997). Beträffande flera andra aspekter, t.ex. behovet av skyddszoner runt mindre vattendrag i skogslandskapet, är kunskapsunderlaget osäkrare. Kunskapsunderlagen för att skatta behoven för att tillgodose kulturmiljö- och sociala aspekter är även de behäftade med brister.

Man bör även betänka att även de nuvarande kunskapsunderlagen, särskilt beträffande biologisk mångfald, baseras på erfarenheter av hur olika arter klarar sig i dagens och gårdagens skogslandskap. I vad mån dessa erfarenheter är giltiga även i det landskap med större strukturella skillnader, som resultaten pekar mot på lång sikt, är oklart.

Resultaten från beräkningarna behöver kompletteras för att bedöma konsekvenserna för den biologiska mångfalden.

Beräkningarna har genomförts i Hugin-systemet, som på ett tillfredsställande sätt kan simulera hur träden reagerar under olika förutsättningar. Systemet klarar dock inte av att modellera hur andra arter än träden utvecklas.

Inom ramen för de verktyg som Hugin-systemet medger, har vi därför valt att antingen lämna avsatta områden utan någon åtgärd, alternativt att sköta dem med en form av trakthyggesfri metod, vilket innebär en form av "evig" gallring.

Verktygen ger troligen en ganska god bild av effekten på skogens tillväxt och potentiell avverkning, men ger endast indirekt ledning när det gäller effekten på biologisk mångfald. Detta då via indirekta mått som volymen träd som dör och blir död ved, arealen skog som är gammal, skogens täthet samt i viss mån även trädslagsfördelningen.

6.3 Effekter av produktionshöjande åtgärder

Att genom medvetna åtgärder höja tillväxten tar tid. De ambitiösa åtgärder som prövats ger en sammanlagd nämnvärd effekt efter 10-20 år och full effekt efter 40-50 år.

Med medvetna åtgärder menar vi olika produktionshöjande åtgärder och inte effekter av ett förändrat klimat eller att minska avverkningsvolymen för att på sikt bygga upp ett högre virkesförråd som leder till en högre tillväxt.

I scenariot Produktion har vi inom projektet försökt lägga in produktionshöjande åtgärder på en nivå som kan betraktas som ambitiöst utan att leda till orealistiska investeringsnivåer i skogsbruket. Dessa åtgärder motiveras utifrån antagande om framtida hög efterfrågan på virkesråvara och en god lönsamhet i skogsbruket. Både traditionella skogsvårdåtgärder ingår så som förbättrade föryngringar m.m., men också åtgärder baserade på ny produktionsforskning t.ex. behovsanpassad gödsling.

För att produktionshöjande åtgärder skall få en märkbar effekt på tillväxten på landsnivå behöver de ha en stor areell omfattning. I bedömningarna som ligger till grund för scenariet Produktion har ingått att bedöma en realistisk uppbyggnadstakt. Vi har t.ex. bedömt att en realistisk tid för att öka arealen contorta från 500 tusen hektar till 900 tusen hektar skulle vara 20-30 år, att beskoga 400 tusen hektar tidigare åkermark skulle ta 40 år och att etablera ca 1 miljon hektar behovsanpassad gödsling skulle ta ca 50 år. Utöver dessa tre åtgärder så bör även nämnas att det i förutsättningarna till scenariet Produktion ingår traditionell gödsling på 200 tusen hektar årligen redan från 2010.

Sammantaget höjer de här produktionshöjande åtgärderna tillväxten med 1,4 miljoner $m^3sk/år$ i genomsnitt under de närmaste 10 åren. Efter 10-20 år har de lett till en tillväxtökning på 6,5 miljoner $m^3sk/år$.

Det är inte orimligt att genom medvetna åtgärder på lång sikt höja tillväxten i skogen med 20 $Mm^3sk/år$, men det kräver stora investeringar under lång tid.

När man studerar resultaten från den här studien bör man ha i åtanke att de produktionshöjande åtgärder som ingår i scenariet Produktion kräver stora investeringar under lång tid. Att de här investeringarna skall bli verklighet förutsätter en god lönsamhet i skogsbruket inte bara under närmsta framtiden utan under flera decennier. Som nämns ovan är de kostsamma åtgärderna med behovsanpassad gödsling och beskogning av nedlagd åkermark fullt genomförda efter 40-50 år.

Man bör även ha i åtanke att förutsättningarna för scenariet Produktion, och därmed även för scenariet Miljö + Produktion, inte är fullständigt utredda. Scenariot Produktion är utformat för att vara ambitiöst utan att leda till orimliga investeringsnivåer. Vi har däremot inte bedömt om förutsättningarna kan betraktas som ekologiskt eller socialt hållbara, och inte heller belyst de målkonflikter som finns med andra intressen än virkesproduktion.

T ex. kan det finnas intressekonflikter med rennäringen. Scenarierna Produktion och Miljö + Produktion förutsätter ökade gödslingsarealer och ökad användning av Contorta. Skogsgödsling gör att mängden lav minskar under ett antal år vilket påverkar renens vinterbete negativt. (Nilsson m fl. 2008). Det finns därför anledning för skogsbruket att inom renbetesområdet ta hänsyn till det genom att undvika att gödsla vissa marker. Även användning av Contorta kan påverka förekomsten av marklavar under en tid av beståndets omloppstid genom att contortabestånd sluter sig snabbare än tallbestånd. Om arealerna contorta och gödsling som förutsätts i scenarierna går att via planering fördela i landskapet så att de inte mer påtagligt påverkar renskötseln negativt har inte studerats.

En satsning på ca 1 miljon hektar behovsanpassad gödsling (intensivskogsbruk), kan höja tillväxten med ca 8 miljoner m³sk/år och det tar 20-30 år att uppnå denna tillväxt. Medan en satsning på beskogning av 400 000 hektar tidigare åkermark ger en effekt i form av ökad tillväxt på i storleksordning 6 miljoner m³sk/år först efter något längre tid, ca 40-50 år.

Övriga produktionshöjande åtgärder som ingår i scenariet Produktion har inte kvantifierats var för sig. Därmed inte sagt att de är mindre intressanta eller viktiga som medel för att höja virkesproduktionen.

6.4 Skogsbränslen och klimat

Potentialerna för skogsbränslen är rörliga mål. De påverkas starkt av utvecklingen av teknik, arbetsmetoder och pris.

Det finns en stor utvecklingspotential av teknik och arbetsätt vid uttag av skogsbränslen. T. ex. potentialen för uttag av grot från förnygringsavverkning är med dagens teknik och arbetsmetoder ca 15 TWh men kan med utveckling av teknik och arbetsmetoder öka till ca 25 TWh.

När det gäller potentialen för stubbar så är för närvarande en miljöanalys för stubbskörd ute på remiss (Anon 2008a). Vilka ekologiska restriktioner som kommer att gälla är därför inte klarlagt. De ekologiska restriktioner som räknats på i det här projektet är mindre omfattande än de som föreslås i miljöanalysen. Beräkningarna från den här studien indikerar ändå att potentialen stubbar från förnygringsavverkning ligger i intervallet 21-34 TWh per år under 2010-2019. Ytterligare restriktioner bör göras för hänsyn till rennärning och kulturmiljövården.

Om avverkningen under de kommande 20 åren i genomsnitt ligger i nivå med den potentiella avverkningen kan skogen förväntas binda 13,4-21,3 Mton CO₂ per år i levande biomassa på produktiv skogsmark. 70-90 % av detta kol binds på Hänsynsmark eller i Reservat.

Slutsatsen ovan påverkas starkt av den utformning som denna studie har. Studien syftar till att bland annat belysa ett antal scenarier genom att beräkna deras potentiella avverkning. Den potentiella avverkningen är i princip lika med tillväxten på virkesproduktionsmark och därmed sker det mycket lite upplagring av kol i levande träd på virkesproduktionsmarken. Om avverkningen blir högre eller lägre än potentialen kommer upplagringen av kol bli mindre eller större.

Som ett resultat av att avverkningen i scenarierna i princip är lika med tillväxten på virkesproduktionsmark ökar kollagret i levande träd mer i scenarierna Miljö och Miljö + Produktion än i scenarierna Produktion och Referens. Detta eftersom arealerna med Hänsynsmark och Reservat är större i dessa scenarier. Förrådsupbyggnaden är som nämnts tidigare osäker på lång sikt på dessa marker pga av att den naturliga avgången troligen underskattas i modellerna. Under den tidshorisont som nämns ovan (20 år) är dock utfallet troligt. Det är angeläget att modeller för att bättre kunna skiva fram utvecklingen i orörd skog utvecklas.

Produktionshöjande åtgärder leder inte nödvändigtvis till ökad kolupplagring på nationell nivå. Som denna scenariestudie är utformad leder de produktionshöjande

åtgärderna i scenariet Produktion till en ökad avverkning och därmed till ett ökat resursutnyttjande, medan ökningen i kolupplagring är mycket liten jämfört med scenariot Referens.

6.5 Sårbarhet

Nuvarande val av föryngringsmetoder och trädslag i Götaland och Svealand leder på sikt till en starkt ökande granandel, och därmed till en minskad riskspridning.

Givet dagens föryngringsmetoder är ökningen av andelen gran, både i termer av areal och volym, kraftig i både Götaland och Svealand.

Orsakerna till dagens val av föryngringsmetoder och trädslag vid föryngring är diversifierade. Granen ger en volymmässigt högre produktion på många marker. Någon egentlig ekonomisk analys har inte gjorts inom projektet, men allmänt kan vi notera att skillnaderna i pris mellan gran och tall på virkesmarknaden på senare år förefallit ha minskat. I ekonomiska kalkyler visar granen ofta stora ekonomiska fördelar jämfört med andra trädslag.

Omfattningen av skador på ungskogor förorsakade av klövvilt är fortfarande mycket besvärande för skogsbruket. I många fall bedöms det i främst Götaland och Svealand helt enkelt inte vara rationellt att försöka föryngra med tall eller olika lövträd, även om marken i sig är lämplig.

En sådan ytterligare ökning av andelen gran bör vara förknippad med ett ökat strategiskt risktagande på flera punkter:

- Granen är på många marker känsligare för skador till följd av storm än flertalet andra trädslag, något stormarna Gudrun och Per med kraft visade för några år sedan (Skogsstyrelsen 2006).
- Granen har idag relativt få skadegörare. En som dock förefaller öka och orsaka allt större ekonomiskt bortfall är rotröta. Om rotrötan fortsätter att expandera kan vi på lång sikt troligen se substantiella ekonomiska bortfall. Klimatförändringarnas mildare framtida klimat riskerar ytterligare öka bortfallet (Eriksson 2007).
- Ur naturvårdsbiologisk synpunkt är ökningen av gran långt från oproblematiske. I skogsekosystemen fungerar de olika träden som bärare och givare av förutsättningar för många arter som bygger upp de olika ekosystemen.

En satsning på ökad produktion riskerar att ytterligare minska riskspridningen, speciellt i Götaland och delar av Svealand.

I produktionsscenarioet ökar volymandelen gran ytterligare i Götaland och delar av Svealand. Detta bör minska riskspridningen ytterligare av samma skäl som anges ovan.

6.6 Behov av fortsatt arbete

Skattningen av klimatförändringarnas effekt på tillväxt får stor inverkan på resultaten. Dessa är behäftade med stora osäkerheter. Det är angeläget att vidareutveckla metoderna.

Den förväntade tillväxthöjande effekten av ett förändrat klimat har mycket stor inverkan på resultaten i dessa konsekvensberäkningar, och därmed också vilka slutsatser man kan dra från dem. För att på ett meningsfullt sätt kunna göra den här typen av skogshushållningsstudier i framtiden är det viktigt att kunskapen om påverkan på skogens tillväxt uppdateras i takt med att kunskapen om klimatförändringarna utvecklas, särskilt på två områden

- Validering av tillväxteffekten. Det är mycket angeläget att stärka materialet bakom tillväxtfunktionerna och möjligen även utveckla den använda metoden.
- Effekten på tillväxten utgör en ökning av bruttotillväxten. Effekter till följd av ökade skador till följd av klimatförändringarna ingår inte. Det är mycket angeläget att arbeta fram metoder för att skatta effekten av ökade skador.

Det är även angeläget att beskriva såväl förutsättningarna som resultaten i monetära termer.

För de scenarier som är beräknade inom projektet är vare sig förutsättningarna eller konsekvenserna omsatta i monetära termer. För att stärka konsekvensanalyserna som beslutsunderlag, och för att bättre kunna bedöma deras rimlighet, bör de kompletteras med samhällsekonomiska beräkningar av kostnader och nyttor.

Skogsbrukets hållbarhet i Götaland bör vidare studeras.

I uppdraget i Skogsstyrelsens regleringsbrev som initierade denna studie pekade regeringen på att analysen skall möjliggöra efterföljande vidare värderingar av scenariernas hållbarhet. Vi vill särskilt peka på behovet av att studera skogsbrukets hållbarhet ur ekonomisk, ekologisk och social synvinkel i Götaland. Detta beroende på den ökade volymmässiga och areella utbredning av gran som dagens val av trädslag vid förnygring leder till på befintlig produktiv skogsmark, jmf slutsatserna om sårbarhet ovan. Ytterligare en faktor som väcker frågor är hur beskogningen av före detta åkermark, som finns med i scenariot Produktion, kan komma att påverka framför allt landskapsbilden. Den studie (Jordbruksverket 2007) som vi baserat fördelningen av beskogning av åkermark på visar att de stora tillgängliga arealerna finns i Götaland.

Litteratur/källförteckning

- Agardh, C. A. & Ljungberg, C. E. 1857. Försök till en statsekonomisk statistik över Sverige. Karlstad.
- Andersson, B. 1988. Beståndsmetoden för skogsvärdering, Tillväxt och avverkning. Lantmäteriverket Rapport 1988:1, 80 s.
- Anon. 1932. Uppskattning av Sveriges skogstillgångar. SOU 1932:26. Stockholm.
- Anon. 1933. Betänkande med förslag angående åtgärder för ett bättre utnyttjande av landets skogstillgångar. Avgivet den 4 januari 1933 av 1931 års skogsutredning. SOU 1933:2, Stockholm.
- Anon. 1939. Utredning rörande skogsnäringens ekonomiska läge med förslag till åtgärder för höjande av näringens bärkraft. II. Åtgärder för främjande av en ändamålsenlig virkesproduktion. 1936 års skogsutrednings betänkande nr 2 avgivet den 26 november 1938. Stockholm.
- Anon. 1956. Skogsindustrins utbyggnad. Betänkande avgivet av Södra Sveriges skogsindustriutredning. SOU 1956:33. Stockholm.
- Anon. 1968. Virkesbalanser 1967. Betänkande avgivet av virkesbalansutredningen. SOU 1968:9. Stockholm.
- Anon. 1978. Skog för framtid. Betänkande av 1973 års skogsutredning. Bilagor. SOU 1978:7. Stockholm. ISBN 91-38-03836-6.
- Anon. 1981. Skogsindustrins virkesförsörjning. Betänkande av virkesförsörjningsutredningen. SOU 1981:81 308 s. ISBN 91-38-06335-2.
- Anon. 1992a. Skogspolitik inför 2000-talet. 1990 års skogspolitiska kommitté, Bilaga 10, Huvudbetänkande, SOU 1992:76. 343 s. ISBN 91-38-13131-5.
- Anon. 1992b. Biobränslen för framtiden. Slutbetänkande av Biobränslekommissionen. SOU 1992:91. Stockholm.
- Anon. 1997. Skydd av skogsmark behov och kostnader huvudbetänkande av Miljövårdsberedningen. SOU 1997:97. 163 s. ISBN 91-38-20641-2.
- Anon. 2000. Svenska miljömål – delmål och åtgärdsstrategier. Regeringens proposition 2000/01:130.
- Anon. 2006. På väg mot ett oljefritt Sverige. Slutrapport från Kommissionen mot oljeberoende. Regeringskansliet.
- Anon. 2007a. Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter. SOU 2007:60.
- Anon. 2007b. En skogspolitik i takt med tiden. Regeringens proposition 2007/08:108.

- Anon. 2008a. Miljöanalys – Stubbskörd. Rapport 2008-10-19.
- Anon. 2008b. Svensk klimatpolitik – Betänkande av klimatberedningen. SOU 2008:24.
- Anon. 2008c. The Heureka research programme: Development and implementation of decision support tools for sustainable multi-purpose forestry. Programme plan 2009. SLU, Umeå. 93 pp.
- Bengtsson G., Holmlund J., Lundström A., & Sandewall M. 1989. Avverkningsberäkning 1985, AVB 85. Institutionen för skogstaxering, Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå. Rapport 44, 329 s. ISSN 0348-0496
- Bergh, J., Linder, S. och Bergström, J. 1999. Produktionspotentialen för gran i Sverige - en outnyttjad möjlighet. FaktaSkog, nr 2. ISSN 1400-7789.
- Bergh, J., m.fl. 2003. Modelling the short-term effects of climate change on the productivity of selected tree species in Nordic countries. *Forest Ecology and Management* 183: 327-340.
- Bergh, J. 2007. Potentiella produktionseffekter vid ett förändrat klimat. PM 2007-10-08.
- Bergh, J. & Oleskog, G. 2006. Slutrapport för fiberskogsprogrammet. Institutionsrapport nr 27 vid Institutionen för Sydsvensk Skogsvetenskap. ISBN 91-576-7161-3
- Bergh, J., Blennow, K., Andersson, M., Olofsson, E., Nilsson, U., Sallnäs, O., Karlsson, M. 2007. Effekter av ett förändrat klimat på skogen och implikationer för skogsbruket. Institutionsrapport nr 34 vid Institutionen för Sydsvensk Skogsvetenskap. ISBN 978-91-576-7231-5.
- Bergström D., Bergsten U., Nordfjell T. & Lundmark T. 2007. Simulation of geometric thinning systems and their time requirements for young forests. *Silva Fennica* 41(1).
- Bäcke, J-O., Joshi, S., Svensson, S. A., 2007. Virkesbalanser för år 2004. Skogsstyrelsen, rapport 4/2007. ISSN 100-0295.
- Elfving B. 1982. Hugin´s ungskogstaxering 1976-1979. SLU, Projekt Hugin, Rapport 27, 87 s.
- Elfving B. 1986. Lövets möjligheter Redovisningar från Skogsvårdsförbundets fält/forskarexkursion maj 1986. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift Nr 5-86, s 31-41.
- Eriksson B. 1981. Åtgärdsval vid långsiktiga regionala avverkningsberäkningar. Slutredogörelse för anslag nr s620/p294, SJFR. SLU, inst för skogstaxering. 80 s.
- Eriksson H. 2007. Svenskt skogsbruk möter klimatförändringarna. Skogsstyrelsen. Rapport 8/2007. ISSN 1100-0295.

- Gustafsson, K. & Hägg, S. 2004. Skogliga konsekvensanalyser 2003 – SKA 03. Skogsstyrelsen, rapport 2/2003. ISSN100-0295.
- Hektor, Bo, Lönner, G. & Parikka, M 1995. Trädbränslepotential i Sverige på 2000-talet – Ett uppdrag för Energikommisionen. SLU. Institutionen för Skog-Industri-Marknad-Studier Utredningar nr. 17. Uppsala.
- Hägglund B. 1981. Forecasting growth and yield in established forests. An outline and analysis of the outcome of a subprogram within the Hugin project. SLU, inst för skogstaxering, rapport 31. 132 s. ISSN 0348-0496 ISBN 91-576-0797-4
- Ingmarsson, F., Claesson, S. & Thuresson, T. 2007. Älg- och rådjursstammarnas kostnader och värden. Skogsstyrelsen, rapport 3/2007. ISSN 1100-0295.
- Jonsson Y. 1985. Teknik för tillvaratagande av stubbved. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Redogörelse nr 3. Stockholm.
- Jordbruksverket. 2007. Kartläggning av mark som tagits ur produktion. Rapport 2008:7.
- Kallio M. & Leinonen 2005. Production technology of forest chips in Finland. Report PRO2/P2032/05. VTT.
- Lantmäteriverket. 2008. Manualen till BM-win.
- Lidestav, G. & Nordfjell, T. 2002. Med skogsägaren i fokus. I Har skogen mer att ge, red. Ingmarsson, F. SLU, Fakulteten för skogsvetenskap, Rapport 20/2002.
- Lundström, A. 2008. Regionala analyser om kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk. Skogsstyrelsen, rapport 7/2008. ISSN 1100-0295.
- Lönner, G., Danielsson, B., Vikinge, B-O., Parikka, M., Hektor, B. & Nilsson, P-O. 1998. Kostnader och tillgänglighet för trädbränslen på medellång sikt. SLU, Institutionen för Skog-Industri-Marknader Studier, Rapport nr 51/1998. ISSN 0248-379X.
- Naturvårdsverket. 2005. Frekvensanalys av Skyddsvärd natur (FaSN). Rapport 5466/2005. ISBN 91-620-5466-X.
- Naturvårdsverket. 2008. Miljömålen – nu är det bråttom! Miljömålsrådets utvärdering av Sveriges miljömål. ISBN 978-91-620-1264-9.
- Naturvårdsverket. 2009. National Inventory Report 2009 – Sweden.
- Naturvårdsverket & Skogsstyrelsen. 2005. Nationell strategi för formellt skydd av skog. ISBN 91-620-1243-6.
- Nilsson, T. 1969. Terrängtypsschema för svenskt skogsbruk. Redogörelse nr 9. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten.

Nilsson, U. & Fahlvik, N. 2006. Ekonomisk analys av praktisk produktionsoptimering I granplanteringar. I Slutrapport för Fiberskogsprogrammet (Eds. Bergh, J. & Oleskog, G.). SLU, Inst f Sydsvensk Skogsvetenskap, Arbetsrapp. 27, 106-129.

Nilsson, C, Engelman, O, Cory, J, Forsslund, A och Carlborg, E. 2008. Differences in litter cover and understory flora between stands of introduced lodgepole pine and native Scots pine in Sweden. *Forest Ecology and Management* 255: 1900–1905.

Nurmi, J. 2007. Recovery of logging residues for energy from spruce (*Picea abies*) dominated stands. *Biomass and Bioenergy* 31 (2007) 375–380.

Petterson, F. 1994a. Predictive Functions for Impact of Nitrogen Fertilization on Growth over Five Years. Skogforsk report no 3.

Petterson, F. 1994b. Predictive Functions for Calculation the Total Response in Growth to Nitrogen Fertilization, Duration and Distribution over Time. Skogforsk report no 4.

Petterson, H & Ståhl, G. 2006. Functions for below-ground biomass of *Pinus sylv*, *Picea A*, *Betula pend* and *Betula pub* in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2006: 21 (s 84-93).

Ringman, M. 1996. Trädbränslesortiment - definitioner och egenskaper [Wood fuel assortments - definitions and properties]. Swedish University of Agriculture Sciences, Department of forest products, Uppsala. Report no. 250. ISSN 0348-4599.

Rosvall, O., m.fl. 2004a. Ökad produktion i familjeskogsbruket – Analys av tillväxthöjande och skadeförebyggande åtgärder. Skogforsk, arbetsrapport 574/2004. ISSN 1404-305X.

Rosvall, O., Jacobson, S., Karlsson, B. & Lundström, A. 2004b. Ökad produktion - trots ökad naturvård? I Utvecklingskonferens 2004. Redogörelse Skogforsk nr 1, 23-38.

Rosvall, O & Wennström, U. 2008. Förädlingseffekter för simulering med Hugin i SKA 08. Arbetsrapport från Skogforsk Nr 665, 2008, 37 s. ISSN 1404-305X.

Rytter L. 2004. Produktionspotential hos asp, björk och al- en litteraturstudie över möjligheter till och konsekvenser av biomassa- och gagnvirkesuttag. Redogörelse från Skogforsk Nr 4, 2004, 64 s. ISSN 1103-4580.

Skogsstyrelsen. 1988. Virkesbalanser 1985. Huvudrapporten. Meddelande 4/1986.

Skogsstyrelsen. 1989. Gallringsmallar – Södra Sverige, respektive Gallringsmallar – Norra Sverige. Skogsstyrelsen.

Skogsstyrelsen. 1993. Virkesbalanser 1992. Meddelande 2/1993. ISSN 0248-4413.

- Skogsstyrelsen. 2006. Stormen 2005 – en skoglig analys. Meddelande 1/2006. ISSN 1100-0295.
- Skogsstyrelsen. 2007a. Fördjupad utvärdering av Levande skogar. Meddelande 4/2007. ISSN 1100-0295.
- Skogsstyrelsen. 2007b. Skogsstatistisk årsbok 2007. ISSN 0491-7847. ISBN 91-88462-74-9.
- Skogsstyrelsen. 2008a. Rekommendationer vid uttag av avverkningsrester och askåterföring. Meddelande 2/2008. ISSN 1100-0295.
- Skogsstyrelsen. 2008b. Skogsbrukets frivilliga avsättningar. Meddelande 3/2008. ISSN 1100-0295.
- Skogsstyrelsen. 2008c. Skogsbränsle- och virkesbalanser för år 2007 – SKA-VB 08. Skogsstyrelsen, meddelande 4/2008. ISSN 1100-0295.
- Skogsstyrelsen & Statens industriverk 1980. Ökad eldning med skogsråvara – Möjligheter och konsekvenser. SIND PM 1980:2. Stockholm.
- SLU. 2007. Skogsdata 2007 – Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU. ISSN 0280-0543.
- Sveriges Lantbruksuniversitet. 1993. Skogsdata 93 – Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från riksskogstaxeringen. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för skogstaxering. ISSN 0280-0543.
- Strömberg, C. Claesson, S. Thuresson, T. & Örlander, G. 2001. Föryngring av skog – metoder, åtgärder och resultat. Skogsstyrelsen, rapport 8D 2001. ISSN 1100-0295.
- Söderberg, U. 1986. Funktioner för skogliga produktionsprognoser – Tillväxt och formhöjd för enskilda träd av inhemska trädslag i Sverige. Sveriges Lantbruksuniversitet, Avdelningen för skogsuppskattning och skogsindelning, Rapport 14, 1986, 251 s. ISBN 91-576-2634-0.
- Thuresson, T., m.fl. 2000. Skogsliga konsekvensanalyser 1999 – skogens möjligheter på 2000-talet. Skogsstyrelsen, rapport 2/2000. ISSN 1100-0295.
- Toet, H., Fridman, J. & Holm, S. 2007. Precisionen i Riksskogstaxeringens skattningar 1998-2002. SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning, Arbetsrapport 167/2007. ISSN 1401-1204.
- Östberg, M. 1990. En smedjas förvandling – ÖSAs historia. Nyströms tryckeri AB. Bollnäs.

Bilagor

Bilaga 1. Projektmedverkande

Styrgrupp

Magnus Fridh, Skogsstyrelsen. Styrgruppsordförande och projektägare.
Eje Andersson, Skogsstyrelsen
Bo Hultgren, Skogsstyrelsen

Projektledare

Svante Claesson, Skogsstyrelsen

Projektgrupp

Johan Berg, SLU
Åsa Gustavsson, Skogsstyrelsen
Anders Lundström, SLU
Jenny Malmhäll, Skogsstyrelsen
Tomas Nordfjell, SLU
Erik Sollander, Skogsstyrelsen
Sven A Svensson, Skogsstyrelsen

Övriga projektmedverkande

Börje Andersson, Skogsstyrelsen
Majvor Asplund, SLU
Dimitris Athanassiadis, SLU
Jan-Olof Bäcke, Skogsstyrelsen
Neil Cory, SLU
Karl Duvemo, Skogsstyrelsen
Sören Holm, SLU
Mats Josefsson, Skogsstyrelsen
Surendra Joshi, Skogsstyrelsen
Urban Nilsson, SLU
Per Nilsson, SLU
Kenneth Nyström, SLU
Berit Svanqvist, Skogsstyrelsen

Referensgrupp

Staffan Norin, Skogsstyrelsen. Referensgruppsordförande.
Linda Berglund, WWF
Kati Dalkowski, Naturvårdsverket
Jemt-Anna Eriksson, Länsstyrelsen Dalarnas län
Linda Eriksson, Skogsindustrierna

Sven Hogfors, Svenska Trädbränsleföreningen
Johnny de Jong, Centrum för biologisk mångfald
Anna Land, Svens fjärrvärme AB
Anna Lundborg, Energimyndigheten
Matti Parikka, Energimyndigheten
Ola Rosvall, Skogforsk
Jonas Rudberg, Naturskyddsföreningen
Jan Sandström, LRF. Under 2007, därefter ersatt av Peter Staland.
Håkan Slotte, Riksantikvarieämbetet
Peter Staland, LRF. Under 2008.

Dessutom vill projektgruppen tacka:

Sandra Wennberg, Metria Miljöanalys, som hjälpt oss att samköra Riksskogstaxeringens provytor med kända värdekärnor och värdetrakter. På det viset gjort det möjligt att fördela ut framtida formella skydd på ett bra sätt. Björn Elfving, SLU, har varit ett stort stöd när Hugin uppdaterats med nya effekter på tillväxten. Björn Elfving har även hjälpt till att ta fram information om produktionsnivåer hos hybridasp, vilket även Lars Rytter, Skogforsk, hjälpt oss med. Anders Bogghed, Lantmäteriet, har lagt ner mycket energi på att uppdatera BM-win så att vi kunnat göra beräkningarna av beskogning av nedlagd åkermark. Ola Rosvall och Ulfstand Wennström som lagt ner ett stort arbete för att ta fram de underlag som gjort det möjligt att infoga förädlingseffekter i scenarierna och uppdatera Hugin med ny funktionalitet för att simulera förädlingseffekter. Erik Normark, Holmen skog, Göran Örlander, Södra och Pelle Gemmel, SCA har lämnat värdefulla synpunkter på Scenariet Produktion. Per Angelstam, SLU, B-G Jonsson, Mittuniversitetet, Christer Nilsson, Umeå universitet, Sven G Nilsson, Lunds universitet, Artur Larsson, Artdatabanken, Per Simonsson, SCA, Henrik Schreiber, Naturvårdsverket och Rikard Sohlenius, Riksantikvarieämbetet har alla bidragit till utformningen av scenariet Miljö.

Bilaga 2. Författare

Denna rapport har många författare som vardera skrivit olika avsnitt. I det redaktionella arbetet med att sätta samman dessa texter till en homogen rapport har text flyttats, redigerats och omformulerats. Det är således inte alltid helt rättvisande att ange en författare per avsnitt eftersom text kan ha lagts till eller dragits ifrån det från författaren ursprungliga materialet. Nedan anges istället vilka personer som författat hela eller delar av avsnitt inom varje kapitel. Förutom dessa författare har ett stort antal personer bidragit med synpunkter.

Sammanfattning

Svante Claesson, Skogsstyrelsen

1. Bakgrund

Svante Claesson, Skogsstyrelsen

Sven A Svensson, Skogsstyrelsen

2. Förutsättningar

Börje Andersson, Skogsstyrelsen

Johan Bergh, SLU

Svante Claesson, Skogsstyrelsen

Karl Duvemo, Skogsstyrelsen

Anders Lundström, SLU

Urban Nilsson, SLU

Tomas Nordfjell, SLU

Sven A Svensson, Skogsstyrelsen

3. Resultat

Börje Andersson, Skogsstyrelsen

Svante Claesson, Skogsstyrelsen

Karl Duvemo, Skogsstyrelsen

Tomas Nordfjell, SLU

Anders Lundström, SLU

4. Jämförelse mellan scenarier och utveckling fram till idag

Svante Claesson, Skogsstyrelsen

5. Diskussion

Johan Bergh, SLU

Svante Claesson, Skogsstyrelsen

Tomas Nordfjell, SLU

Anders Lundström, SLU

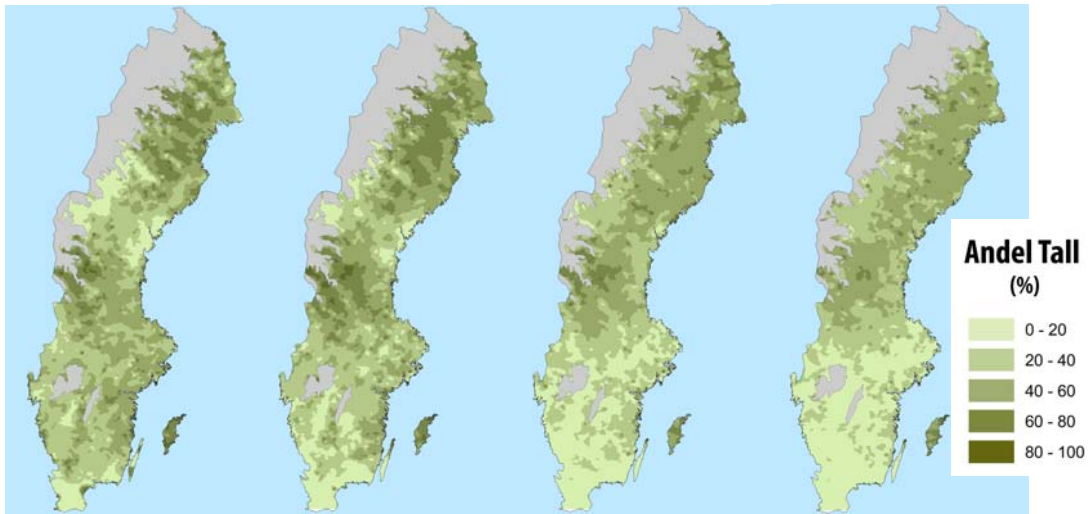
6. Slutsatser

Svante Claesson, Skogsstyrelsen

Erik Sollander, Skogsstyrelsen

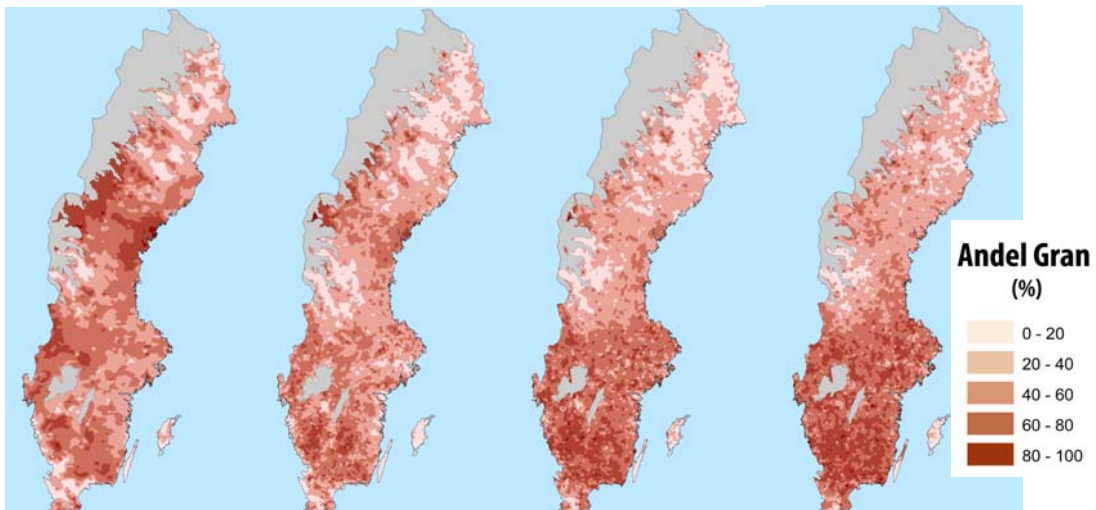
Magnus Fridh, Skogsstyrelsen

Bilaga 3. Kartor



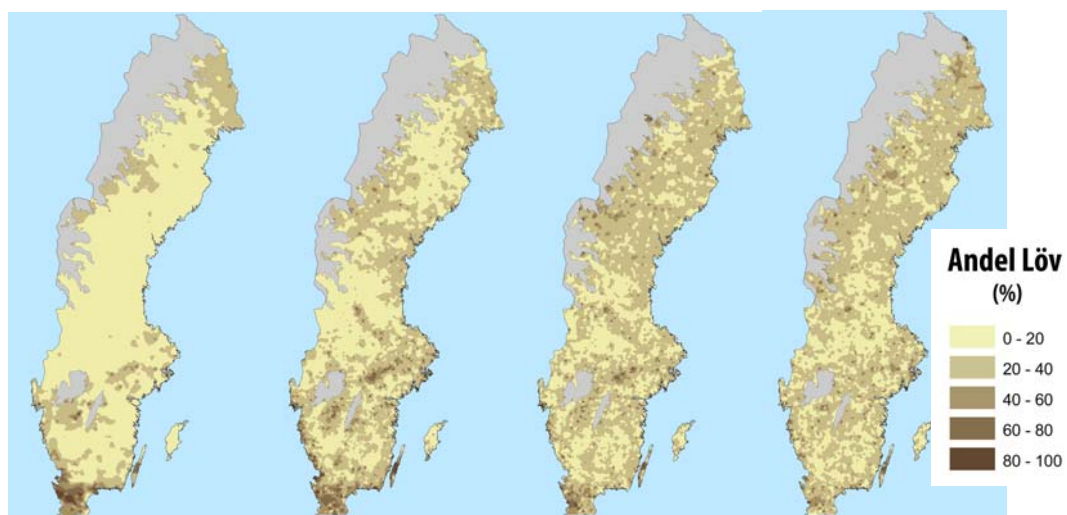
Kartillustration 1

Andel tall av virkesförrådet (%) på all produktiv skogsmark. Kartorna avser år 1955, 2010, 2060 och 2110, från vänster till höger. Kartan från 1955 baseras på riksskogstaxeringen 1953-55. Utvecklingen 2010-2110 enligt scenariot Referens.



Kartillustration 2

Andel gran av virkesförrådet (%) på all produktiv skogsmark. Kartorna avser år 1955, 2010, 2060 och 2110, från vänster till höger. Kartan från 1955 baseras på riksskogstaxeringen 1953-55. Utvecklingen 2010-2110 enligt scenariot Referens.



Kartillustration 3

Andel lövträd av virkesförrådet (%) på all produktiv skogsmark. Kartorna avser år 1955, 2010, 2060 och 2110, från vänster till höger. Kartan från 1955 baseras på riksskogstaxeringen 1953-55. Utvecklingen 2010-2110 enligt scenariot Referens.

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 Sydsverige 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 markförsurning och motåtgärder
2001:11F Effekter på skogsproduktion av markförsurning och motåtgärder
2001:11G Effekter på tungmetallers och cesiums rörlighet av markförsurning 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 stjärkek, bergkek 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 Effektoppföljning 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 skogsägars 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
- 2006:13 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 litteraturöversikt
- 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 obsytor
- 2006:26 Regional produktionsanalys - Uppskattning av tillgängligt trädbränsle i Dalarnas och Gävleborgs län
- 2006:27 Referenshägn 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 Renskador i plant- och ungskog - en litteraturöversikt 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 Frötäkt och frötäktso mråden av gran och tall i Sverige
- 2008:9 Vägledning 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 rennäringen - 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 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

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 Rönjningsundersökning 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 ädellövskogen? - 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 markförsurning och för ett uthålligt brukande av skogsmarken
- 2001:5 Miljöövervakning av Biologisk mångfald i Nyckelbiotoper
- 2001:6 Utvärdering av samråden 1998 Skogsbruk - rennärning
- 2002:1 Skogsvårdsorganisationens utvärdering av skogspolitikens effekter - SUS 2001
- 2002:2 Skog för naturvårdsändamål – uppföljning av områdesskydd, frivilliga avsättningar, samt miljöhänsyn vid föryngringsavverkning
- 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 permetrinbehandling 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

Beställning av Rapporter och Meddelanden

Skogsstyrelsen,
Bokhandeln
551 83 JÖNKÖPING
Telefon: 036 – 35 93 40
växel 036 – 35 93 00
fax 036 – 19 06 22
e-post: bokhandeln@skogsstyrelsen.se
www.skogsstyrelsen.se

I Skogsstyrelsens Meddelande-serie publiceras redogörelser, utredningar m.m. av officiell karaktär. Innehållet överensstämmer med myndighetens policy.

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

Skogsstyrelsen publicerar dessutom fortlöpande: Foldrar, broschyrer, böcker m.m. inom skilda skogliga ämnesområden. Skogsstyrelsen är också utgivare av tidningen Skogseko.

Skogsstyrelsen har haft i uppdrag av regeringen att analysera den nuvarande och förväntade framtida virkesbalansen i olika delar av landet. Uppdraget har genomförts i projektet SKA-VB 08 som redovisas i två delar. I ett meddelande från Skogsstyrelsen redovisas rundvirkes- och skogsbränslebalanserna för år 2007. I denna rapport redovisas de skogliga konsekvensanalyserna som genomförts.

I de skogliga konsekvensanalyserna redovisas de långsiktiga avverkningsmöjligheterna och skogstillståndets utveckling under 100 års perioden 2010-2110 för fyra scenarier. De fyra scenarierna speglar olika ambitionsnivåer i framtida skogsskötsel och miljömålsarbete. Resultaten redovisas i denna rapport uppdelat på landsdelar. Resultat för län kommer att finnas tillgängliga på skogsstyrelsens hemsida.