

## Scenarier för den svenska skogen och skogsmarkens utsläpp och upptag av växthusgaser



Slutredovisning av regeringsuppdrag (beslut N208/01213/SK) där *”Regeringen uppdrar åt Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) att redovisa prognoser utifrån uppdaterade scenarier för den svenska skogen och skogsmarkens utsläpp och upptag av växthusgaser fram till 2030 i enlighet med beslut och riktlinjer för redovisning till EU och FN:s Klimatkonvention.”*



## Förord

Sveriges lantbruksuniversitet fick enligt regeringsbeslut 22 februari 2018 (N2018/01213/SK) i uppdrag att redovisa prognoser utifrån uppdaterade scenarier för den svenska skogen och skogsmarkens utsläpp och upptag av växthusgaser fram till 2030 i enlighet med beslut och riktlinjer för redovisning till EU och FN:s Klimatkonvention.

I uppdraget (se Bilaga 4) ingick speciellt att utarbeta underlag för en svensk bokföringsrapport för *Brukad skogsmark* inklusive skoglig referensnivå för *Brukad skogsmark* för perioden 2021-2025 som följer av kraven på information och metoder inom EU:s klimatrampverk 2021-2030.

Delredovisning av underlag för en svensk bokföringsrapport för *Brukad skogsmark* inklusive skoglig referensnivå lämnades till Regeringskansliet (Näringsdepartementet) den 30 september 2018. Delredovisningen togs fram i nära dialog med Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen.

Denna rapport utgör slutredovisning av regeringsuppdraget. Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen har informerats om arbetet med scenarier i rapporten men har inte varit delaktiga i framtagandet av den slutliga rapporten. Det innebär att Sveriges lantbruksuniversitet ensam står bakom de resultat och slutsatser som redovisas i rapporten.

Per-Erik Wikberg, Anders Lundström och Hans Petersson vid institutionen för skoglig resurshushållning, Gustaf Egnell och Tomas Lundmark vid institutionen för skogens ekologi och skötsel och Mattias Lundblad och Johan Stendahl vid institutionen för mark och miljö har bidragit i arbetet med denna rapport. Göran Ståhl har bidragit med synpunkter och diskussion kring de ställningstaganden som görs i rapporten.

Mattias Lundblad har varit projektledare för arbetet.



## Innehåll

Sammanfattning.....	7
Inledning och bakgrund.....	12
Rapportering och bokföring under Klimatkonventionen och EU.....	14
Scenarier och analyser.....	15
FRL (Forest Reference Level) - Referensnivå för <i>Brukad skogsmark</i> 2021-2025.....	17
Beräkningsförutsättningar .....	17
Resultat.....	17
Lägre efterfrågan - Som FRL men med lägre efterfrågan på skogsråvara .....	20
Beräkningsförutsättningar .....	20
Resultat.....	20
Högre efterfrågan - Ökad efterfrågan på skogsråvara, insatser för ökad skogstillväxt .....	23
Beräkningsförutsättningar .....	23
Resultat.....	23
Ökade avsättningar - som FRL men med minskad areal Virkesproduktionsmark .....	27
Beräkningsförutsättningar .....	27
Resultat.....	27
Positiva och negativa klimateffekter .....	31
Positiv klimateffekt .....	32
Beräkningsförutsättningar .....	32
Resultat.....	33
Negativa klimateffekter.....	34
Beräkningsförutsättningar .....	34
Resultat.....	34
Markkol i scenarierna.....	37
Sammanfattning av scenarioresultat.....	38
Diskussion .....	43
Referenser.....	48
Bilaga 1: Nuvarande klimatrapportering jämfört med FRL .....	53
Bilaga 2: Metodbeskrivning modellsimulering .....	55
Bilaga 3: Beskrivning av bokföringsregler och allmänt om EUs mål .....	63
Bilaga 4: Uppdraget.....	69



## Sammanfattning

Den nyligen beslutade förordningen om rapportering av markanvändningssektorn inom EU (LULUCF-förordningen) ställer krav på Sverige att inkomma med en bokföringsrapport tillsammans med ett förslag på en skoglig referensnivå för *Brukad skogsmark* som följer kraven på information inom EU:s klimatramverk 2021-2030. Referensnivån påverkar i vilken grad förändrade upptag och utsläpp i skog på *Brukad skogsmark* kan tillgodoräknas för att nå Sveriges klimatåtaganden inom EU.

Denna scenariorapport utgår från den skogliga referensnivå som SLU tagit fram åt regeringen inom ramen för ett regeringsuppdrag (beslut N208/01213/SK). Den analyserar konsekvenserna av ett antal möjliga scenarier för skogens framtida förvaltning som relateras till referensnivån för *Brukad skogsmark*. Scenarierna belyser även möjliga effekter på skogens tillväxt och klimatrelaterade skador av ett förändrat klimat. Rapporten innehåller ingen analys av vilken framtid som mest sannolikt kommer att inträffa. Därför ska de olika scenarierna tolkas som utfall givet de antaganden som görs och det utgångsläge som beskrivits.

Skogens klimatpåverkan innefattar inte enbart växthusgasbalansen i skogen och lagring av kol i produkter, utan även klimatnyttan av att använda förnybar råvara från skogen istället för andra material och fossila bränslen, den s.k. substitutionseffekten. Analysen har därför utvidgats till att innefatta substitution, detta för att ge en mer fullständig bild av klimatnyttan av de olika scenarierna. Det innebär t.ex. att när de olika utfallen jämförs med referensnivån erhålls en bild av hur mycket utfallet på rapporterad växthusgasbalans, bokföring och beräknad klimatnytta teoretiskt kan variera givet vad som faktiskt händer med skogen i framtiden.

I resultatredovisningen redovisas (i) Rapportering av förändring i kolpooler och övriga årliga utsläpp uttryckt i koldioxidkvalenter med hänsyn tagen till kolpooler i levande trädbiomassa, död ved, skogsprodukter, förna och markkol, utsläpp av växthusgaser från dränerad torvmark, utsläpp förknippade med gödsling, samt utsläpp orsakade av brand; (ii) Bokfört utfall enligt LULUCF-förordningen samt (iii) Beräknad klimatnytta, där substitutionseffekten av att använda skogsprodukter lagts till förändring i kolpooler och övriga årliga utsläpp. Här har antagits att varje avverkad kubikmeter ved ger en klimatnytta motsvarande 1 ton CO<sub>2</sub>, vilket ligger nära medelvärdet för ett flertal studier som syftat till att ta fram substitutionseffekten för skogsråvara.

Resultaten redovisas för *Brukad skogsmark* men också uppdelat på Virkesproduktionsmark och Skogsmark undantagen från virkesproduktion (reservat, frivilliga avsättningar, hänsynsytor och improduktiv skogsmark). *Brukad skogsmark* enligt klimatrapporteringen omfattar all Skogsmark i Sverige utom en mindre areal nyligen *Beskogad mark*.

Följande scenarier har analyserats:

1. Referensnivå för *Brukad skogsmark* - *FRL*
2. *Lägre efterfrågan*
3. *Högre efterfrågan*
4. *Ökade avsättningar*
5. *Negativa climateffekter*

Samtliga scenarier utom scenariot *Negativa klimataffekter* inkluderar en positiv klimataffekt på tillväxten. Det framtida klimatet har hämtats från klimatscenariot RCP 4.5, och följer samma principer som användes i de Skogliga konsekvensanalyserna 2015 (SKA 15).

I samtliga scenarier utom scenariot *Lägre efterfrågan* har högsta uthålliga avverkning antagits, vilket innebär att hela nettotillväxten (tillväxt exkl. naturlig avgång) avverkas på Virkesproduktionsmark, medan ingen avverkning simulerades på Skogsmark undantagen från virkesproduktion. I scenariot *Lägre efterfrågan* avverkas 90 procent av nettotillväxten på Virkesproduktionsmark.

I samtliga scenarier utom *Högre efterfrågan* har skogsskötseln efterliknat skogsbruket under perioden 2000-2009, vilket i stort motsvaras av nuvarande situation. I scenariot *Högre efterfrågan* har marknadstrycket antagits öka skogsägarnas vilja att investera i skogsskötselåtgärder för ökad skogsproduktion.

I scenariot *Negativa klimataffekter* exemplifieras någon form av klimatrelaterad skogsskada genom att den naturliga avgången (självgallringen) ökar till det dubbla jämfört med övriga scenarier. I siffror innebär det att den årliga självgallringen ökar från 12 till 24 miljoner kubikmeter. I scenariot antogs att samtliga självgallrade träd lämnades kvar i skogen där de övergick till kolpoolen död ved.

I scenariot *Ökade avsättningar* ökades arealen Skogsmark undantagen från virkesproduktion från 7,5 miljoner hektar till 12 miljoner hektar. I stort sett hela ökningen hamnade på tidigare Virkesproduktionsmark.

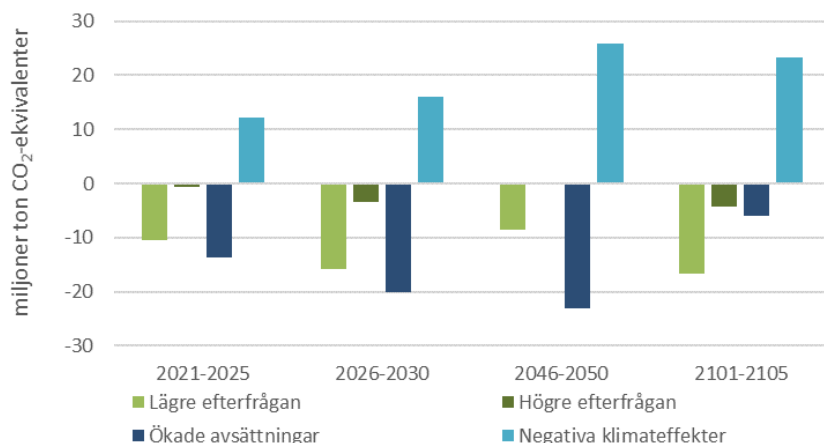
#### *Rapportering av förändringar i kolpooler och övriga årliga utsläpp*

I referensnivån för *Brukad skogsmark - FRL*, resulterar förändringar i kolpooler och övriga årliga utsläpp i ett årligt upptag av 30,6 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år från atmosfären under perioden 2021-2025. Då hela tillväxten på Virkesproduktionsmark avverkas i *FRL* sker hela upptaget på Skogsmark undantagen från virkesproduktion, men eftersom skogen på Skogsmark undantagen för virkesproduktion åldras över analysperioden minskar dess förmåga att binda in CO<sub>2</sub> mot slutet av analysperioden. För den sista redovisade perioden 2101-2105 ligger inbindningen därför endast på 22,1 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år (Figurerna S1 och S2).

I scenariot *Lägre efterfrågan* ökar upptaget jämfört med *FRL* med 10,5 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år under perioden 2021-2025, som ett resultat av lägre avverkning på Virkesproduktionsmark (Figur S1). Motsvarande siffror för *Ökade avsättningar* och *Högre efterfrågan* blev 13,7 respektive 0,6 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år. Scenariot *Ökade avsättningar* ger högre nettoupptag i kolpooler och övriga årliga utsläpp, men den positiva effekten på nettoupptaget avtar över tid genom att skogen åldras och successivt tappar sin förmåga att lagra in mer kol. Under den sista perioden 2101-2105 har skillnaden jämfört med *FRL* sjunkit från 13,7 till 6 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år. Den måttliga skillnaden mellan *FRL* och *Högre efterfrågan* beror på att insatser för att öka skogsproduktionen sätts in på Virkesproduktionsmark där samtidigt hela tillväxtökningen tas tillvara genom ökade avverkningsvolymerna.

I scenariot *Negativa klimataffekter* minskar upptaget av CO<sub>2</sub> med motsvarande 12,3 miljoner ton per år under perioden 2021-2025 jämfört med *FRL* för att ytterligare minska till så mycket som 25,9 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år under perioden 2046-2050. Detta beror på en kombinerad effekt av den ökade avgången och antagandet att den positiva effekten på tillväxten av ett förändrat klimat uteblir. Dessa bägge faktorer slår negativt mot virkesförråd, tillväxt och därmed avverkningspotential.

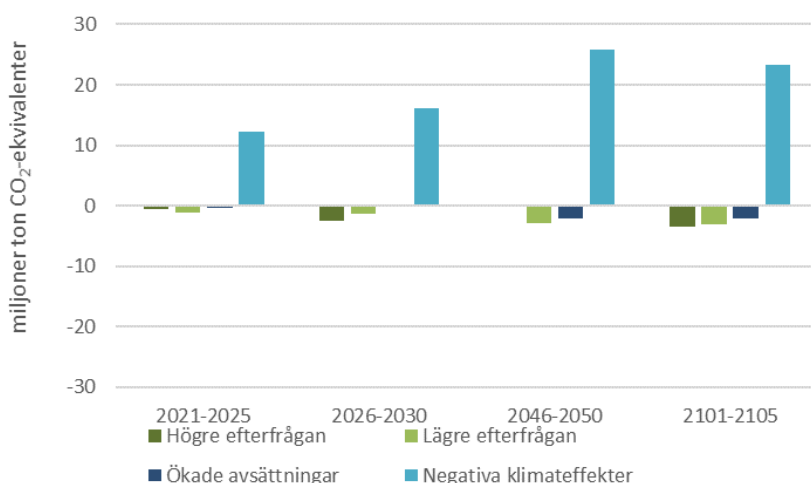




**Figur S1.** Skillnaden i årlig rapporterad förändring i kolpooler och övriga årliga utsläpp för *Brukad skogsmark* för respektive scenario jämfört med *FRL*. Värdet för *FRL* motsvarar upptag av CO<sub>2</sub> på 30,6; 27,7; 35,9; och 22,1 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år för de fyra redovisade perioderna.

### Bokfört utfall

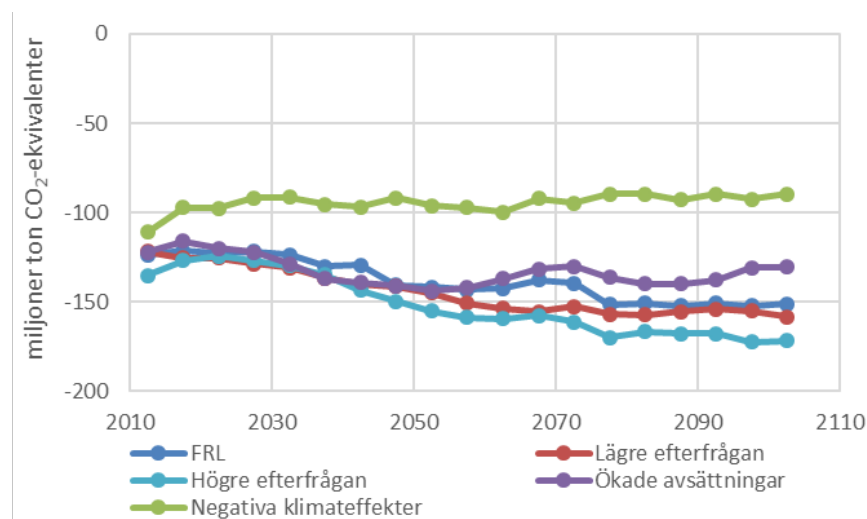
I Figur S2 visas bokfört utsläpp respektive upptag enligt EU:s LULUCF-förordning för *Brukad skogsmark*. Det kan konstateras att det extra upptag som genereras genom ökade avsättningar eller en minskad avverkningsnivå inte premieras i bokföringssystemet, medan de negativa effekterna av klimatrelaterade skogsskador bokförs i sin helhet. Orsaken är det bokföringstak för hur mycket av upptaget i levande biomassa, markkol och övriga utsläpp som får tas upp i bokföringen. Sveriges bokföringstak är -2,5 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år. Skillnaderna mellan scenarierna vad gäller bokföring blir således små med undantag av scenariot *Negativa klimateffekter*. Det finns dock en mekanism i systemet kopplad till *Naturliga störningar* som kan åberopas för att minska effekten av skogsskador i bokföringen. En eventuell sådan effekt har inte inräknats här.



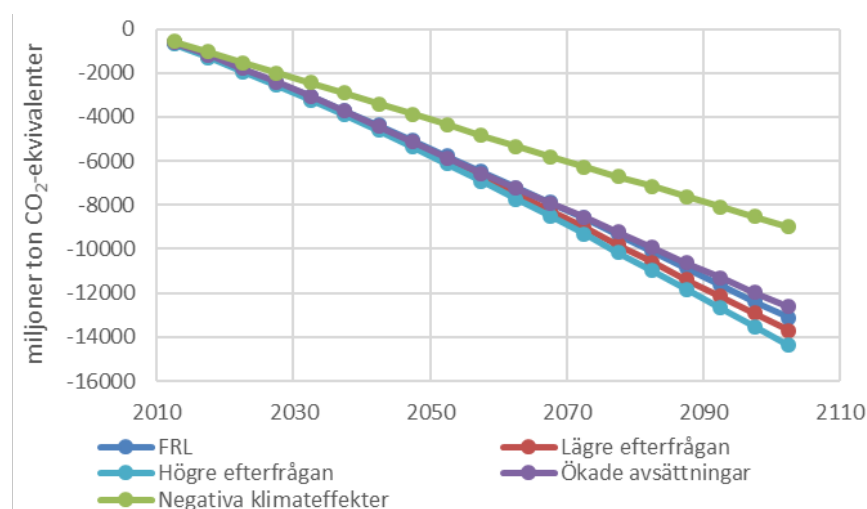
**Figur S2.** Bokfört utsläpp/upptag enligt EU:s LULUCF-förordning för *Brukad skogsmark* för respektive scenario jämfört med *FRL*. Förordningen gäller till år 2030.

### Beräknad klimatnytta

Summan av utsläpp och upptag i kolpooler och andra utsläpp på *Brukad skogsmark* plus de beräknade utsläpp som undviks till följd av substitution ger ett mått på skogens hela klimatnytta. Genom den direkta betydelsen av avverkningsvolymerna för mängden skogsprodukter som kan ersätta fossila alternativ slår den omedelbart igenom i resultatet. En minskad avverkning i scenariot *Ökade avsättningar* och framförallt i scenariot *Negativa klimateffekter* resulterar i minskad avverkning och därmed lägre klimatnytta (Figur S3). Med undantag för scenariot *Negativa klimateffekter* är det små skillnader i klimatnytta mellan scenarierna vid analysperiodens början. Det är först efter omkring 50 år som olikheterna mellan scenarierna börjar ge ordentligt utslag. Vid analysperiodens slut är den beräknade årliga klimatnyttan störst i scenariot *Högre efterfrågan* och lägst för scenariot *Negativa klimateffekter*. Den ackumulerade klimatnyttan över hela analysperioden visar att scenariot *Högre efterfrågan* ger den största klimatnyttan på lång sikt givet de antagande som gjorts i analysen. Skattningen av substitutionseffekten är avgörande för analysen och det bör noteras att den kan bli både högre och lägre i framtiden.



**Figur S3.** Beräknad klimatnytta som årlig nettoinlagring + nyttan av substitution beräknat som nettoinlagring (alla kolpooler) + avverkad stamvolym (m<sup>3</sup>sk) \* 1,0 (CO<sub>2</sub> per m<sup>3</sup>sk) för de fem analyserade scenarierna.



**Figur S4.** Beräknad klimatnytta som ackumulerad nettoinlagring och nyttan av substitution beräknat som nettoinlagring (alla kolpooler) + avverkad stamvolym (m<sup>3</sup>sk) \* 1,0 (CO<sub>2</sub> per m<sup>3</sup>sk).

### Slutsatser

- Skillnader i förändringar i kolpooler och övriga utsläpp för *Brukad skogsmark* blir relativt stora redan i ett kort tidsperspektiv. Minskade avverkningar som i scenarierna *Ökade avsättningar* och *Lägre efterfrågan* ger ett större nettoupptag än *FRL*-scenariot medan klimatrelaterade störningar (*Negativa climateffekter*) ger ett betydligt mindre nettoupptag. Effekten av att stimulera skogsproduktionen (*Hög efterfrågan*) får relativt liten effekt på förändringar i kolpooler och övriga utsläpp jämfört med *FRL*-scenariot.
- På grund av bokföringsreglerna blir det liten skillnad i bokföring för *Brukad skogsmark* för perioden 2021-2025 för alla scenarier utom för scenariot *Negativa climateffekter*. Det bokförda bidraget från *Brukad skogsmark* kan ökas genom ökad tillväxt (*Högre efterfrågan*) eller minskade avverkningar (*Ökade avsättningar* och *Lägre efterfrågan*) samtidigt som bokföringsmodellen är känslig för överavverkning och naturliga eller klimatrelaterade störningar som storm, brand och skadegörare som kan påverka skogsproduktionen negativt.
- För att uppfylla nationella åtaganden inom EU är det viktigt att kollagret i skogen inte minskar samtidigt som skogsproduktionen bibehålls eller ökar. Trögheten i skogssystemet gör det dock svårt att med skötseländringar förändra skogarnas bidrag till att nå kortsiktiga mål (de närmaste 40 åren) medan de kan bidra mer på längre sikt.
- Klimatnyttan kan inte fullt ut avläsas i rapporterade eller bokförda utsläpp och upptag utan kräver att även substitutionseffekten räknas in. Analyserna i denna rapport visar att på kort sikt är det liten skillnad i klimatnytta mellan de olika scenarierna så länge som skogens produktionsförmåga bibehålls samtidigt som skogen inte dör. På lång sikt är hög varaktig produktion viktigt.
- Scenarioanalyser baseras på ett antal centrala, men samtidigt förenklade, antaganden och kan ses som ett stöd för att bedöma olika strategiska alternativ. Modellframskrivningarna baseras på bästa tillgängliga metoder och data men det är svårt att förutse det framtida brukandet – särskilt hur avverkningen utvecklas. Som vid all modellering ökar osäkerheten med tiden, särskilt rör det hur klimatet påverkar det skogliga ekosystemet, hur tillväxten/kolinlagringen i åldrande skogar utvecklas samt vilka substitutionsmöjligheter framtida marknader erbjuder.

## Inledning och bakgrund

Skogen och skogsmarken är betydelsefull i arbetet med att begränsa klimatförändringarna och kan bidra till en minskning av koldioxidhalten i atmosfären genom ökad upplagring av kol i skog och mark eller i produkter från skogen. Dessutom kan fossilbaserade produkter och fossilbaserad energi ersättas med skogsbaserade produkter och bioenergi från skogen. För att beskriva skogens och skogssektorns hela påverkan på atmosfärens kolbalans är det viktigt att samtidigt beakta hur kolpooler påverkas i skogslandskapet och i skogsprodukter samt de substitutionseffekter som skogsprodukter kan åstadkomma.

Skogens möjlighet att bidra till upplagring av koldioxid från atmosfären och undvika utsläpp genom substitution bestäms främst av skogens tillväxt. Det gäller oavsett om man väljer att lagra kolet genom en ökande skogsbiomassa eller om man skördar delar av tillväxten för att åstadkomma substitution av fossilbaserade alternativ. Skogens tillväxt påverkas av en rad faktorer, bland annat skogens skötsel, naturgivna förutsättningar som markens bördighet och klimat men också av naturliga störningar såsom bränder, stormar, insektsangrepp och andra skador.

Sverige har en lång tradition av att göra skogliga konsekvensanalyser för att studera utvecklingen av skogsresursen in i framtiden. Karaktäristiskt för dessa studier är att fastställa vilken högsta uthålliga avverkningsnivå som olika skogsskötselstrategier tillåter utan att virkesförrådet i skogslandskapet minskar. Lite förenklat betyder det att man anpassar avverkningen till hur mycket det växer i skogen.

Givet olika grundförutsättningar, antaganden och utifrån vilka frågeställningar som ska belysas kan olika parametrar specificeras och framtiden simuleras för att ge svar på vad som händer med de skogliga resurserna i framtiden om ett specifikt scenario faktiskt inträffar. Sådana analyser erbjuder en möjlighet att skapa beredskap inför vad som kan hända i framtiden. Resultaten utgör viktiga strategiska beslutsunderlag inte minst för att bedöma hur stort skogens bidrag uthålligt kan vara för att försörja skogsindustrin. Simuleringar sker vanligen med modellen Heureka<sup>1</sup> i kombination med ingångsdata från Riksskogstaxeringen<sup>2</sup>.

Skogen, marken och produkterna skogen levererar, bidrar tillsammans till mycket stora flöden av koldioxid vilket understryker deras betydelse för klimatet. Detta är en av anledningarna till att EU inkluderat sektorn markanvändning och skogsbruk, (Land Use, Land-Use Change and Forestry; LULUCF) hädanefter kallad LULUCF-sektorn, inom EU:s klimatravverk 2021-2030. Dels genom ansvarsfördelningsförordningen<sup>3</sup> och dels genom LULUCF-förordningen<sup>4</sup>.

För att få stöd i implementeringen av LULUCF-förordningen gav Regeringen (Näringsdepartementet) i februari 2018 SLU uppdraget att ta fram prognoser utifrån

---

<sup>1</sup> Wikström et al. 2011

<sup>2</sup> Fridman et al. 2014

<sup>3</sup> Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2018/842 av den 30 maj 2018 om medlemsstaternas bindande årliga minskningar av växthusgasutsläpp under perioden 2021–2030 som bidrar till klimatåtgärder för att fullgöra åtagandena enligt Parisavtalet samt om ändring av förordning (EU) nr 525/2013

<sup>4</sup> Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2018/841 av den 30 maj 2018 om inbegripande av utsläpp och upptag av växthusgaser från markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk i ramen för klimat- och energipolitiken fram till 2030 och om ändring av förordning (EU) nr 525/2013 och beslut nr 529/2013/EU.

uppdaterade scenarier för flöden av växthusgaser till och från skog och skogsmark för åren 2021-2030 (N2018/01213/SK).

Den huvudsakliga målsättningen med uppdraget var att beräkna en framåtsyftande skoglig referensnivå (*FRL*) för bokföring av *Brukad skogsmark*<sup>5</sup> inom ramen för EU:s klimatravverk och att ta fram underlag för en svensk bokföringsrapport<sup>6</sup> för *Brukad skogsmark* 2021-2025.

Uppdraget syftade också till att skapa en bredare förståelse för vilket bidrag skogen och skogsmarken kan ge i klimatarbetet genom att analysera ett antal olika skogliga framtidsscenarier.

Olika begrepp och definitioner används för skog och skogsmark beroende på sammanhang och för att tydliggöra vad som avses i denna rapport beskrivs här några av de begrepp som används. Skogsmark är tydligt definierat internationellt via FAO och denna definition är sedan 2008 införd i den svenska Skogsvårdslagen. *Brukad skogsmark* är ett begrepp som används i klimatrapporeringen. Det är nästan samma sak som Skogsmark enligt FAO, enda skillnaden är att mark som nyligen beskogats, d.v.s. Åkermark etc. som övergått till Skogsmark genom nyplantering eller igenväxning inte räknas till *Brukad skogsmark*. I denna rapport använder vi oss av begreppen Virkesproduktionsmark, Produktiv skogsmark undantagen från virkesproduktion och Improduktiv skogsmark. Produktiv skogsmark är skogsmark där virkesproduktionen till skillnad från improduktiv skogsmark överstiger 1 m<sup>3</sup>sk per hektar och år. Virkesproduktionsmark är produktiv skogsmark där virkesskörd kan ske. Produktiv skogsmark undantagen från virkesproduktion är formella och frivilliga avsättningar plus hänsynsmark. Inget skogsbruk bedrivs på improduktiv skogsmark. Vi har gjort en uppdelning av den produktiva skogsmarken i Virkesproduktionsmark och Produktiv skogsmark undantagen från virkesproduktion på samma sätt som gjordes i SKA 15<sup>7</sup>. Det betyder att ca 15 procent av den produktiva skogsmarken och all Improduktiv skogsmark klassats som Skogsmark undantagen från virkesproduktion.

I denna rapport jämförs ett antal scenarier med referensnivån (*FRL*). Två scenarier studerar olika marknadsutvecklingar som innebär lägre och högre efterfrågan på skogsråvara än vad som är fallet i referensnivån (*FRL*). I scenariot *Högre efterfrågan* antas också tillväxthöjande insatser förekomma vilket medför en något högre skogstillväxt än för *FRL*-scenariot. För att analysera klimatförändringens påverkan på skogens inkluderas också scenarier med såväl positiva som negativa tillväxteffekter. Eftersom flera av miljömålen som kopplar till skog ännu inte är uppfyllda ingår även ett scenario med ökade naturvårdsambitioner. Rapporten bygger till delar på tidigare publicerade rapporter och modellkörningar men innehåller också nya analyser.

Rapporten fokuserar på: (i) Rapporterade kolpoolsförändringar och övriga emissioner i samband med skogsbruk i analogi med hur de redovisas till EU och Klimatkonventionen; (ii) Bokfört värde enligt LULUCF-förordningen och; (iii) Beräknad klimatnytta uttryckt som

<sup>5</sup> Med *Brukad skogsmark* avses all Skogsmark som inte faller under definitionen för *Beskogad mark* (se vidare under definitioner av kategorier). Skogsmark definieras som skogar om minst 0,5 ha, en kronslutenhet av minst 10 % och en minimihöjd av 5 m, där de senare variablerna avser moget tillstånd in situ. Det innebär att *Brukad skogsmark* i detta sammanhang inkluderar både produktiv och Improduktiv skogsmark. *Brukad skogsmark* och andra bokföringsaktiviteter i detta dokument bygger på IPCC:s sex breda markanvändningsklasser som beskrivs i Bilaga 1.

<sup>6</sup> Alla EU:s medlemsländer ska ta fram en bokföringsrapport i enlighet med LULUCF-förordningen.

<sup>7</sup> Skogsstyrelsen 2015

summan av inlagringen av kol i skogen och i skogsprodukter plus en uppskattning av de skördade trädens substitutionseffekt. Även utvecklingen av totala virkesförråd, avverkning och tillväxt redovisas.

Rapporten innehåller ingen analys av vilken framtid som mest sannolikt kommer att inträffa. Därför ska de olika scenarierna tolkas som utfall givet de antaganden som görs och det utgångsläge som beskrivits.

## Rapportering och bokföring under Klimatkonventionen och EU

Två nya EU-förordningar har beslutats för hur EU:s medlemsländer ska redovisa och följa upp EU:s utfästelser för perioden 2021-2030 inom ramen för Parisavtalet<sup>8</sup>.

Under Klimatkonventionen och till EU rapporteras utsläpp för sektorerna Energi, Industriella processer och produktanvändning, Jordbruk, LULUCF och Avfall. Rapporteringen syftar till att redovisa alla utsläpp och upptag inom landets gränser (undantag för avverkade skogsprodukter där systemgränsen avser träd avverkade inom landets gränser oavsett var produkterna befinner sig i världen). Vissa utsläpp som inte kan knytas till ett enskilt land (t.ex. vissa internationella transporter) ingår inte i avtalade utsläppsminskningar.

I LULUCF-sektorn redovisas utsläpp och upptag. Skillnaden mellan rapportering och bokföring är att upptagen/utsläppen rapporteras per markanvändningstyp under Klimatkonventionen medan bokföringen under Kyotoprotokollet och EU under den nya LULUCF-förordningen delas in i aktiviteter.<sup>9</sup>

Utsläppen i alla andra sektorer utöver LULUCF-sektorn jämförs med utsläppen för en referensperiod eller referensår, s.k. netto-netto bokföring. Inom LULUCF-sektorn bokförs aktiviteter med olika angreppssätt. Det gör att bokförda utsläpp/upptag från LULUCF-sektorn inte beskriver hela de faktiska flödena av växthusgaser utan snarare utsläpp och upptag i relation till en referensnivå, referensperiod och dessutom i några fall med vissa begränsningar av bokfört nettoupptag/utsläpp.

Under perioden 2021-2030 kommer rapporterade kolpoolsförändringar för *Brukad skogsmark* bokföras netto-netto mot referensnivån för skog (*FRL*). För död ved och långlivade skogsprodukter (avser sågade varor och träbaserade skivor) bokförs hela skillnaden relativt referensnivån medan det bokförda nettoupptaget för alla övriga kolpooler (levande biomassa, markkol, pappersprodukter) samt lustgas- och metanemissioner begränsas med ett bokföringstak på -2,5 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år.

---

<sup>8</sup> UNFCCC decision 1/CP.21 Adoption of the Paris agreement (FCCC/CP/2015/10/Add.1)

<sup>9</sup> Under klimatkonventionen redovisas kategorierna Skogsmark, Jordbruksmark, Gräsmark, Våtmark, bebyggd mark, Övrig mark samt Träprodukter. Under Kyotoprotokollet och EU bokförs idag aktiviteterna Beskogning, Avskogning, Skogsbruk, Bruk av åkermark, Bruk av betesmark och Bruk av våtmark. Enligt den nya LULUCF-förordningen som gäller från 2021 bokförs kategorierna *Beskogad mark*, *Avskogad mark*, *Brukad åkermark*, *Brukad betesmark*, *Brukad våtmark* och *Brukad skogsmark*

## Scenarier och analyser

I detta avsnitt går vi igenom generell metodik och förutsättningar för scenarierna. Därefter presenteras specifika förutsättningar för de olika scenarierna samt resultat för varje scenario. Detaljerad metodbeskrivning för ingående modeller och övriga utsläppsberäkningar finns i Bilaga 2.

Följande scenarier har analyserats:

1. Referensnivå för *Brukad skogsmark - FRL*
2. *Lägre efterfrågan*
3. *Högre efterfrågan*
4. *Ökade avsättningar*
5. *Negativa klimataffekter*

I samtliga scenarier utom *Lägre efterfrågan* har högsta uthålliga avverkning antagits, vilket innebär att hela nettotillväxten (tillväxt exkl. naturlig avgång) avverkas på Virkesproduktionsmark, medan ingen avverkning sker på Skogsmark undantagen från virkesproduktion. I fallet *Lägre efterfrågan* avverkas 90 procent av nettotillväxten på Virkesproduktionsmark.

I samtliga scenarier utom *Högre efterfrågan* har skogsskötseln efterliknat skogsbruket under perioden 2000-2009, vilket i stort motsvaras av nuvarande skogsbruksmetoder. I scenariot *Högre efterfrågan* har marknadstrycket antagits öka skogsägarnas vilja att investera i ökad skogsproduktion.

Ett klimatscenario motsvarande RCP4,5 har antagits ha en positiv effekt på tillväxten av ett ändrat klimat i alla framskrivningar utom i scenariot *Negativa klimataffekter*.<sup>10</sup>

I scenariot *Negativa klimataffekter* exemplifierades någon form av klimatrelaterad skogsskada genom att den naturliga avgången (självgallringen) ökar till det dubbla jämfört med övriga scenarier. Störningar i form av stormar (som inkluderades i huvudscenarierna i SKA 15) ingår inte i något av de scenarier som ingår i denna studie.

I scenariot *Ökade avsättningar* ökades arealen Skogsmark undantagen från virkesproduktion från 7,5 miljoner hektar till 12 miljoner hektar. I stort sett hela ökningen hamnade på tidigare Virkesproduktionsmark.

**Tabell 1.** Tabellen sammanfattar de antaganden som gjorts för de fem analyserade scenarierna.

	Positiva klimataffekter	Högsta uthålliga avverkning	Produktionshöjande åtgärder	Fördubblad naturlig avgång	Ökade avsättningar
<i>FRL</i>	x	x			
<i>Lägre efterfrågan</i>	x				
<i>Högre efterfrågan</i>	x	x	x		
<i>Ökade avsättningar</i>	x	x			x
<i>Negativa klimataffekter</i>		x		x	

<sup>10</sup> Eriksson et al. 2015

Alla scenarier redovisas och diskuteras utifrån ett rapporteringsperspektiv (nettoupptag), ur ett bokföringsperspektiv i förhållande till de regler som kommer gälla inom EU under perioden 2021-2030, men även utifrån dess faktiska konsekvenser på klimatet. Hur de faktiska konsekvenserna för klimatet beräknas beskrivs nedan.

I de redovisade utsläppen och upptagen för *Brukad skogsmark* ingår kolpoolsförändringar i kolpoolerna levande biomassa (levande träd och växter), död ved, förna, markkol och avverkade skogsprodukter. Kolpoolsförändringar avser skillnaden i kolförråd mellan två tidpunkter.

Kolpoolen avverkade skogsprodukter avser förändringar i en tänkt kolpool med ursprung från Virkesproduktionsmark i Sverige oavsett var produkterna konsumeras.

Förutom kolpoolsförändringar redovisas terrestra emissioner av lustgas och metan (i samband med gödsling av Skogsmark, kväve mineralisering, dränering och brand) som, med undantag för emissioner från dränerad mark, har relativt liten betydelse för Sveriges totala utsläpp.

Framskrivningen av kolpooler utförs i simuleringsmodellen Heureka RegVis (biomassa) och Q-modellen (förna och markkol) som båda beskrivs i Bilaga 2. Den kanske viktigaste parametern för utvecklingen av biomassaförrådet är avverkningen på Virkesproduktionsmark.

För att beskriva skogens och skogsbrukets faktiska klimatnytta måste ett holistiskt perspektiv anläggas. Klimatnytta uppstår dels genom att koldioxid som tas upp av träden lagras i biomassa, mark eller skogsprodukter, dels genom att skogsprodukter ersätter (substituerar) fossila produkter och produkter som genererar utsläpp av koldioxid. Vi har definierat den faktiska klimatnyttan som summan av alla förändringar i kolpooler och övriga utsläpp från *Brukad skogsmark* plus substitutionseffekten. För att beskriva substitutionseffekten måste man känna till vilka produkter som ersätts av skogliga produkter men också vilka emissioner som uppstår i skogsbrukets olika delar och transporter till industri samt processrelaterade utsläpp i industrin.

Det finns ett femtiotal studier som direkt och indirekt försökt bestämma hur mycket undvikna utsläpp som en skördad kubikmeter skogsråvara kan resultera i. Substitutionseffekterna i dessa studier varierar från 1,5 ton CO<sub>2</sub> per kubikmeter<sup>11</sup> till 0,5 ton CO<sub>2</sub> per kubikmeter<sup>12</sup>. Det finns idag ingen allmänt accepterad definition av substitutionsbegreppet och inte heller någon officiell bestämning av nivån för svenska förhållanden men vi har trots detta valt att ta med det i analysen för att kunna exemplifiera hur skogens nyttjande påverkar kolbalansen ur ett atmosfäriskt perspektiv. Utan att inkludera substitutionen blir bilden av skogens roll i klimatarbetet inte fullständig. Vi har valt att använda en substitutionsfaktor som uppgår till 1 ton undvikna CO<sub>2</sub> utsläpp per kubikmeter avverkad stamvolym (m<sup>3</sup>sk) för att kunna inkludera principen med substitution i beräkningen av klimatnytta i de olika scenarierna. Det är en substitutionseffekt som ligger mitt i spannet av de rapporterade nivåer som publicerats.

---

<sup>11</sup> Sathre and O'Connor 2010

<sup>12</sup> Lundmark et al. 2014



## FRL (Forest Reference Level) - Referensnivå för *Brukad skogsmark* 2021-2025

### *Beräkningsförutsättningar*

Enligt Europaparlamentets och rådets förordning (EU) (2018/841) om hur LULUCF-sektorn ska inkluderas i EU:s klimatravverkning ska länderna föreslå en referensnivå (Forest Reference Level, FRL) för bokföring av *Brukad skogsmark*. Detta scenario utgör förslaget till Sveriges referensnivå (FRL) för bokföring av *Brukad skogsmark* 2021-2025 under EU:s klimatförordning.

Förutsättningarna för hur referensnivån ska beräknas beskrivs i förordningens åttonde paragraf och innebär att beräkningarna av referensnivån för skog för perioden 2021-2030 ska baseras på dokumenterade skogsbruksprinciper för perioden 2000-2009. Samtidigt ska hänsyn tas till att dynamiska åldersrelaterade skogsegenskaper kan påverka förutsättningarna för skogsbruket under åtagandeperioden 2021-2030.

I detta scenario är avverkningen satt till högsta uthålliga avverkning på Virkesproduktionsmark - ingen avverkning simuleras på annan *Brukad skogsmark*. Högsta uthålliga avverkning innebär att man i simuleringen av skogstillståndet kontinuerligt strävar efter att avverka hela nettotillväxten (tillväxt exkl. naturlig avgång) på Virkesproduktionsmark. Parametern är tänkt att efterlikna principerna för ett uthålligt nyttjande av skogen under perioden 2000-2009 vilket är samma princip som för närvarande råder<sup>13</sup>. Övrig skötsel ska efterlikna skogsbruket under perioden 2000-2009 och baseras på parametrar från Skogsstyrelsens konsekvensanalyser (SKA-VB 08, SKA 15)<sup>14 15</sup>. Indelningen av *Brukad skogsmark* i mark som används för virkesproduktion och Skogsmark undantagen från virkesproduktion utgår från definitioner i Skogsstyrelsens konsekvensanalyser (SKA 15)<sup>16</sup>. På Produktiv skogsmark undantagen från virkesproduktion och Improduktiv skogsmark simuleras ingen avverkning.

Startläget för simuleringen var skogstillståndet år 2010 baserat på mätta eller modellerade data för Riksskogstaxeringens permanenta provytor och motsvarar i princip de data som rapporteras under Skogsmark som förblir Skogsmark i Sveriges rapportering av växthusgasutsläpp under Klimatkonventionen<sup>17</sup>. Eventuella avvikelser i startläget beror främst på delvis olika definitioner av Skogsmark som förblir Skogsmark respektive *Brukad skogsmark* enligt LULUCF-förordningen (Bilaga 1).

### *Resultat*

Det årliga nettoupptaget för *FRL*-scenariot för perioden 2021-2025 blev i snitt -30,6 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år (Tabell 2). Nettoupptaget i levande biomassa härrör i huvudsak från Skogsmark som är undantagen från virkesproduktion. Död ved och skogsprodukter svarar också för ett nettoupptag eftersom både tillväxt och avverkning förväntas öka gradvis över tid vilket gör att inflödet till dessa kolpooler gradvis ökar. På fastmark sker ett stort nettoupptag av kol i förna och mark medan torvmarken svarar för ett nettoutsläpp.

<sup>13</sup> 1 § Skogsvårdslagen (Lag 2008:662)

<sup>14</sup> Skogsstyrelsen 2008

<sup>15</sup> Skogsstyrelsen 2015

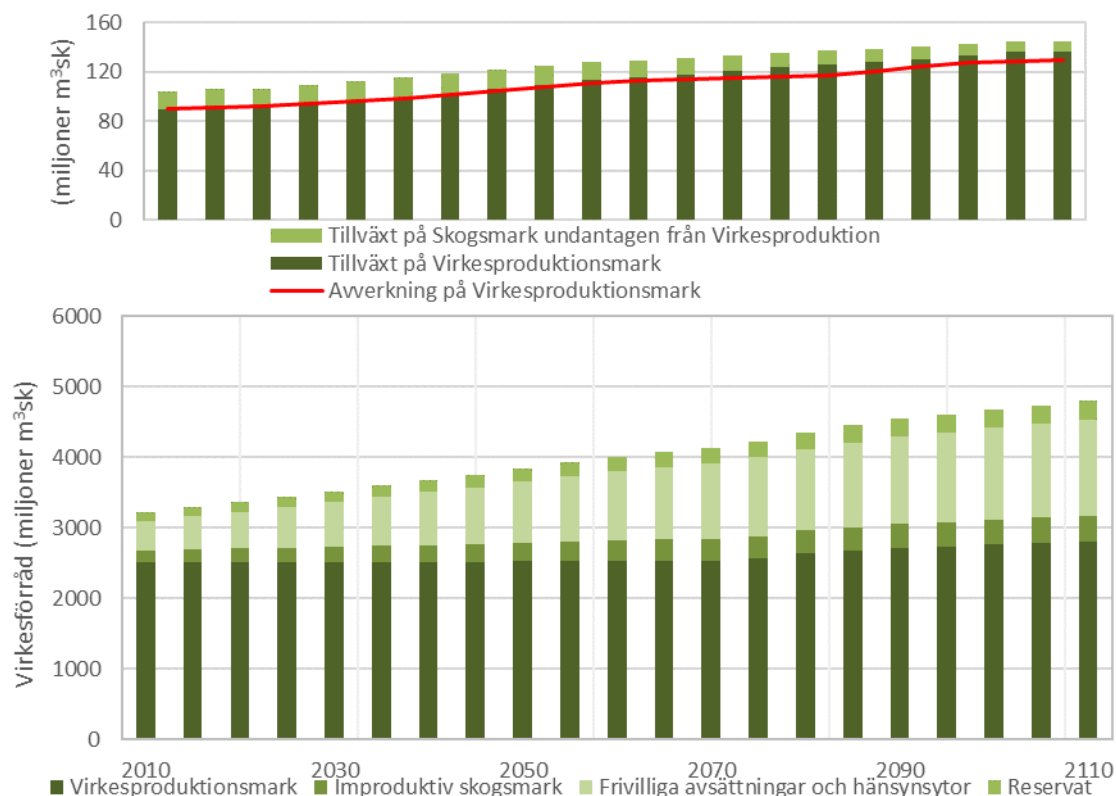
<sup>16</sup> Skogsstyrelsen 2015

<sup>17</sup> National Inventory Report Sweden 2018

**Tabell 2.** Resultat för *Brukad skogsmark* och scenariot *FRL* redovisade som genomsnittliga årliga värden för perioden 2021-2025. Negativa värden (-) representerar nettoupptag av koldioxid från atmosfären.

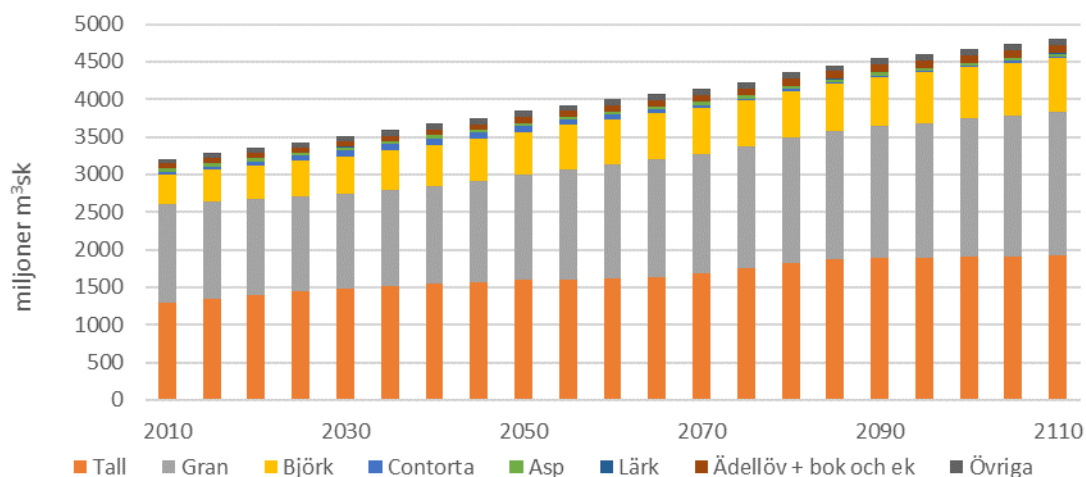
Årlig förändring i kolpooler och övriga årliga utsläpp för perioden 2021-2025 (miljoner ton CO <sub>2</sub> -ekvivalenter)		
Levande biomassa (totalt)		-17,6
Virkesproduktionsmark (19,6 miljoner hektar)		2,0
Hänsynsytor (1,5 miljoner hektar)		-8,5
Frivilliga avsättningar (1,3 miljoner hektar)		-5,2
Reservat (0,8 miljoner hektar)		-2,3
Improduktiv skogsmark (3,9 miljoner hektar)		-3,6
Död ved		-2,5
Fastmark	Förna och markkol ner till 50 cm	-11,6
Torvmark	Utsläpp av CO <sub>2</sub> och DOC från dränerad torvmark	5,2
	Utsläpp av N <sub>2</sub> O och CH <sub>4</sub> från dränerad torvmark	1,2
Skogsprodukter baserade på biomassa från <i>Brukad skogsmark</i> (totalt)		-5,5
Sågade trävaror		-4,6
Träbaserade skivor		0,11
Pappersprodukter		-1,0
Utsläpp av lustgas i samband med gödsling (N <sub>2</sub> O)		0,03
Växthusgasutsläpp orsakade av brand (N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> )*		0,07
<b>TOTALT UTAN SKOGSPRODUKTER</b>		<b>-25,1</b>
<b>TOTALT MED SKOGSPRODUKTER</b>		<b>-30,6</b>

\* CO<sub>2</sub> inkluderas i nettoförändring i levande biomassa.



**Figur 1.** Tillväxt(netto) på Skogsmark undantagen från virkesproduktion, tillväxt(netto) och avverkning på Virkesproduktionsmark och totalt virkesförråd på *Brukad skogsmark* fördelat på Virkesproduktionsmark och Skogsmark undantagen från virkesproduktion enligt scenario *FRL*. Skogsmark undantagen från virkesproduktion är uppdelad på formella och frivilliga avsättningar av produktiv skogsmark, hänsynsytor på produktiv skogsmark samt Improduktiv skogsmark.

Figur 1 beskriver nettotillväxten, avverkningens och virkesförrådets utveckling över kommande 100-årsperiod. Tillväxten ökar under perioden med ca 41 miljoner m<sup>3</sup>sk<sup>18</sup> totalt (ca 39 procent). Den totala ökningen i tillväxt inkluderar en tillväxtökning på 47 miljoner m<sup>3</sup>sk på Virkesproduktionsmarken medan tillväxten på Skogsmark undantagen från virkesproduktion minskar med drygt 6 miljoner m<sup>3</sup>sk. Avverkningen ökar med 40 miljoner m<sup>3</sup>sk (ca 44 procent). Virkesförrådet ökar samtidigt med drygt 1 500 miljoner m<sup>3</sup>sk (drygt 48 procent). Det motsvarar ett årligt nettoupptag i levande biomassa på ca 19 miljoner ton CO<sub>2</sub>. Eftersom hela nettotillväxten avverkas på Virkesproduktionsmark så beror nettoupptaget på att virkesförrådet på övrig *Brukad skogsmark* ökar.



**Figur 2.** Virkesförrådets utveckling på *Brukad skogsmark* fördelat på trädslag.

Det största bidraget till nettoinlagringen i levande biomassa kommer från våra vanligaste inhemska trädslag gran, tall och björk som också dominerar förrådet (Figur 2). Endast en mindre del av inlagringen av kol härrör från andra inhemska trädslag och för contorta och lärk minskar virkesförrådet över tid.

<sup>18</sup> Enheten skogskubikmeter (m<sup>3</sup>sk) avser volymen av en levande trädstam ovan tänkt stubbskär till toppen och inklusive bark.

## Lägre efterfrågan - Som FRL men med lägre efterfrågan på skogsråvara

### *Beräkningsförutsättningar*

Detta är ett scenario där vi antar att dagens skogsbruk fortgår men att avverkningsnivån av marknadsskäl inte når mer än 90 procent av nettotillväxten på Virkesproduktionsmark. Det är en avverkningsnivå som motsvarar förhållandena det senaste årtiondet och ligger således något lägre än nuvarande avverkningsnivå (2018).

Scenarioresultaten hämtades från Skogsstyrelsens senaste skogliga konsekvensberäkningar (SKA 15) för scenariot där avverkningen sattes till 90 procent av nettotillväxten på Virkesproduktionsmark.

Utgångsläget för simuleringen var skogstillståndet 2010 på tillfälliga och permanenta provytor från Riksskogstaxeringen 2008-2012. Skogsskötseln i scenariot avser observerat markägarebeteende enligt Skogsstyrelsen och Riksskogstaxeringen åren 2008-2012.

Scenariot innehåller en positiv klimateffekt på tillväxten baserat på IPCCs klimatscenario RCP4,5. I huvudscenarierna i SKA 15 inkluderades stormar utgående från historisk frekvens och intensitet, det gör de inte i detta scenario för att möjliggöra jämförelser med *FRL* där inga stormar ingår.

Simuleringen i SKA 15 avsåg enbart produktiv skogsmark (ca 23 miljoner hektar) med samma uppdelning som för *FRL*-scenariot avseende Produktiv skogsmark undantagen från virkesproduktion. Data för Improduktiv skogsmark är hämtad från simuleringen av *FRL* och utvecklingen är densamma som i *FRL*-scenariot.

### *Resultat*

Det årliga nettoupptaget för scenariot under perioden 2021-2025 blev i snitt -41 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år (Tabell 3). Jämfört med *FRL*-scenariot, innebär det ett ökat nettoupptag på -10 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år (Tabell 4) som framförallt beror på ett ökat nettoupptag i levande biomassa på Virkesproduktionsmark motsvarande ca -12 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år under perioden 2021-2025. Upptaget i kolpoolerna död ved, förna och markkol är relativt lika *FRL*-scenariot. Eftersom avverkningen ligger lägre än i *FRL* minskar inlagringen i skogsprodukter i detta scenario. Övriga emissioner i form av lustgas och metan ligger på samma nivå.

Utfallet för scenariot *Lägre efterfrågan* beskrivs i Tabell 4 mot *FRL* givet bokföringsreglerna i LULUCF-förordningen. Död ved och den del av skogsprodukterna som inte utgörs av pappersprodukter särredovisas eftersom dessa pooler bokförs separat och utan den bokföringsbegränsning<sup>19</sup> som begränsar bidraget från övriga kolpooler och emissioner under *Brukad skogsmark*.

När avverkningen minskar, ökar det totala nettoupptaget, särskilt i levande biomassa på Virkesproduktionsmark. Nettoupptaget totalt blir då stort men det bokförda nettoupptaget i levande biomassa, markkol och övriga utsläpp begränsas till -2,5 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år på grund av bokföringsbegränsningen. Den minskade avverkningen i detta scenario jämfört med *FRL*-scenariot leder till en minskad nettoupplagring i skogsprodukter och följaktligen bokförs

---

<sup>19</sup> För Sveriges del utgör bokföringsbegränsningen ett tak på upptag på -2,5 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år och har beräknats som 3,5 procent av utsläppen 1990 från övriga sektorer (dvs. exklusive LULUCF-sektorn).

ett nettoutsläpp från skogsprodukter. Bokföringen av död ved utgör ett litet bokfört nettoupptag.

Sammanfattningsvis innebär en utveckling i linje med scenariot *Lägre efterfrågan* ett litet bokfört nettoupptag för *Brukad skogsmark* om ca -1,2 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år.

Eftersom avverkning minskar så minskar även substitutionseffekten. Den beräknade substitutionseffekten är 8 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter lägre per år jämfört med *FRL*. Det innebär att den beräknade totala klimatnyttan inte skiljer sig så mycket mellan scenarierna för perioden eftersom det ökade nettoupptaget av kol i levande biomassa är i samma storleksordning som den minskade substitutionseffekten. Jämfört med *FRL* blir klimatnyttan drygt 2 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter högre per år (Tabell 4).

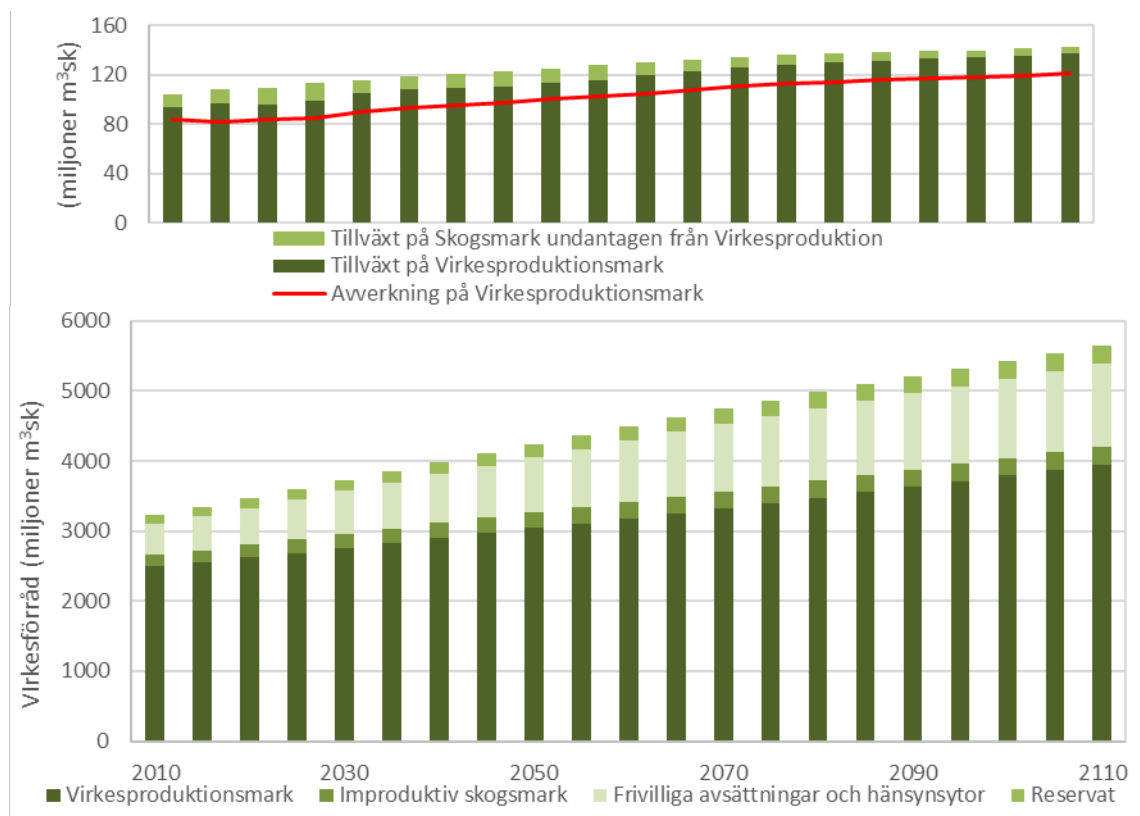
**Tabell 3.** Resultat för scenariot *Lägre efterfrågan* för *Brukad skogsmark* 2021-2025 redovisade som genomsnittliga årliga värden för perioden 2021-2025. Negativa värden (-) representerar nettoupptag av koldioxid från atmosfären.

Årlig förändring i kolpooler och övriga årliga utsläpp [miljoner ton CO <sub>2</sub> -ekvivalenter]		2021-2025
Levande biomassa, totalt		-29,6
Virkesproduktionsmark (19,6 miljoner hektar)		-8,7
Produktiv skogsmark undantagen från virkesproduktion (3,6 miljoner hektar)		-17,3
Improduktiv skogsmark (3,9 miljoner hektar)		-3,6
Död ved		-2,6
Fast mark	Förna och markkol ner till 50 cm	-11,5
Torvmark	Utsläpp av CO <sub>2</sub> och DOC från dränerad torvmark	5,1
	Utsläpp av N <sub>2</sub> O och CH <sub>4</sub> från dränerad torvmark	1,2
Skogsprodukter baserade på biomassa från <i>Brukad skogsmark</i> (totalt)		-3,7
Sågade trävaror		-3,3
Träbaserade skivor		0,43
Pappersprodukter		-0,82
Utsläpp av lustgas i samband med gödning (N <sub>2</sub> O)		0,03
Växthusgasutsläpp orsakade av brand (N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> )*		0,07
<b>TOTALT UTAN SKOGSPRODUKTER</b>		<b>-37,3</b>
<b>TOTALT MED SKOGSPRODUKTER</b>		<b>-41,0</b>

\* CO<sub>2</sub> inkluderas i nettoförändring i levande biomassa.

**Tabell 4.** Resultat, bokföring och klimatnytta för *Brukad skogsmark* 2021-2025 för scenariot *Lägre efterfrågan* jämfört med *FRL*-scenariot. Uppdelningen följer regelverket för bokföring 2021-2030 där död ved och långlivade skogsprodukter bokförs utan bokföringstak. Levande biomassa, markkol och övriga utsläpp begränsas i bokföringen av ett tak på -2,5 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

(miljoner ton CO <sub>2</sub> -ekvivalenter)	FRL	Lägre efterfrågan	Skillnad	Bokföring
Levande biomassa, markkol och övriga utsläpp	-23,8	-35,5	-11,8	-2,5
Död ved	-2,4	-2,6	-0,2	-0,2
Skogsprodukter med lång livslängd	-4,4	-2,9	1,5	1,5
<b>Totalt upptag/utsläpp i kolpooler och övriga utsläpp</b>	<b>-30,6</b>	<b>-41,0</b>	<b>-10,4</b>	<b>-1,2</b>
Beräknad substitution	-92,2	-84,2	8,0	-
<b>Beräknad total klimatnytta</b>	<b>-122,8</b>	<b>-125,2</b>	<b>-2,5</b>	-



**Figur 3.** Tillväxt(netto) på Skogsmark undantagen från virkesproduktion, tillväxt(netto) och avverkning på Virkesproduktionsmark och virkesförråd på *Brukad skogsmark* fördelat på Virkesproduktionsmark och Skogsmark undantagen från virkesproduktion uppdelad på formella och frivilliga avsättningar av produktiv skogsmark, hänsynsytor på produktiv skogsmark samt Improduktiv skogsmark enligt scenario *Lägre efterfrågan*.

Figur 3 beskriver nettotillväxtens, avverkningens och virkesförrådets utveckling över kommande 100-årsperiod givet scenariot *Lägre efterfrågan*. Tillväxten ökar under perioden med ca 39 miljoner m<sup>3</sup>sk totalt (ca 37 procent). Den totala ökningen i tillväxt inkluderar en tillväxtökning på drygt 43 miljoner m<sup>3</sup>sk på Virkesproduktionsmark medan tillväxten på Skogsmark undantagen från virkesproduktion minskar med drygt 4 miljoner m<sup>3</sup>sk. Avverkningen ökar med drygt 37 miljoner m<sup>3</sup>sk (ca 45 procent). Virkesförrådet ökar samtidigt med drygt 2 400 miljoner m<sup>3</sup>sk (drygt 73 procent). Det motsvarar ett årligt nettoupptag i levande biomassa på drygt 31 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år att jämföra med nettoupptaget på 19 miljoner ton CO<sub>2</sub>.

Även om avverkningen är lägre än i *FRL*-scenariot, ökar alltså avverkningen även i detta scenario väsentligt. Avverkningsnivån i slutet av perioden hamnar dock 8,5 miljoner m<sup>3</sup>sk per år lägre än motsvarande för *FRL*-scenariot.

## Högre efterfrågan - Ökad efterfrågan på skogsråvara, insatser för ökad skogstillväxt

### *Beräkningsförutsättningar*

I detta scenario antar vi att efterfrågan på skogsråvara fortsätter att öka vilket leder till att skogsägarna investerar i tillväxthöjande åtgärder på Virkesproduktionsmark. För att beskriva effekterna av produktionshöjande åtgärder för både kolinlagring i trädbiomassa och för substitution via avverkade trädstammar, använder vi oss av ett produktionsscenario som togs fram inom projektet SKA-VB 08<sup>20</sup>. Produktionsscenarioet i SKA-VB 08 ansågs belysa "potentialen för och effekterna av en ökad virkesproduktion givet rimliga men höga investeringsnivåer i skogsbruket. Vi använder den relativa skillnaden (kvoten) mellan detta scenario med produktionshöjande åtgärder och referensscenarioet i SKA-VB 08 för utvecklingen av virkesförrådet och avverkningen och tillämpar denna relativa skillnad (kvoten) på motsvarande parametrar från *FRL*-scenarioet. För simulering av markkolet gjordes en uppskalning av tillförseln förna och hyggesrester utifrån den relativa skillnaden i stående biomassa över tiden. Detta motsvarade en gradvis ökning med 3 procent de första 50 åren för att sedan ligga konstant på denna ökning.

Precis som i *FRL*-scenarioet antas att hela nettotillväxten avverkas på Skogsmark som inte undantagits från virkesproduktion och att såväl startläget som den undantagna arealen är samma i de båda scenarierna.

### *Resultat*

Scenarioet *Högre efterfrågan* resulterar i ett nettoupptag på -31,1 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år (Tabell 5). Nettoupptaget i levande biomassa är ca -17,6 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år under perioden 2021-2025 vilket är närmast identiskt med motsvarande resultat i *FRL*-scenarioet. Skälet till att det inte blir större skillnad är att produktionsåtgärderna sätts in på Virkesproduktionsmark där hela tillväxtökningen utnyttjas genom ökad avverkning men också att effekten av åtgärderna inte ännu syns fullt ut. Kolpoolerna död ved, förna och markkol avviker inte heller särskilt mycket jämfört med *FRL*-scenarioet. Eftersom avverkningen ökar något lite, ökar inlagringen i avverkade skogsprodukter jämfört med *FRL*-scenarioet.

Givet EU:s bokföringsregler kan Sverige tillgodoräkna sig krediter på knappt 1 miljon ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år för perioden 2021-2025 (Tabell 6) där alla kolpooler bidrar med en ökning i nettoupptag, ökningen för poolerna som begränsas av bokföringstaket är så pass liten att den inte når upp till begränsningen. För att erhålla fler krediter krävs att tillväxten ökar och för att maximera bokfört upptag bör all tillväxt på Virkesproduktionsmark avverkas när bokföristaket nåtts.

Eftersom avverkningen är något högre än för *FRL* så blir även substitutionseffekten något högre. Den totala klimatnyttan blir knappt 2 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter högre per år än för *FRL*.

---

<sup>20</sup> Skogsstyrelsen 2008

**Tabell 5.** Resultat för scenariot *Högre efterfrågan* för *Brukad skogsmark* 2021-2025 redovisade som genomsnittliga årliga värden för perioden 2021-2025. Negativa värden (-) representerar nettoupptag av koldioxid från atmosfären.

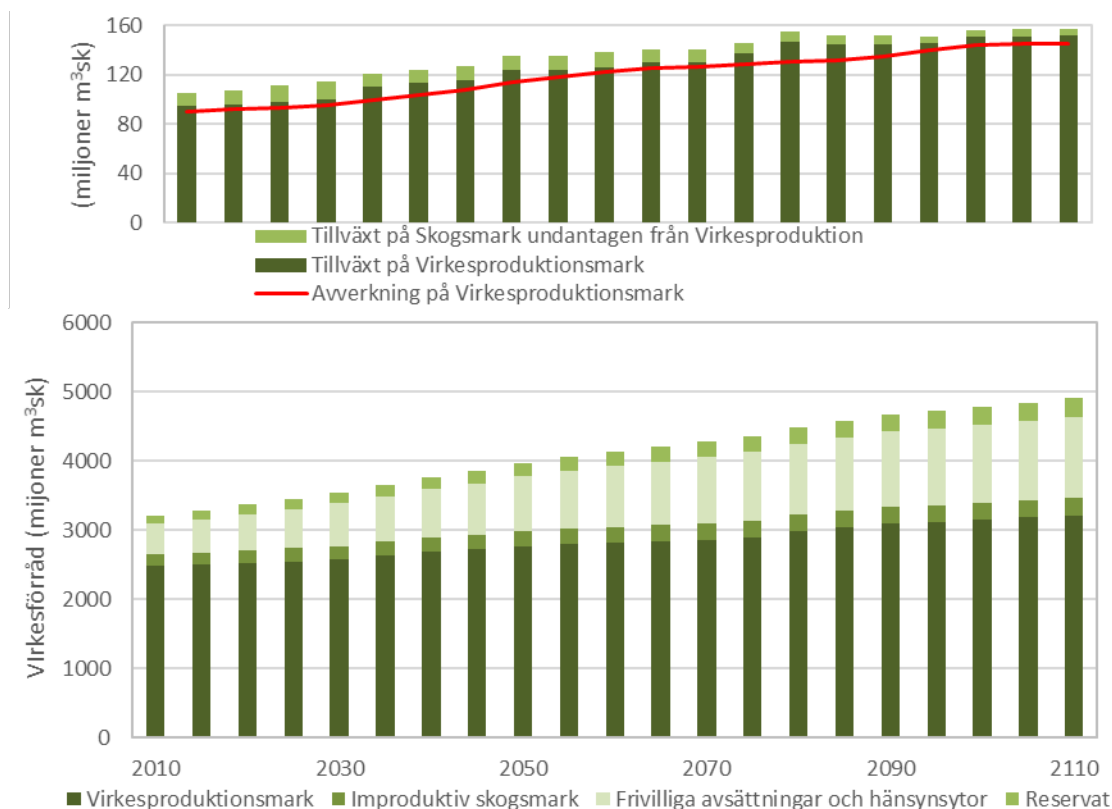
<b>Årlig förändring i kolpooler och övriga årliga utsläpp</b>		<b>2021-2025</b>
<b>[miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter]</b>		
Levande biomassa, totalt		-17,6
<i>All produktiv skogsmark (23,2 miljoner hektar)</i>		-14,08
<i>Improduktiv skogsmark (3,9 miljoner hektar)</i>		-3,6
Död ved		-2,5
Fastmark	Förna och markkol ner till 50 cm	-11,5
Torvmark	Utsläpp av CO <sub>2</sub> och DOC från dränerad torvmark	5,2
	Utsläpp av N <sub>2</sub> O och CH <sub>4</sub> från dränerad torvmark	1,2
Skogsprodukter baserade på biomassa från <i>Brukad skogsmark</i> (totalt)		-6,3
<i>Sågade varor</i>		-4,9
<i>Träbaserade skivor</i>		0,40
<i>Papper och pappskivor</i>		-1,7
Utsläpp av lustgas i samband med gödsling (N <sub>2</sub> O)		0,03
Växthusgasutsläpp orsakade av brand (N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> )*		0,07
<b>TOTALT UTAN SKOGSPRODUKTER</b>		<b>-24,9</b>
<b>TOTALT MED SKOGSPRODUKTER</b>		<b>-31,1</b>

\* CO<sub>2</sub> inkluderas i nettoförändring i levande biomassa

**Tabell 6.** Resultat, bokföring och klimatnytta för *Brukad skogsmark* 2021-2025 för scenariot *Högre efterfrågan* jämfört med *FRL*-scenariot. Uppdelningen följer regelverket för bokföring 2021-2030 där död ved och långlivade skogsprodukter bokförs utan bokföringstak. Levande biomassa, markkol och övriga utsläpp begränsas i bokföringen av ett tak på -2,5 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

<b>(miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter)</b>	<b>FRL</b>	<b>Högre efterfrågan</b>	<b>Skillnad</b>	<b>Bokföring</b>
Levande biomassa, markkol och övriga utsläpp	-23,8	-24,1	-0,4	-0,4
Död ved	-2,4	-2,5	-0,2	-0,2
Skogsprodukter med lång livslängd	-4,4	-4,5	-0,1	-0,1
<b>Totalt upptag/utsläpp i kolpooler och övriga utsläpp</b>	<b>-30,6</b>	<b>-31,2</b>	<b>-0,6</b>	<b>-0,6</b>
Beräknad substitution	-92,2	-93,2	-1,0	-
<b>Beräknad total klimatnytta</b>	<b>-122,8</b>	<b>-124,4</b>	<b>-1,6</b>	-

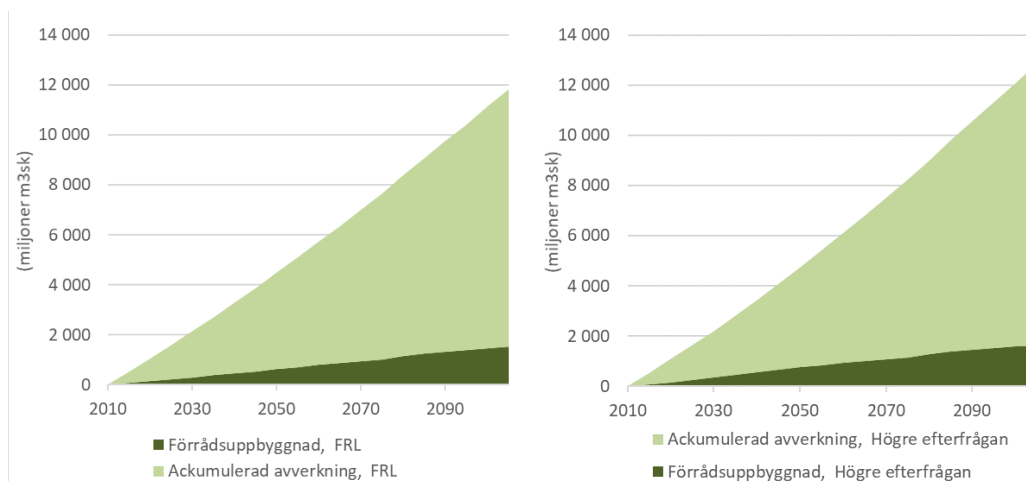




**Figur 4.** Tillväxt(netto) på Skogsmark undantagen från virkesproduktion, tillväxt(netto) och avverkning på Virkesproduktionsmark och totalt virkesförråd på *Brukad skogsmark* fördelat på Virkesproduktionsmark och Skogsmark undantagen från virkesproduktion enligt scenario *Högre efterfrågan*. Skogsmark undantagen från virkesproduktion är uppdelad på formella och frivilliga avsättningar av produktiv skogsmark, hänsynsytor på produktiv skogsmark samt Improduktiv skogsmark.

Tillväxten och avverkningen ökar avsevärt under kommande 100-årsperiod för scenariot *Högre efterfrågan* (Figur 4). Tillväxten ökar med närmare 53 miljoner m<sup>3</sup>sk totalt (ca 50 procent). Den totala ökningen i tillväxt inkluderar en tillväxtökning på 57 miljoner m<sup>3</sup>sk på Virkesproduktionsmarken medan tillväxten på Skogsmark undantagen från virkesproduktion minskar med drygt 4 miljoner m<sup>3</sup>sk. Avverkningen ökar med nästan 56 miljoner m<sup>3</sup>sk (drygt 62 procent). Virkesförrådet ökar med totalt nästan 1 700 miljoner m<sup>3</sup>sk (drygt 50 procent) vilket motsvarar ett årligt nettoupptag i levande biomassa på närmare 20 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år att jämföra med 19 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år i genomsnitt för motsvarande period för *FRL*-scenariot.

Vid en jämförelse mellan scenariot *Högre efterfrågan* och *FRL*-scenariot ser vi att i slutet av perioden är förråden ganska lika. Den årliga tillväxten och avverkningen var 158 respektive ca 145 miljoner m<sup>3</sup>sk per år för scenariot *Högre efterfrågan* och 145 respektive ca 130 miljoner m<sup>3</sup>sk per år för *FRL*-scenariot vilket belyser effekten på tillväxten av de produktionshöjande åtgärderna och därmed möjligheten att öka avverkningen utan att påverka förrådet negativt. Totalt var skillnaden i genomsnittlig årlig förrådsupbyggnad + årlig avverkning för den simulerade 100-årsperioden 11 miljoner m<sup>3</sup>sk per år eller 15 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år (Figur 5).



**Figur 5.** Förrådsupbyggnad från 2010 respektive ackumulerad avverkning från 2010 för *Brukad skogsmark* i scenarierna *FRL* och *Högre efterfrågan*. Förrådet blir något större för scenariot *Högre efterfrågan* 2110 och ackumulerad avverkning är avsevärt större. Varken tillväxt eller förråd har kulminerat i slutet av perioden i dessa två scenarier.

## Ökade avsättningar - som FRL men med minskad areal Virkesproduktionsmark

### *Beräkningsförutsättningar*

Detta scenario beskriver konsekvenserna av att öka skogsmarksarealen avsatt för naturvårdsändamål.

I *FRL* utgjordes den areal som undantagits från virkesproduktion av formella avsättningar (780 000 hektar), hänsynsytor (1 487 000 hektar), frivilliga avsättningar (1 345 000 hektar) och improduktiv skogsmark (3 928 000 hektar). I detta scenario har Produktiv skogsmark undantagen från virkesproduktion ökat med 4 516 000 hektar. Det betyder att drygt 8 miljoner hektar av den produktiva skogsmarksarealen undantagits från virkesproduktion vilket motsvarar ca 35 procent. Alla andra parametersättningar är lika som i *FRL*-scenariot, liksom startläget för simuleringen. Urvalet av de provytor som avsatts har skett så att i första hand skog med höga naturvärden valts<sup>21</sup> där graden av lämplighet för naturvård baserats på mätta variabler på provytor som inte tidigare avsatts för naturvårdsändamål i *FRL*-scenariot. De nya undantagna arealerna är någorlunda jämnt fördelade över landet, men med en lägre areal i Norra Norrland där reservatsarealerna idag är som störst.

### *Resultat*

Scenariot *Ökade avsättningar* resulterar i ett nettoupptag på närmare -45 miljoner ton CO<sub>2</sub> -ekvivalenter per år (Tabell 7). Jämfört med *FRL*-scenariot innebär det ett ökat nettoupptag i levande biomassa motsvarande 21,9 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år under perioden 2021-2025. Eftersom avverkningen ligger lägre än i *FRL* minskar inlagringen i skogsprodukter och förnaproduktionen som påverkar inlagringen i mark i detta scenario. Övriga emissioner i form av lustgas och metan ligger på samma nivå. Total nettoinlagring, enligt EUs rapporteringsregler och systemgränser, ökar med motsvarande 13,6 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år relativt *FRL* för perioden 2021-2025 (Tabell 7).

När avverkningen minskar, ökar det totala nettoupptaget, särskilt i levande biomassa på Virkesproduktionsmark. När det gäller bokföringen 2021-2025, för en utveckling i linje med scenariot *Ökade avsättningar*, begränsas dock det större rapporterade nettoupptaget av bokföringstaket på -2,5 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år (gäller levande biomassa, markkol och övriga utsläpp). Samtidigt minskar upplagringen i sågade varor och träbaserade skivor i kolpoolen långlivade skogsprodukter på grund av den lägre avverkningsnivån och följaktligen bokförs ett nettoutsäpp på 2,8 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år. Död ved utgör ett litet bokfört nettoupptag. Sammantaget blir summan av de olika bokföringsposterna i stort sett samma som för *FRL* och totalt medför scenariot *Ökade avsättningar* ett totalt bokfört nettoupptag på -0,3 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år (Tabell 8).

Eftersom avverkningen minskar så minskar även substitutionseffekten. Den beräknade substitutionseffekten är 16,4 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter lägre per år jämfört med *FRL*. Det innebär att den beräknade totala klimatnyttan inte skiljer sig så mycket mellan scenarierna för perioden eftersom det ökade nettoupptaget av kol i levande biomassa är i samma storleksordning som den minskade substitutionseffekten. Jämfört med *FRL* blir klimatnyttan 2,8 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter lägre per år (Tabell 8).

<sup>21</sup> Lundström et al. 2011

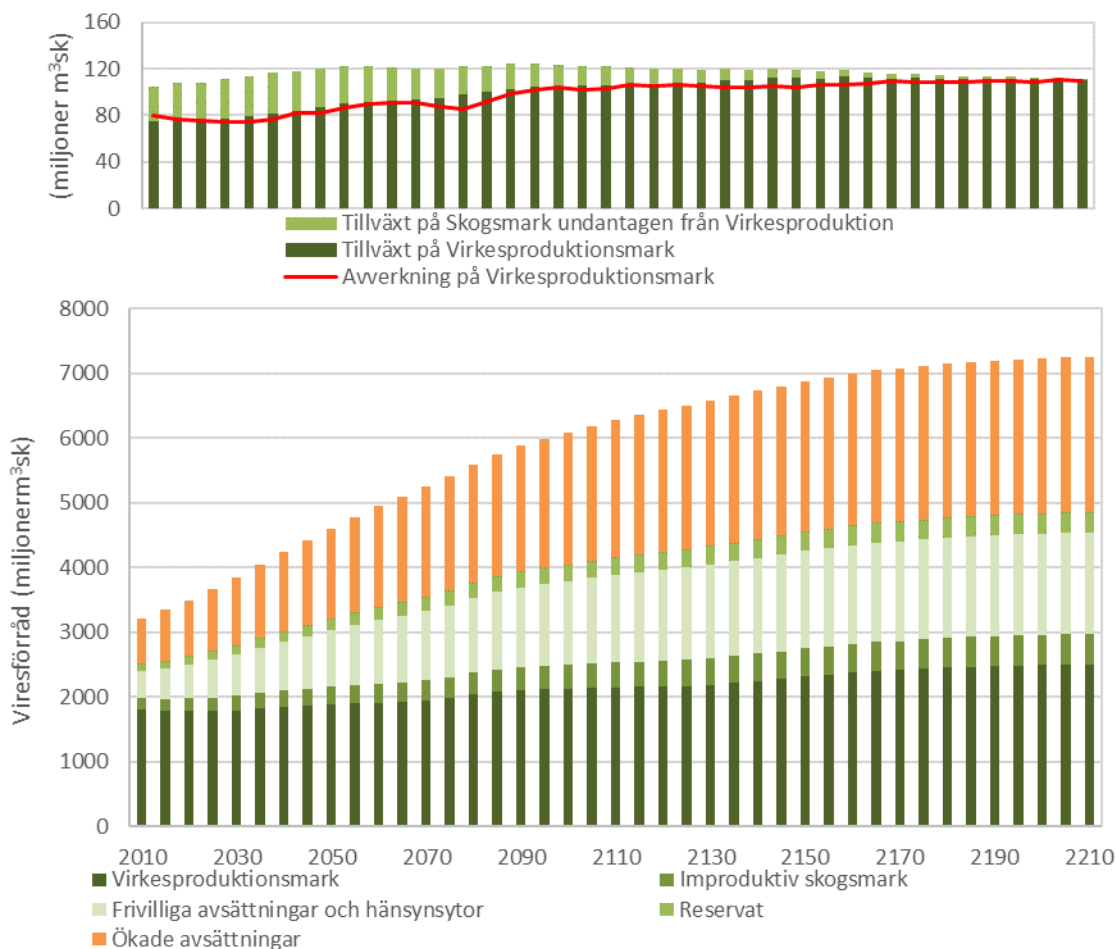
**Tabell 7.** Resultat för scenariot *Ökade avsättningar* för *Brukad skogsmark* 2021-2025 redovisade som genomsnittliga årliga värden för perioden 2021-2025. Negativa värden (-) representerar nettoupptag av koldioxid från atmosfären.

<b>Årlig förändring i kolpooler och övriga årliga utsläpp</b>		<b>2021-2025</b>
<b>[miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter]</b>		
Levande biomassa, totalt		-39,5
Virkesproduktionsmark (15,1 miljoner hektar)		1,9
Ökade avsättningar (4,5 miljoner hektar)		-21,6
Produktiv skogsmark redan undantagen från virkesproduktion (3,6 miljoner hektar)		-16,0
Improduktiv skogsmark (3,9 miljoner hektar)		-3,8
Död ved		-2,9
Fastmark	Förna och markkol ner till 50 cm	-6,4
Torvmark	Utsläpp av CO <sub>2</sub> och DOC från dränerad torvmark	5,1
	Utsläpp av N <sub>2</sub> O och CH <sub>4</sub> från dränerad torvmark	1,2
Skogsprodukter baserade på biomassa från <i>Brukad skogsmark</i> (totalt)		-1,7
Sågade varor		-2,1
Träbaserade skivor		0,46
Papper och pappskivor		-0,054
Utsläpp av lustgas i samband med gödning (N <sub>2</sub> O)		0,03
Växthusgasutsläpp orsakade av brand (N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> )*		0,07
<b>TOTALT UTAN SKOGSPRODUKTER</b>		<b>-42,5</b>
<b>TOTALT MED SKOGSPRODUKTER</b>		<b>-44,6</b>

\* CO<sub>2</sub> inkluderas i nettoförändring i levande biomassa

**Tabell 8.** Resultat, bokföring och klimatnytta för *Brukad skogsmark* 2021-2025 för scenariot *Ökade avsättningar* jämfört med *FRL*-scenariot. Uppdelningen följer regelverket för bokföring 2021-2030 där död ved och långlivade skogsprodukter bokförs utan bokföringstak. Levande biomassa, markkol och övriga utsläpp begränsas i bokföringen av ett tak på -2,5 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

<b>(miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter)</b>	<b>FRL</b>	<b>Ökade avsättningar</b>	<b>Skillnad</b>	<b>Bokföring</b>
Levande biomassa, markkol och övriga utsläpp	-23,8	-39,6	-15,9	-2,5
Död ved	-2,4	-3,0	-0,6	-0,6
Skogsprodukter med lång livslängd	-4,4	-1,6	2,8	2,8
<b>Totalt upptag/utsläpp i kolpooler och övriga utsläpp</b>	<b>-30,6</b>	<b>-44,2</b>	<b>-13,6</b>	<b>-0,3</b>
Beräknad substitution	-92,2	-75,8	16,4	-
<b>Beräknad total klimatnytta</b>	<b>-122,8</b>	<b>-120,0</b>	<b>2,8</b>	-

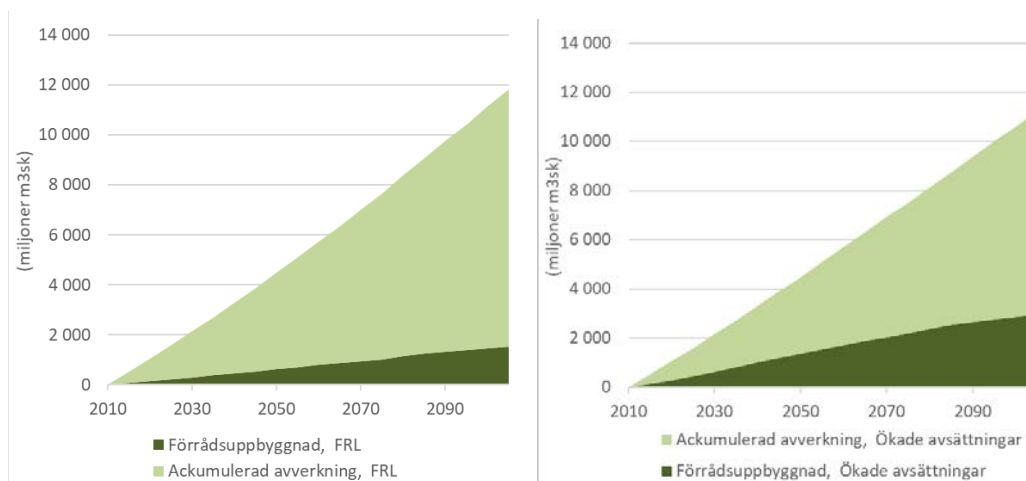


**Figur 6.** Tillväxt(netto) på Skogsmark undantagen från virkesproduktion, tillväxt(netto) och avverkning på Virkesproduktionsmark och totalt virkesförråd på *Brukad skogsmark* fördelat på Virkesproduktionsmark och Skogsmark undantagen från virkesproduktion enligt scenario *Ökade avsättningar*. Skogsmark undantagen från virkesproduktion är uppdelad på formella och frivilliga avsättningar av produktiv skogsmark, hänsynsytor på produktiv skogsmark samt Improduktiv skogsmark.

I likadrig skog på Virkesproduktionsmark sker en kontinuerlig uppbyggnad av virkesförrådet fram till förnygringsavverkning sker. Om tidigare brukad skog undantas från virkesproduktion kommer virkesförrådet att fortsätta att öka under ganska lång tid för att sedan avta när skogen åldras och den naturliga avgången blir ungefär lika stor som tillväxten hos de levande träden. När skogarna blir mycket gamla går nettotillväxten mot noll. För att illustrera detta förlängdes analysperioden för scenariot dubbla avsättningar till 200 år.

Simuleringen visar att virkesförrådsuppbyggnaden pågår under lång tid. Först efter 180 år tycks kulmination nås och då vid ett totalt virkesförråd på omkring 7 200 miljoner m<sup>3</sup>sk vilket är mer än dubbelt så högt som idag (Figur 6).

Akkumulerad avverkning plus utvecklingen av virkesförråd för scenarierna *FRL* respektive *Ökade avsättningar* visar olika förlopp (Figur 7). En större del av den årliga tillväxten på *Brukad skogsmark* avverkas för *FRL* vilket leder till en lägre uppbyggnad av virkesförrådet jämfört med scenariot *Ökade avsättningar*. Efter 100 år är summan av förrådsuppbyggnad plus ackumulerad avverkning ca 11 miljoner m<sup>3</sup>sk per år större för *FRL*-scenariot vilket tyder på en genomsnittlig högre tillväxt. Skillnaden blir större med tiden eftersom skillnaden i tillväxt fortsätter att öka mellan scenarierna (Figur 1 & 6) för att efter 100 år uppgå till ca 25 miljoner m<sup>3</sup>sk per år.



**Figur 7.** Förråd respektive ackumulerad avverkning (miljoner m<sup>3</sup>sk) för *Brukad skogsmark* och scenarierna *FRL* och *Ökade avsättningar*. Förrådet är större för scenariot *Ökade avsättningar* men förråd plus ackumulerad avverkning är större för *FRL*-scenariot. Varken tillväxt (och därmed avverkning då avverkningen är satt till 100 procent på Virkesproduktionsmark) eller förråd har kulminerat efter 100 år.

## Positiva och negativa klimatteffekter

I samtliga scenarier som hittills presenterats i denna rapport har en positiv effekt på skogsproduktionen antagits i linje med vad som gjordes i SKA 15<sup>22</sup>, dvs. effekten av 2 graders ökning av den globala medeltemperaturen i linje med IPCC:s klimatscenario RCP4,5. Grunden för beslutet att inkludera en positiv tillväxteffekt av ökad koldioxidhalt i atmosfären och ett ändrat klimat redogörs för i en av rapporterna från arbetet med SKA 15<sup>23</sup>. Där beskrivs hur IPCC:s klimatscenario RCP4,5 kombinerats med en processbaserad tillväxtmodell BIOMASS. Resultatet av det arbetet blev att klimatscenario RCP4,5 verkar stimulera en tillväxtökning i den svenska skogen. Denna effekt på tillväxten integrerades som ett tillval i Heurekas programpaket och användes sedan i de flesta av de scenarier som analyserades i SKA 15. I SKA 15-rapporten påtalas också kunskapsbrister både vad gäller klimatteffekten på tillväxten och i vilken utsträckning den kan komma att hållas tillbaka av klimatrelaterade skador såsom brand, vind- och snöskador, vilka inte sällan åtföljs av barkborreskador.

För att belysa effekten av såväl positiva som negativa klimatteffekter analyserades tre scenarier. I det första scenariot (som vi kallar *Positiva klimatteffekter*) visas hur stor effekt den antagna tillväxtstimulansen framtagna i SKA 15 får på virkesförrådet, skogsproduktionen och därmed avverkningsmöjligheterna. Här drar vi alltså nytta av redan framtagna resultat inom SKA 15, vilka begränsar sig till beskrivningar av utvecklingen med och utan klimatteffekt enligt RCP4,5 för scenariot som benämndes *Dagens skogsbruk* i SKA 15. Tillväxteffekten av RCP4,5 skattades genom att jämföra de båda alternativen.

Det andra scenariot (som vi kallar *Negativa klimatteffekter*) belyser tänkbara negativa effekter på kolpoolerna orsakade av klimatförändringen, till exempel genom ökade skador från vind, snö, brand, insekter etc. Ett sådant scenario har exemplifierats med en simulering i Heureka genom att anta att den naturliga avgången (självgallringen) fördubblas samtidigt som antagandet som beskrevs i föregående stycke, om en tillväxtpositiv klimatteffekt exkluderas. En fördubbling av självgallringen innebär att den årliga volymen stamved som går från levande till död ved ökar från ca 12 till 24 miljoner kubikmeter.

Båda dessa scenarier är helt teoretiska men å andra sidan inte helt orealistiska. Givet den vetenskapliga osäkerheten rörande det framtida klimatets effekter på våra skogar är det dock viktigt att läsa in resultaten från alla scenarioanalyser som presenteras här med försiktighet. Detta rör sig inte om prognoser om framtiden - utan utfall av scenarier med dess ingående antaganden (till exempel om effekter av ett förändrat klimat) och modelltekniska lösningar.

---

<sup>22</sup> Claesson et al. 2015

<sup>23</sup> Eriksson et al. 2015

## Positiv climateffekt

### Beräkningsförutsättningar

Den förväntade klimatförändringen i Sverige givet det valda IPCCs klimatscenario RCP4,5 under perioden 2071-2100 i jämförelse med perioden 1961-1990 karakteriseras enligt Eriksson et al.<sup>24</sup> av följande:

- Årsmedeltemperaturen har ökat med 2-4 grader. Ökningen är större vintertid än sommartid och större i norr än i söder.
- Vegetationsperioden är 1-2 månader längre, med större skillnad i söder än i norr.
- Årsnederbörden har ökat med i genomsnitt 15-20 procent, mer i norr och mindre i söder. Förändringen beräknas bli större under vår- och vintermånader, speciellt i norra Sverige och mindre under sommar och höst, speciellt i södra Sverige.
- Frekvensen av åskväder och därmed blixurladdningar har troligen ökat.
- Grundvattennivåerna är i medeltal högre under vintern - i västra och centrala Norrland även under våren, medan de då är lägre i Götaland och längs Norrlandskusten
- Risken för marktorka sommartid har ökat i hela södra Sverige och nordöstra Norrland, allra mest i sydöstra Sverige.
- De starkaste byvindarna har blivit något starkare i södra Götaland (< 1 m/s) och något svagare i norra Norrland (< 1 m/s).

Den processbaserade modellen BIOMASS användes för att kvantifiera hur skogstillväxten kan komma att påverkas av framtida klimatförändringar enligt RCP4,5. Klimatresponsen från BIOMASS används sedan för att justera tillväxten i de empiriska funktionerna i Heureka RegVis. Att förändringar i det framtida klimatet också kunde påverka frekvensen skador i våra skogar diskuterades under arbetet med SKA 15. Man landade i att det saknades både kunskap och underlag för att även integrera detta i scenarioanalyserna, vilket lyftes fram som en brist. Överhuvudtaget pekade man på stora osäkerheter kopplade till effekter av förändringar i klimatet i rapporterna från SKA 15.

Den integrerade climateffektmodellen användes i samtliga scenarioanalyser som redovisades från SKA 15 med ett enda undantag - dagens skogsbruk för *Brukad skogsmark*, där hela tillväxten avverkas på Virkesproduktionsmark både med (liktydigt med *FRL* i denna rapport) och utan climateffekt. För att illustrera hur stor den positiva climateffekten kan vara har vi valt att återanvända det underlaget från SKA 15. Då resultatredovisningen från SKA 15 begränsade sig till att redovisa virkesförråd, tillväxt och avverkning i kubikmeter stamved kan vi bara redovisa och diskutera dessa värden här men vår bedömning är att jämförelsen ändå är ytterst relevant och att snarlika resultat skulle erhållas även om volymerna räknats om till koldioxidekvivalenter.

---

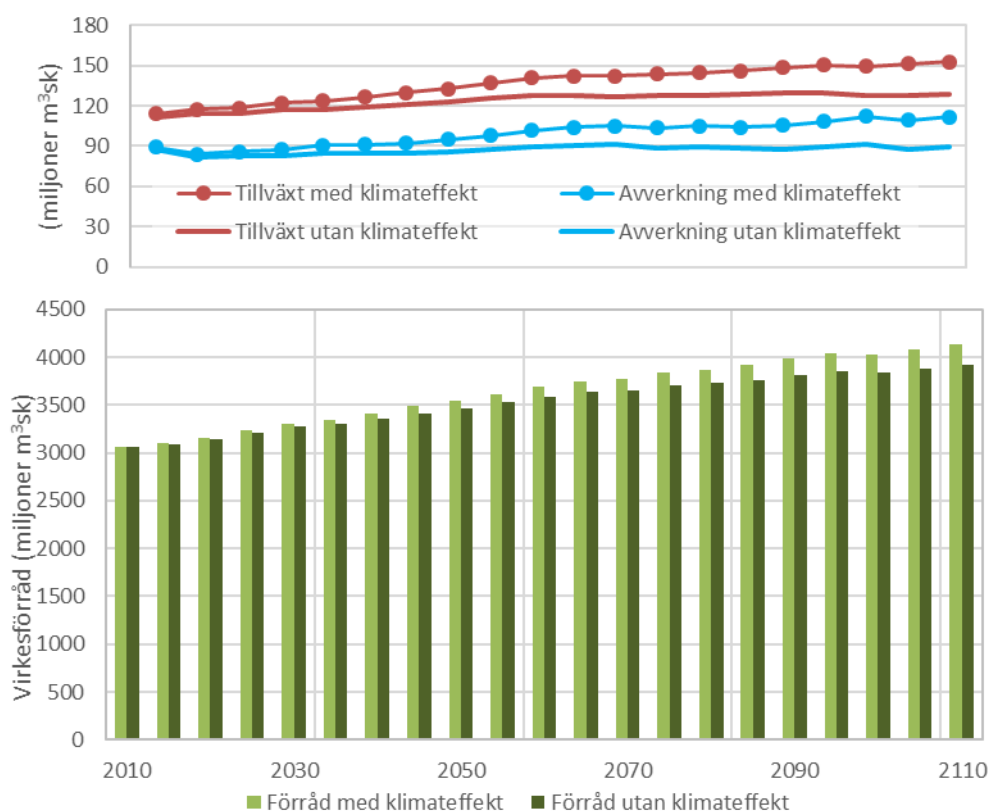
<sup>24</sup> Eriksson et al. 2015



## Resultat

Med en klimateffekt enligt beskrivningen ovan ökade tillväxten på den brukade skogsmarken med 6 miljoner m<sup>3</sup>sk (5 procent) kring år 2030 och nästan 25 miljoner m<sup>3</sup>sk (19 procent) vid periodens slut år 2110 jämfört med motsvarande scenario utan klimateffekt (Figur 8). Av denna ökning låg 5 (2030) respektive 21 (2110) miljoner m<sup>3</sup>sk på Virkesproduktionsmark, vilket öppnar för en ökad avverkningsnivå motsvarande 6 respektive 25 procent jämfört med scenariot utan klimateffekt. Den klimatrelaterade tillväxtökningen påverkade också det stående virkesförrådet på hela den brukade skogsmarken, vilket ökade med 30 respektive 205 miljoner m<sup>3</sup>sk till år 2030 respektive 2100 vilket motsvarar 1 respektive 5 procent. Att ökningen inte blev större beror på att avverkningen på Virkesproduktionsmarken också ökar när tillväxten ökar.

En grov omräkning av ökningen i virkesförråd till biomassa och kolinlagring ger att den genomsnittliga ökningen i virkesförråd motsvarar 0,85 ton kol per år vilket motsvarar drygt 3 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år för den simulerade perioden.



**Figur 8.** Tillväxtens, avverkningsnivåns och virkesförrådets utveckling i den svenska brukade skogen 2010-2110 med och utan positiv klimateffekt i scenariot *Dagens skogsbruk* från SKA 15. Efterfrågan på skogsråvara motsvarar den som använts i denna rapport för *FRL* vilket innebär att hela tillväxten på Virkesproduktionsmark avverkas.

## Negativa climateffekter

### Beräkningsförutsättningar

Det som talar emot ökad tillväxt är att tillväxtförluster kan uppstå till följd av torka och vattenstress, ökad frekvens och utbredning av skogsbränder, mer frekventa stormskador samt ökade förekomster av olika skadegörare. Vår- och sommartorka utgör väderhändelser som kan påverka tillväxten negativt. Detta scenario analyserar hur negativa effekter på nettotillväxten av ett ändrat klimat kan påverka kolpoolsförändringar på *Brukad skogsmark*, tillväxt och avverkningsmöjligheterna. På kort sikt påverkas inte kolpoolerna så mycket genom att kol enbart byter kolpool från levande biomassa till död ved, men avverkningen sjunker direkt eftersom nettotillväxten sjunker och därmed avverkningen för att inte sänka virkesförrådet. I praktiskt skogsbruk är det möjligt att en del av de träd som dör skulle tas tillvara men i det scenario som redovisas här har vi antagit att de döda träden lämnas kvar i skogen.

På grund av kunskapsbrist rörande framtida klimatsskador och dess mer eller mindre slumpmässiga uppträdande har vi valt att förenkla detta scenario. Vi utgår från *FRL* (samma startläge, avverkningsansats etc.) men utan den modellerade positiva climateffekten på tillväxten. Dessutom antar vi att den naturliga avgången (självgallringen) fördubblas under hela scenarioperioden. Scenariot är alltså ett exempel på vad som kan hända om den positiva tillväxten till följd av varmare väder uteblir samtidigt som avgången i skogen ökar.

### Resultat

Scenariot *Negativa climateffekter* resulterar i ett nettoupptag på drygt -18 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år (Tabell 9). Totalt är det rapporterade nettoupptaget för perioden 2021-2025, 12 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år lägre än nettoupptaget för *FRL*-scenariot (Tabell 1). Jämfört med *FRL*-scenariot minskade nettoupptaget i levande biomassa med 10 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år. Nettoupptaget i död ved ökade från 2,5 till 5,6 miljoner ton CO<sub>2</sub> och nettoupptaget i skogsprodukter minskade från 5,5 till 3,9 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år jämfört med *FRL*-scenariot genom att avverkningen också minskade (Tabell 9).

Den stora minskningen i nettoupptag medför ett stort bokfört utsläpp för alla kolpooler utom för död ved eftersom det inte finns några bokföringsbegränsningar alls på utsläppssidan av referensnivån för skogsbruk. Även skogsprodukter genererar således ett bokfört utsläpp. De bokförda utsläppen kompenseras bara marginellt av ett ökat förråd av död ved. Totalt skulle Sverige kunna debiteras med drygt 12 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år givet att utvecklingen följer ett scenario med climateffekter i den storleksordning som simuleras i scenario *Negativa climateffekter* inträffar (Tabell 10).

Eftersom avverkningen sjunker kraftigt minskar också substitutionseffekten med 12,9 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år jämfört med *FRL*. Sammantaget visar analysen att om scenariot skulle inträffa så betyder det att den svenska skogens klimatnytta minskar kraftigt under perioden. Totalt så minskar den beräknade klimatnyttan med 25,2 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år till följd av minskad kolförrådsupbyggnad och lägre substitutionseffekt jämför med *FRL*.

**Tabell 9.** Resultat för scenariot *Negativa klimateffekter* för *Brukad skogsmark* 2021-2025 redovisade som genomsnittliga årliga värden för perioden 2021-2025. Negativa värden (-) representerar nettoupptag av koldioxid från atmosfären.

Årlig förändring i kolpooler och övriga årliga utsläpp [miljoner ton CO <sub>2</sub> -ekvivalenter]		2021-2025
Levande biomassa, totalt		-7,5
Virkesproduktionsmark (19,6 miljoner hektar)		4,3
Produktiv skogsmark undantagen från virkesproduktion (3,6 miljoner hektar)		-10,1
Improduktiv skogsmark (3,9 miljoner hektar)		-1,7
Död ved		-5,6
Fastmark	Förna och markkol ner till 50 cm	-7,6
Torvmark	Utsläpp av CO <sub>2</sub> och DOC från dränerad torvmark	5,1
	Utsläpp av N <sub>2</sub> O och CH <sub>4</sub> från dränerad torvmark	1,2
Skogsprodukter baserade på biomassa från <i>Brukad skogsmark</i> (totalt)		-3,9
Sågade varor		-3,3
Träbaserade skivor		0,45
Papper och pappskivor		-1,0
Utsläpp av lustgas i samband med gödsling (N <sub>2</sub> O)		0,03
Växthusgasutsläpp orsakade av brand (N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> )*		0,07
<b>TOTALT UTAN SKOGSPRODUKTER</b>		<b>-14,4</b>
<b>TOTALT MED SKOGSPRODUKTER</b>		<b>-18,3</b>

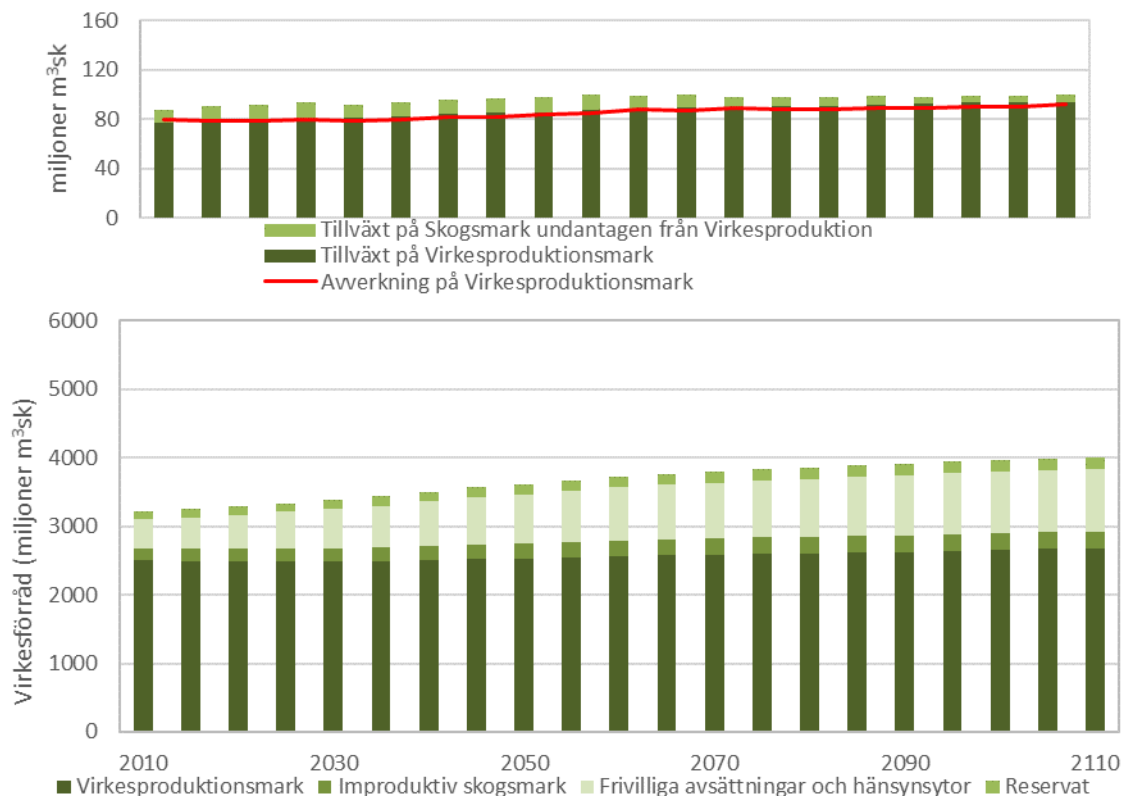
\* CO<sub>2</sub> inkluderas i nettoförändring i levande biomassa

**Tabell 10.** Resultat, bokföring och klimatnytta för *Brukad skogsmark* 2021-2025 för scenariot *Negativa klimateffekter* jämfört med *FRL*-scenariot. Uppdelningen följer regelverket för bokföring 2021-2030 där död ved och långlivade skogsprodukter bokförs utan bokföringstak. Levande biomassa, markkol och övriga utsläpp begränsas i bokföringen av ett tak på -2,5 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

(miljoner ton CO <sub>2</sub> -ekvivalenter)	FRL	Negativa klimateffekter	Skillnad	Bokföring
Levande biomassa, markkol och övriga utsläpp	-23,8	-9,8	14,0	14,0
Död ved	-2,4	-5,6	-3,3	-3,3
Skogsprodukter med lång livslängd	-4,4	-2,9	1,6	1,6
<b>Totalt upptag/utsläpp i kolpooler och övriga utsläpp</b>	<b>-30,6</b>	<b>-18,3</b>	<b>12,3</b>	<b>12,3</b>
Beräknad substitution	-92,2	-79,3	12,9	-
<b>Beräknad total klimatnytta</b>	<b>-122,8</b>	<b>-97,5</b>	<b>25,2</b>	-

Figur 9 beskriver utvecklingen över kommande 100-årsperiod givet scenariot *Negativa klimateffekter*. Tillväxten ökar bara måttligt under perioden med ca 10 miljoner m<sup>3</sup>sk (ca 9 procent) medan avverkningen sjunker momentant till en låg nivå (10 miljoner m<sup>3</sup>sk lägre än avverkningen i *FRL*-scenariot) för att sedan öka med drygt 12 miljoner m<sup>3</sup>sk (ca 15 procent). Virkesförrådet ökar med totalt knappt 800 miljoner m<sup>3</sup>sk (drygt 24 procent), vilket motsvarar ett årligt nettoupptag i levande biomassa på knappt 8 miljoner ton CO<sub>2</sub> att jämföra med 19 miljoner ton CO<sub>2</sub> i genomsnitt för motsvarande period för *FRL*-scenariot.

Visserligen ökar avverkningen under perioden men från en lägre nivå än i *FRL*-scenariot (ca 10 miljoner m<sup>3</sup>sk lägre). I slutet av perioden hamnar avverkningen närmare 38 miljoner m<sup>3</sup>sk per år lägre än motsvarande för *FRL*-scenariot. Ett scenario där negativa klimateffekter inträffar i denna skala får således stora effekter både för inlagringen av kol i växande skog och för möjligheterna att hämta råvara från skogen.

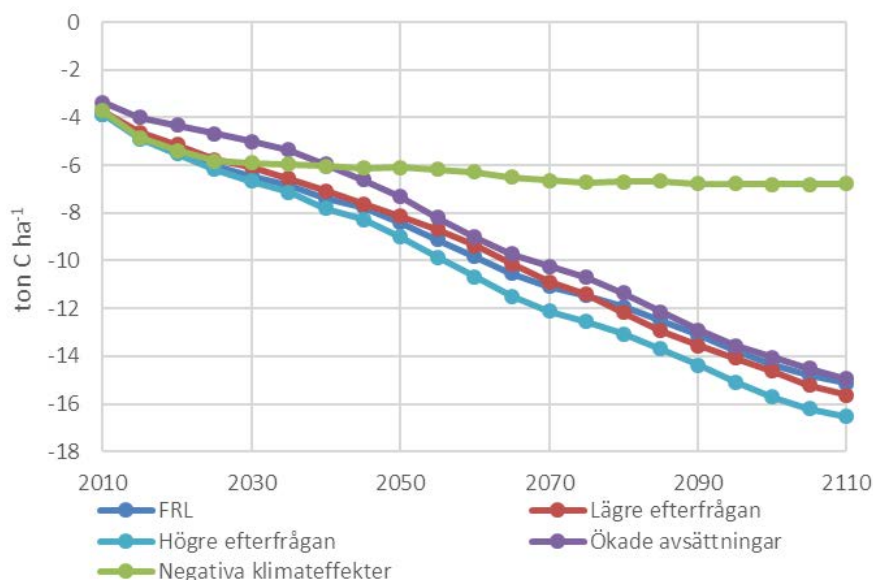


**Figur 9.** Tillväxt(netto) på Skogsmark undantagen från virkesproduktion, tillväxt(netto) och avverkning på Virkesproduktionsmark och totalt virkesförråd på *Brukad skogsmark* fördelat på Virkesproduktionsmark och Skogsmark undantagen från virkesproduktion enligt scenario *Negativa klimateffekter*. Skogsmark undantagen från virkesproduktion är uppdelad på formella och frivilliga avsättningar av produktiv skogsmark, hänsynsytor på produktiv skogsmark samt Improduktiv skogsmark.

## Markkol i scenarierna

Utvecklingen av markens kolförråd (fastmark) har beräknats för samtliga scenarier och ingår i redovisningarna av de sammanlagda kolpoolerna. För att visa på vilket sätt markkolet bidrar till de totala upptagen och utsläppen presenteras här resultat för markkolet separat.

Figur 10 sammanfattar utvecklingen av markens kolförråd över den kommande 100-årsperioden. Kolinlagringen i marken var störst för scenariot *Högre efterfrågan* även om skillnaden var relativt liten jämfört med övriga scenarier, bortsett från *Negativa climateffekter* som uppvisade avsevärt lägre inlagring. Efter några decennier upphör inlagringen nästan helt för *Negativa climateffekter* och markens kolförråd närmar sig ett jämviktstillstånd. Scenariot *Ökade avsättningar* har inledningsvis den lägsta kolinlagring, men efter ca 50 år är skillnaden mot *FRL* och *Minskad efterfrågan* marginell. Den genomsnittliga kolinlagringen varierade i intervallet 0,15-0,17 ton hektar och år, utom för *Negativa climateffekter* där den var 0,07 ton per hektar och år.



**Figur 10.** Den ackumulerade kolinlagringen i marken för *Brukad skogsmark* i Sverige, undantaget torvmark, enligt de olika scenarierna.

## Sammanfattning av scenarioresultat

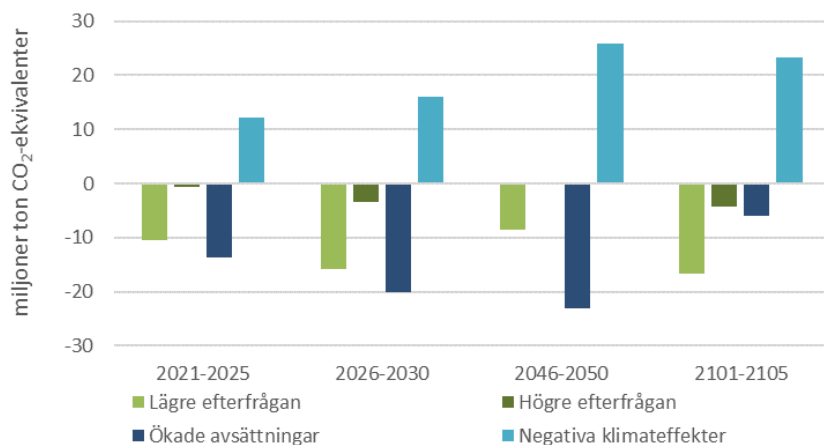
För scenarierna *Lägre efterfrågan* och *Ökade avsättningar* blir nettoupptaget av växthusgaser större än för *FRL* vilket främst beror på att avverkningen är lägre och att det därmed sker en nettoupplagring i växande skog. Scenariot *Högre efterfrågan* ger ungefär samma nettoresultat som *FRL*, främst på grund av att den något ökande tillväxten avverkas och att tillväxtökningen i sig är ganska måttlig. Scenariot *Negativa klimateffekter* resulterar i lägre nettoupptag jämfört med *FRL* som en följd av en tillväxtsminskning orsakad av den ökade mortaliteten och att den positiva tillväxteffekten av ett varmare klimat som ingår i *FRL* exkluderas i scenariot *Negativa klimateffekter*. Skillnaderna mellan scenarierna förstärks något över tid (Figur 11 & 14).

Bokföringsmässigt innebär EU:s regelverk för perioden 2021-2030 att både nettoupptag och avverkning behöver ligga på ungefär samma nivå som för *FRL*-scenariot för att undvika bokförda utsläpp (Figur 12). En ökad tillväxt som avverkas kan resultera i bokförda upptag via en ökning i kollagret i skogsprodukter medan det, på grund av det bokföringstak som gäller för bl.a. levande biomassa och markkol, i princip saknas incitament att öka tillväxten för lagring i skogen.

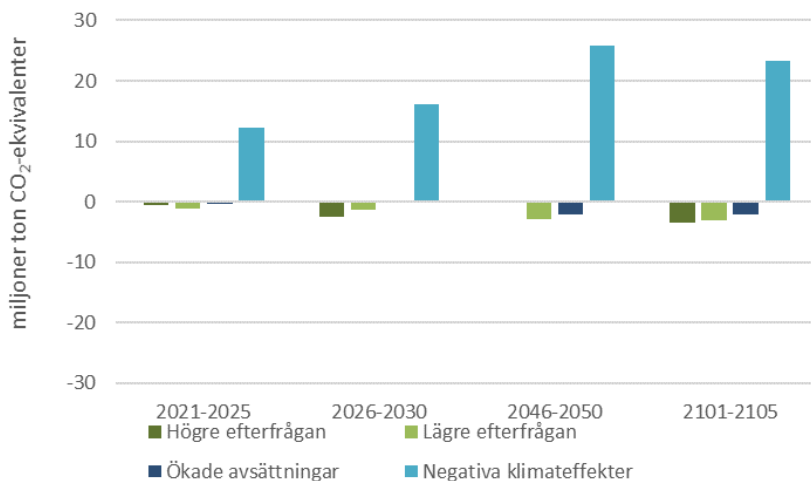
Bokföringsreglerna gör att det blir små skillnader mellan *FRL* och scenarierna *Lägre efterfrågan* respektive *Högre efterfrågan* samt *Ökade avsättningar* för naturvård. Däremot genererar den tillväxtförlust som scenario *Negativa klimateffekter* medför ett stort rapporterat och bokfört utsläpp.

För den beräknade klimatnyttan framträder ett liknande mönster som för nettoupptaget av växthusgaser (Figur 13). Jämfört med *FRL* blir den beräknade klimatnyttan betydligt lägre för scenario *Negativa klimateffekter*. I början av den analyserade perioden är skillnaderna mellan *FRL* och övriga scenarier inte så stor. På längre sikt och i slutet av analysperioden ger dock scenariot *Ökade avsättningar* en lägre klimatnytta till följd av att tillväxten i det alternativet börjar avmattas. För scenariot *Högre efterfrågan* blir resultatet det motsatta, den uthålligt ökade tillväxten ger en högre klimatnytta än *FRL* i slutet av analysperioden.

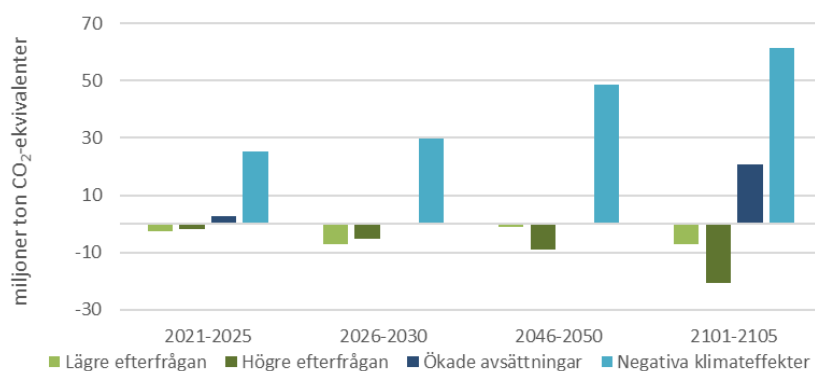
I Figur 14 visas rapporterade nettoupptag för *Brukad skogsmark* för alla scenarier. Det scenario som sticker ut är scenariot *Negativa klimateffekter* som ger det lägsta nettoupptaget över hela perioden. I ett kortare tidsperspektiv (20-50 år) kan det verka bättre att spara mer kol i skogen (*Ökade avsättningar* och *Lägre efterfrågan*) om bara nettoupptaget i LULUCF-sektorn beaktas medan det på längre sikt är mer otydligt vilken strategi som ger högst nettoupptag. För att få en helhetsbild bör även effekterna av att den avverkade biomassan som används till substitution av fossila produkter beaktas.



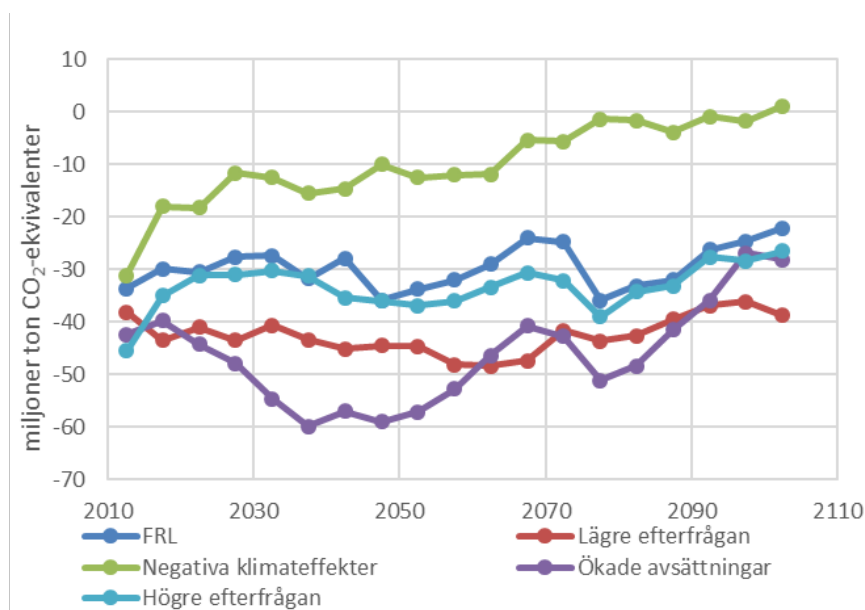
**Figur 11.** Skillnaden i årlig förändring av redovisade kolpooler och övriga årliga utsläpp för *Brukad skogsmark* respektive scenario jämfört med *FRL*. Värdet för *FRL* motsvarar upptag av CO<sub>2</sub> på 30,6; 27,7; 35,9; och 22,1 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år för de fyra redovisade perioderna.



**Figur 12.** Bokfört utsläpp/upptag enligt EU:s LULUCF-förordning för *Brukad skogsmark* för fyra analyserade scenarier. Observera att förordningen bara gäller till 2030.



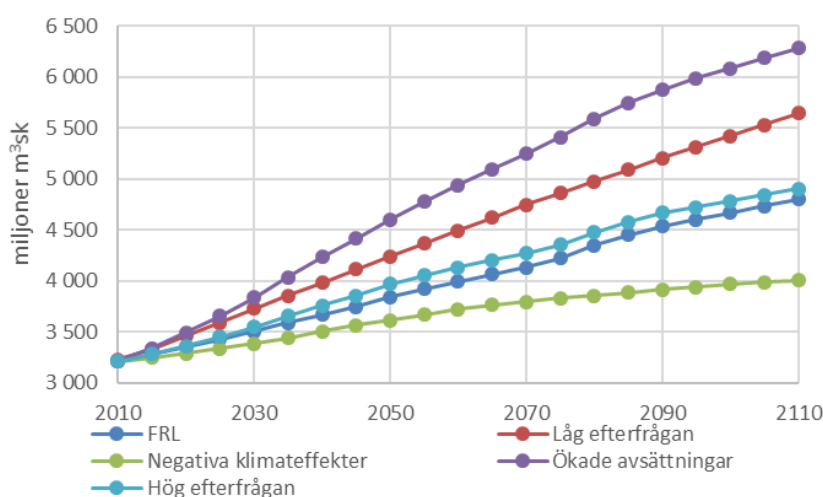
**Figur 13.** Skillnaden i årlig klimatnytta som beräknats som totalt nettoupptag (alla kolpooler och utsläpp) + avverkningen multiplicerat med en substitutionsfaktor (1 ton CO<sub>2</sub> per kubikmeter) för respektive scenario jämfört med *FRL*.



**Figur 14.** Rapporterade årliga totala utsläpp/upptag (utsläpp och upptag i kolpooler och övriga utsläpp) för *Brukad skogsmark* i Sverige för fem analyserade scenarier.

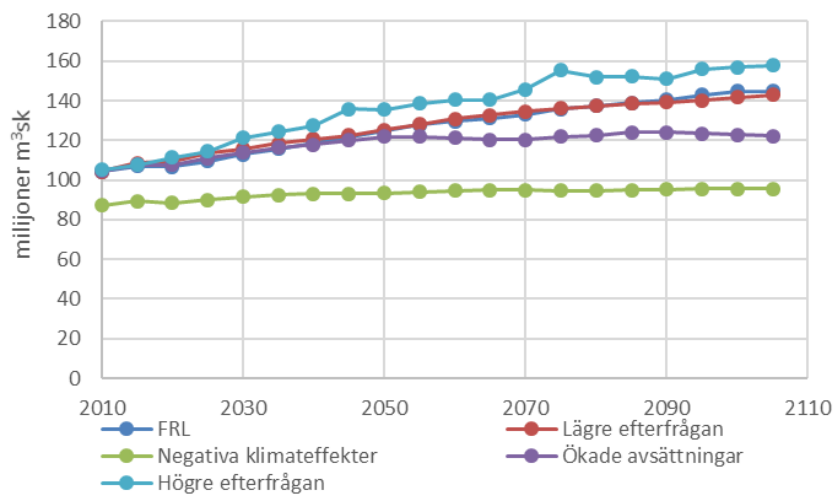
I Figurerna 15-17 beskrivs utveckling av förråd, nettotillväxt och avverkning för olika scenarier för *Brukad skogsmark*. Här ingår således såväl som skogsmark undantagen från virkesproduktion. Förrådsutvecklingen är skillnaden mellan tillväxt och avgång. Avgången består av avverkning som tas tillvara, avverkning som lämnas i skogen (t ex röjning) samt självgallring (naturlig avgång).

I denna analys avser avverkning enbart den del som tas ut ur skogen. Givet i övrigt likartade förutsättningar visar Figur 15 att förrådsutvecklingen blir störst när vi avverkar mindre (scenario *Ökade avsättningar*) och minst om tillväxten minskar (scenario *Negativa klimateffekter*).

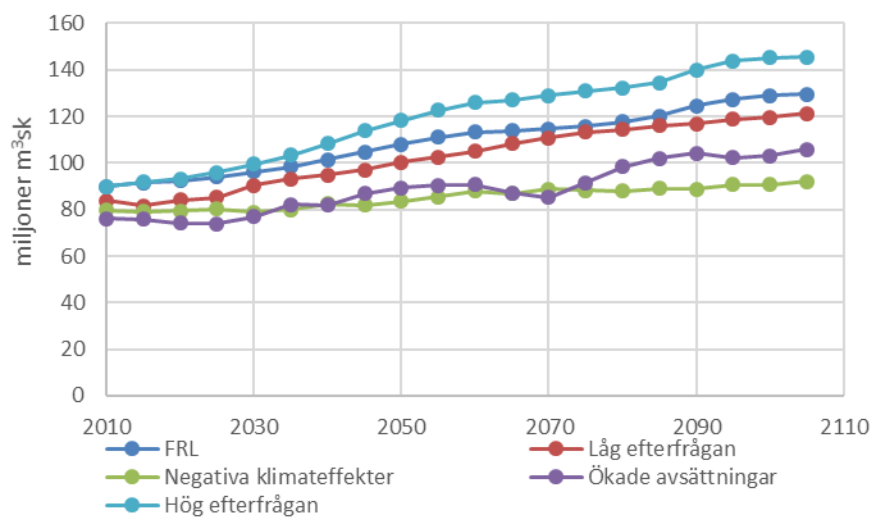


**Figur 15.** Virkesförrådets utveckling för fem olika scenarier för *Brukad skogsmark*.





**Figur 16.** Tillväxt (nettotillväxt) för fem olika scenarier för *Brukad skogsmark*



**Figur 17.** Avverkning för fem olika scenarier för *Brukad skogsmark*. Avverkningen sker bara på den del av *Brukad skogsmark* som är .

Analysen av de ingående scenarierna visar således att skillnaderna i nettoinlagring är stor mellan scenarierna under hela analysperioden medan effekterna på bokföringen blir liten med undantag av scenariot *Negativa climateffekter* (Tabell 11). För den beräknade klimatnyttan så skiljer sig inte scenarierna åt i början av analysperioden med undantag av scenariot *Negativa climateffekter*. I slutet av analysperioden framträder dock skillnader mellan scenarierna där scenariot *Högre efterfrågan* ger större klimatnytta än övriga scenarier (Tabell 11). *Högre efterfrågan* ger större klimatnytta än övriga scenarier (Tabell 11).

**Tabell 11.** Sammanfattande tabell med resultat (alla utsläpp och upptag), bokföring och klimatnytta för *Brukad skogsmark* 2021-2025, 2043-2050 och 2101-2105 för samtliga scenarier.

(miljoner ton CO <sub>2</sub> )	Nettoinlagring (alla utsläpp och upptag)			Bokföring enl. LULUCF-förordningen		
	2021-2025	2046-2050	2101-2105	2021-2025	2046-2050	2101-2105
<b>FRL</b>	-30,6	-35,9	-22,1	-	-	-
<b>Lägre efterfrågan</b>	-41,0	-44,5	-38,7	-1,2	-2,8	-3,0
<b>Högre efterfrågan</b>	-31,2	-36,0	-26,5	-0,6	-0,1	-3,4
<b>Ökade avsättningar</b>	-44,2	-59,0	-28,2	-0,3	-2,1	-2,1
<b>Negativa climateffekter</b>	-18,3	-10,0	1,1	12,3	25,9	23,2

(miljoner ton CO <sub>2</sub> )	Klimatnytta			Ackumulerad klimatnytta från 2010		
	2021-2025	2046-2050	2101-2105	2021-2025	2046-2050	2101-2105
<b>FRL</b>	-123	-141	-151	-1838	-5065	-13130
<b>Lägre efterfrågan</b>	-125	-141	-158	-1862	-5251	-13719
<b>Högre efterfrågan</b>	-124	-150	-172	-1933	-5355	-14393
<b>Ökade avsättningar</b>	-120	-141	-130	-1791	-5129	-12627
<b>Negativa climateffekter</b>	-98	-92	-90	-1527	-3864	-8984

## Diskussion

I Sveriges senaste rapportering under Klimatkonventionen rapporterades ett utsläpp från övriga sektorer (Energi, Industriella processer och produktanvändning, Jordbruk och Avfall) på 53 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år och för LULUCF-sektorn rapporterades ett upptag om -43 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år varav ca -36 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år utgjorde ett nettoupptag i levande biomassa. Den senare beror på att tillväxten bundit in ca 165 miljoner ton CO<sub>2</sub> samtidigt som avverkningen motsvarade ca 130 miljoner ton CO<sub>2</sub>.

Utsläpp i samband med avverkning ingår alltså i levande biomassa i LULUCF-sektorn och för att undvika dubbelräkning räknas inte utsläppen vid förbränning av biomassa med i t.ex. Energisektorn. All substitution som uppstår till följd av att skogsprodukter ersätter fossila produkter, cement, stål, betong mm redovisas i andra sektorer och kan därför inte ingå i LULUCF-sektorn för att undvika dubbelräkning.

I denna rapport har vi trots detta valt att beräkna en klimatnytta för de olika scenarierna där även substitutionen ingår. Skälet är att alla förändringar av kolpooler och substitutionseffekterna måste beaktas samtidigt om en rättvisande bild av skogens roll i klimatarbetet ska erhållas. Substitutionseffekten som beräknas kan ses som ett exempel på skogens bidrag till att minska utsläpp i andra sektorer. Vi har valt en substitutionsfaktor som är relativt hög jämfört med analyser som tidigare gjorts under svenska förhållanden men samtidigt lägre än många andra studier som publicerats. En nyligen publicerad metaanalys<sup>25</sup> av ett stort antal studier som beräknat substitutionseffekten föreslog en medelsubstitutionsfaktor som motsvarar 1,2 kg fossilt kol per kg biogent kol vilket motsvarar knappt 1 ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per avverkad kubikmeter stamved.

Eftersom vår analys omfattar de kommande 100 åren så har vi bedömt att effektiviseringen som pågår inom skogsrelaterad industri och den utveckling av nya skogsprodukter som sker kommer att öka substitutionseffekten i framtiden. Därför bedöms faktorn 1 ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per kubikmeter avverkad volym vara ett rimligt antagande. Samtidigt ska det påpekas att om man väljer en lägre eller högre substitutionsfaktor så påverkas beräkningen av klimatnyttan. Den beräknade substitutionseffekten varierade mellan 79 och 93 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter för de ingående scenarierna i början av analysperioden (Tabell 3,5,7 och 9). Det betyder en skillnad på 14 miljoner ton mellan högsta och lägsta beräknade klimatnytta. Om man istället antagit en substitutionsfaktor på 0,5<sup>26</sup> hade skillnaden minskat till 6,4 miljoner ton. Om man å andra sidan antagit en högre faktor 1,6<sup>27</sup> hade skillnaden ökat till 20 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

Skogen har långa ledtider och den skog som kan avverkas de närmaste årtiondena står redan i skogen. Analysen visar också att det blir ganska små skillnader i den beräknade klimatnyttan mellan de ingående scenarierna i början av analysperioden. Undantaget är scenariot med *Negativa klimateffekter* där effekterna blir mer direkta som en följd av den uteblivna positiva klimateffekten på tillväxten och i mindre utsträckning på grund av ökade skogsskador. Ett sådant utfall skulle snabbt kunna minska skogens klimatnytta och kraftigt försvåra omställningen till en grön bioekonomi eftersom avverkningsmöjligheterna sjunker till följd av minskad tillväxt (Figur 18).

<sup>25</sup> Leskinen et al. 2018

<sup>26</sup> Lundmark et al. 2014

<sup>27</sup> Sathre et al. 2010

Analyserna visar att olika framåsyftande strategiska beslut som ändrar inriktningen på skogens förvaltning inte ger särskilt snabba resultat. Att öka avsättningarna för naturvård och/eller skapa incitament för att öka skogens tillväxt ger märkbar effekt på skogens klimatnytta först i den senare delen av analysperioden. I scenariot *Ökade avsättningar* har vi valt att kraftigt öka den areal som undantagits från virkesproduktion från nuvarande 17 procent till närmare 35 procent. Jämfört med *FRL* så blir effekten på rapporterade nettoinlagring en kraftigt ökad inlagring eftersom skogens tillväxt på den nyligen avsatta arealen inte påverkas medan avverkningen minskar. Skillnaden för beräknad klimatnytta är däremot liten under de närmaste 50 åren (Tabell 10) trots att så mycket mark undantas från virkesproduktion eftersom minskad avverkning och därmed substitution balanseras av ökad inlagring. Det är först i slutet av analysperioden som skillnader i beräknad klimatnytta framträder och då till nackdel för *Ökade avsättningar* eftersom nettotillväxten för det scenariot nu börjat minska till följd av ökad andel mycket gammal skog som växer sämre. Detta exempel visar på nödvändigheten av att betrakta skogen som en integrerad del i ett socioekologiskt system och att klart definiera vilka systemavgränsningar som görs i olika analyser. Beroende på om substitutionen inkluderas i en analys av skogens klimatnytta eller inte så kommer man till olika resultat. Det visar också att tidsperspektivet är viktigt när man ska analysera skogens roll i klimatarbetet.

Markens kolförråd speglar i hög grad tillförseln av förna och hyggesrester från den växande skogen. Detta förklarar varför scenarier med högre tillväxt och avverkning också har en högre kolinlagring i marken. Orsaken till den successivt ökade kolinlagringen för dessa scenarier är antagandet om en positiv klimateffekt på tillväxten. Den avsevärt lägre tillväxten och avverkningen för scenariot *Negativa klimateffekter*, beroende på högre skadefrekvens och en utebliven klimateffekt, leder till en kraftigt reducerad kolinlagring och markkolet närmar sig ett jämviktstillstånd där tillförsel och nedbrytning balanserar varandra. Här måste man dock ta hänsyn till att den större avgången bidrar till en ökning av mängden död ved som i förlängningen kan omfördelas till marken. Detta har dock inte tagits hänsyn till i denna rapport. Den genomsnittliga inlagringen för scenarierna (bortsett från *Negativa klimateffekter*) var 0,15-0,17 ton per hektar och år, vilket kan jämföras med modellstudier av inlagringen under merparten av 1900-talet som redovisar 0,11-0,13 ton per hektar och år<sup>28</sup>, men då har tillväxten varit lägre. Osäkerheterna är stora kring mekanismerna som styr omsättningen av markens organiska material och fastläggningen av kol i mer eller mindre persistenta former i marken. Detta gör det vanskligt att förutspå den långsiktiga utvecklingen med dagens modeller. Kortsiktiga effekter av ökad avverkning och tillförsel av hyggesrester som kan ha större betydelse vid jämförelser mellan skogsbruksscenarier beskrivs däremot bättre av dagens markmodeller.

Den bokföringsmodell som kommer tillämpas inom EU perioden 2021-2030 stimulerar att undvika bokförda utsläpp vilket är detsamma som att nettoupptaget i levande biomassa och markkol inte får minska. Bokföringsmässigt gynnas Sverige om avverkningarna minskas så att nettoupptaget ökar vilket också blir utfallet för analysen av scenarierna *Ökade avsättningar* och *Lägre efterfrågan* för perioden 2021-2025 (Tabell 10). Även scenariot *Ökad efterfrågan* ger en liten positiv effekt eftersom tillväxten i det scenariot ökar vilket ger positiv effekt på kollager i produkter utan att nettoupptaget i levande biomassa påverkas negativt (Tabell 10). Bokföringstaket minskar incitamenten att öka förrådet av kol i skog och mark i någon större utsträckning.

<sup>28</sup> Liski, J et. al. 2006, Ågren, G.I., et. al. 2007

Sammantaget visar analysen att effekterna på bokföringen är liten jämfört med effekterna på den rapporterade nettoinlagringen eller den beräknade klimatnyttan för alla scenarier utom scenariot *Negativa klimataffekter*. Orsaken att scenariot *Negativa klimataffekter* avviker beror på den minskning av nettotillväxten som uppstår till följd av ökade avgångar och uteblivna positiva tillväxteffekter. Om en tillväxtminskning kan anses bero på naturliga orsaker som är utan kontroll för landet finns det en möjlighet att mildra dess konsekvenser för bokföringen genom en specifik teknisk mekanism för *Naturliga störningar* som inkluderats i LULUCF-förordningen. Förenklat innebär det att de arealer under *Brukad skogsmark* som drabbats av en naturlig störning inte behöver inkluderas i bokföringen.

Tillväxten i skogen avgör hur stor den samlade klimatnyttan kan bli. I samtliga analyserade scenarier utom *Negativ klimatpåverkan* antas att tillväxten i den svenska skogen påverkas positivt av förväntade klimatförändringar. Redan en ökad koldioxidhalt i atmosfären kan antas bidra till en ökad skogsproduktion till följd av att fotosyntesen normalt gynnas av högre halter. Den temperaturhöjning som sedan antas följa av en ökad koncentration växthusgaser i atmosfären, där koldioxid är den växthusgas som bidrar mest, har antagits kunna leda till ökad näringstillgång genom att hastigheten med vilken markens organiska material bryts ner ökar. Dessutom kan temperaturhöjningen mer direkt bidra till att den biologiska produktionen ökar, främst genom att vegetationsperiodens längd ökar - inte minst i nordligt tempererade och boreala klimatzoner.

Att experimentellt studera samspelet mellan dessa faktorer och hur de sedan påverkar skogstillväxten i praktiken är en utmaning. Lösningen har ofta blivit att studera en faktor i taget. Här visar fältexperiment där träd exponeras för ökad koldioxidhalt att tillväxten endast påverkas om näring samtidigt tillförs<sup>29 30</sup>. En hypotes som framförts är att ökad (mark)temperatur också ska leda till ökad näringstillgång genom att nedbrytningen stimuleras vilket i så fall skulle kunna öka tillväxten.

Ett markuppvärmningsförsök i Västerbotten<sup>31</sup>, där marken värmdes upp till 5 grader över omgivande marks temperatur, resulterade i signifikant ökad tillväxt då det utvärderades efter 6 års uppvärmning, vilket förklarades av en kombination av ökad kvävetillgång och förlängd vegetationsperiod<sup>32</sup>. Men då samma markuppvärmningsexperiment reviderades på nytt efter uppvärmning under 18 år fanns inte effekten kvar, vilket tyder på att effekten inte är uthållig<sup>33</sup>.

Piao et al.<sup>34</sup> använde sig av en processbaserad produktionsmodell i kombination med vegetationsdata från satellitbilder för att utvärdera effekten av ett förändrat klimat på kolbalansen på nordliga breddgrader. Modellen indikerar att fotosyntesen (tillväxten) ökar både under vår och höst - men att kolbalansen i hela systemet påverkas måttligt eftersom även markrespirationen ökar. Girardin et al.<sup>35</sup> använde sig av ett stort och systematiskt insamlat datamaterial med årsringar från olika trädslag i Kanada för att analysera historiska tillväxttrender. De fann tillväxttrender som skiljde sig åt mellan regioner och mellan trädslag

---

<sup>29</sup> Oren et al. 2001

<sup>30</sup> Sigurdsson et al. 2013

<sup>31</sup> Lim et al. 2019

<sup>32</sup> Strömgren and Linder 2002

<sup>33</sup> Lim et al. 2019

<sup>34</sup> Piao et al. 2008

<sup>35</sup> Girardin et al. 2016

och att förändringar i positiv riktning togs ut av förändringar i negativ riktning, vilket medförde att ingen tydlig tillväxttrend kunde fastställas för hela landet. När årsringstillväxten ställdes mot klimatfaktorer och förändringar i CO<sub>2</sub>-koncentration fann man ett negativt samband med lufttemperaturen och ett positivt samband med humiditeten, vilket enligt författarna talar för att vattentillgången vid ett förändrat klimat kan komma att bli avgörande för trädens tillväxtrespons.

Det finns två finska studier där man analyserat historiska tillväxttrender i de finska skogarna baserat på data från deras motsvarighet till Riksskogstaxeringen. Målet med studierna har varit att reda ut hur stor del av tillväxtförändringen som beror på miljöförändringar och hur stor del som beror på andra förändringar (virkesförråd, skogsskötselmetoder). Båda studierna kom fram till att miljöfaktorer - inte minst förändringar i klimatet - står för en betydande del av tillväxtökningen i de finska skogarna under perioden 1971-2010<sup>36 37</sup>. Ibid anger att 37 procent av den registrerade tillväxtökningen kan hänföras till miljöförändringar och att den andelen är högre för norra Finland (45 procent). Även en studie från svenska Riksskogstaxeringen<sup>38</sup> visar på en tydligt ökad tillväxt under perioden 1953-1992, men när författarna resonerar kring orsakerna bakom tillväxtökningarna menar man att förändrade skötselmetoder förklarar det mesta av tillväxtökningen - men man uteslöt inte att kvävedepositionen kan ha bidragit något. Effekterna av klimatförändringar lyftes inte fram. Det finns dock svenska modellstudier som visar på ökad tillväxt som följd av ett varmare klimat<sup>39 40</sup>.

I en litteraturgenomgång där man bland annat inkluderat studier av effekten av ökad CO<sub>2</sub>-halt och en ökad temperatur landade man dock inte i något säkert ställningstagande utan konstaterar att givet begränsningarna i vår kunskap och komplexiteten i frågan är det svårt att bedöma hur kolbalansen i tempererade och boreala skogar kommer att påverkas av klimatförändringar över tid<sup>41</sup>. De finska studierna, baserad taxeringsdata och de svenska modellstudierna ger stöd för att anta att tillväxten i Sveriges skogar kommer att öka i takt med att klimatet ändras - men givet övriga studier måste det konstateras att osäkerheten i ett sådant antagande är stor. Dessutom pekar de på en historisk respons och det är inte givet att ytterligare en ökning av mängden växthusgaser i atmosfären kommer att leverera ett för tillväxten än gynnsammare klimat. Klimatförändringen kan ju också påverka vädermönster såsom var och när nederbörd faller och hur mycket, samt vindstyrkan då det blåser hårt, vilket i sin tur kan stressa träden och göra dem mer mottagliga för olika skadegörare och kanske också mer brandbenägna.

Seidl et al.<sup>42</sup> visar att virkesvolymen i skogar som drabbats av brand, vind och insektsskador i Europa stadigt har ökat sedan 1970-talet och menar att dessa skador sannolikt kommer att fortsätta öka med ett förändrat klimat. Enligt författarna skulle detta tala emot en strategi som innebär att motverka klimatförändringen genom att lagra in mer kol i skogen. Man menar vidare att de ökade skogsskadorna bidragit till den trend mot virkesförrådsminskning som

---

<sup>36</sup> Kauppi et al. 2014

<sup>37</sup> Henttonen et al. 2017

<sup>38</sup> Elfving and Tegnhammar 1996

<sup>39</sup> Bergh et al. 1998

<sup>40</sup> Bergh et al. 2003

<sup>41</sup> Hyvönen et al. 2007

<sup>42</sup> Seidl et al. 2014

rapporterats från Europas skogar (jfr<sup>43</sup>). En av förklaringarna bakom barkborreangreppen som ledde till omfattande skogsdöd i nordamerikanska tallskogar i början på 2000-talet som lades fram var ett förändrat klimat och framförallt då genom mildare vintrar (jfr<sup>44</sup>). Författarna menar att liknande händelser måste tas i beaktande då skogars förmåga att lagra kol simuleras givet olika klimatscenarier.

De tillväxtmodeller som ingår i Heureka-systemet är empiriska och har bäst dataunderlag från Virkesproduktionsmark där tillväxten skattas över en ekonomisk omloppstid, medan osäkerheten i modellerna ökar för övriga skogar, särskilt om skogarna simuleras att åldras över lång tid, det vill säga att de har anpassats för att beskriva den historiska uppmätta tillväxten i Sveriges skogar. Det innebär att modelleringen av skogarnas tillväxt och därmed kolinlagring är tillförlitligast på Virkesproduktionsmark, medan osäkerheten är större för Skogsmark som undantas från virkesproduktion - en osäkerhet som ökar ju äldre skogarna blir.

Givet att klimatförändringarna är pågående sedan en tid bör en historisk positiv tillväxteffekt redan till del vara inbyggd i tillväxtmodellerna. Detsamma bör gälla för eventuellt negativa tillväxteffekter orsakade av torkstress, stormskador och brand, vilka sedan inte sällan följs av sekundära tillväxtminskningar orsakade av insektsangrepp. Det är dock ändå inte givet att fortsatta förändringar av klimatet ger motsvarande effekter. Vid bedömningar av skadeeffekterna på virkesförrådet måste man ta hänsyn till att man vid mer omfattande skogsskador, särskilt om de är koncentrerade till ett begränsat område, tar tillvara fallna eller stående skadade träd som därmed kan ersätta virke från planerade avverkningar som därmed skjuts upp - detta gäller även en viss andel träd efter skogsbrand. På så sätt motverkas negativa effekter av framtida skador på de olika kolpoolerna. I det scenario med ökade klimatrelaterade skador som redovisas i denna rapport har vi dock antagit att de döda träden lämnas i skogen där de övergår till kolpoolen död ved. Det normala vid skogsskador av typen storm- och brandskador är att så mycket som möjligt av det kommersiellt gångbara virket avverkas och att man samtidigt avstår från annan planerad avverkning. Samma sak gäller vid till exempel barkborreangrepp - inte minst som ett led för att bekämpa själva angreppet. Här finns också föreskrifter i skogsvårdslagen att förhålla sig till vilka under vissa förhållanden kräver att ved från barrträd tas ut ur skogen.

Att göra rimliga bedömningar om framtida skogsskador är emellertid en svår för att inte säga omöjlig uppgift, vilket man måste vara medveten om då man tolkar resultat från analyser där antaganden om ökade skogsskador ingår. På samma sätt bör man resonera kring andra osäkra antaganden som görs vid denna typ av analyser såsom till exempel klimatförändringarnas förväntade effekt på skogstillväxten.

---

<sup>43</sup> Nabuurs et al. 2013

<sup>44</sup> Kurz et al. 2008

## Referenser

Bergh, J., McMurtrie, R. E., and Linder, S. 1998. Climatic factors controlling the productivity of Norway spruce: a model-based analysis. *Forest ecology and management*, 110(1-3), 127-139.

Bergh, J., Freeman, M., Sigurdsson, B., Kellomäki, S., Laitinen, K., Niinistö, S. & Linder, S. 2003. Modelling the short-term effects of climate change on the productivity of selected tree species in Nordic countries. *Forest Ecology and Management*, 183(1-3), 327-340.

Claesson S., Duvemo K., Lundström A. and Wikberg P.-E. 2015. Skogliga konsekvensanalyser 2015- SKA 15 (Forest Resource Assessments 2015), Skogsstyrelsen rapport nr 10., (Swedish Forest Agency). Web-accessed at <http://shop.skogsstyrelsen.se/sv/publikationer/rapporter/skogliga-konsekvensanalyser-2015-ska-15.html>.

Elfving, B. and Tegnhammar, L. 1996. Trends of tree growth in Swedish forests 1953-1992: An analysis based on sample trees from the National Forest Inventory. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 11 (1), 26-37.

Eriksson, H., Fahlvik, N., Freeman, M., Fries, C., Jönsson A M., Lundström, A., Nilsson, U., Wikberg, P.-E. 2015. Effekter av ett förändrat klimat - SKA 15. Skogsstyrelsen Rapport 12, 2015.

Eriksson E., Gillespie A., Gustavsson L., Langvall O., Olsson M., Sathre R., Stendahl J. 2007. Integrated carbon analysis of forest management practices and wood substitution. *Canadian Journal of Forest Research*, 37(3), 671-681

Fahlvik N., Elfving B., and Wikström P. 2014. Evaluation of growth functions used in the Swedish Forest Planning System Heureka. *Silva Fennica*, 48 (2), article id 1013. <https://doi.org/10.14214/sf.1013>

Fridman J., Holm S., Nilsson M., Nilsson P., Ringvall A.H., Ståhl G. (2014). Adapting National Forest Inventories to changing requirements - the case of the Swedish National Forest Inventory at the turn of the 20th century. *Silva Fennica*, 48 (3), article id 1095. <https://doi.org/10.14214/sf.1095>

EU-decisions:

EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING (EU) nr 525/2013 av den 21 maj 2013 om en mekanism för att övervaka och rapportera utsläpp av växthusgaser och för att rapportera annan information på nationell nivå och unionsnivå som är relevant för klimatförändringen och om upphävande av beslut nr 280/2004/EG

EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS BESLUT nr 529/2013/EU av den 21 maj 2013 om bokföringsregler för utsläpp och upptag av växthusgaser till följd av verksamheter i samband med markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk och om information beträffande åtgärder som rör dessa verksamheter



EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING (EU) 2018/841 av den 30 maj 2018 om inbegripande av utsläpp och upptag av växthusgaser från markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk i ramen för klimat- och energipolitiken fram till 2030 och om ändring av förordning (EU) nr 525/2013 och beslut nr 529/2013/EU.

EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING (EU) 2018/842 av den 30 maj 2018 om medlemsstaternas bindande årliga minskningar av växthusgasutsläpp under perioden 2021-2030 som bidrar till klimatåtgärder för att fullgöra åtagandena enligt Parisavtalet samt om ändring av förordning (EU) nr 525/2013

Girardin, M.P., Bouriaud, O., Hogg, E.H., Kurz, W., Zimmermann, N.E., Metsaranta, J.M. et al. 2016. No growth stimulation of Canada's boreal forest under half-century of combined warming and CO<sub>2</sub> fertilization. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113 (52), E8406-E8414.

Gustavsson, L., Haus, S., Lundblad, M., Lundström, A., Ortiz, C.A., Sathre, R., Truong, N.L., Wikberg, P.-E. 2017. Climate change effects of forestry and substitution of carbon-intensive materials and fossil fuels. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67, 612-624.

Henttonen, H.M., Nöjd, P. and Mäkinen, H. 2017. Environment-induced growth changes in the Finnish forests during 1971-2010 - An analysis based on National Forest Inventory. *Forest Ecology and Management*, 386, 22-36.

Hyvönen, R., Ågren, G.I., Linder, S., Persson, T., Cotrufo, M.F., Ekblad, A. et al. 2007. The likely impact of elevated CO<sub>2</sub>, nitrogen deposition, increased temperature and management on carbon sequestration in temperate and boreal forest ecosystems: a literature review. *New Phytologist*, 173 (3), 463-480.

Kauppi, P.E., Posch, M. and Pirinen, P. 2014. Large Impacts of Climatic Warming on Growth of Boreal Forests since 1960. *Plos One*, 9 (11).

Kurz, W.A., Dymond, C.C., Stinson, G., Rampley, G.J., Neilson, E.T., Carroll, A.L. et al. 2008. Mountain pine beetle and forest carbon feedback to climate change. *Nature*, 452 (7190), 987-990.

Leskinen, P., Cardellini, G., González-García, S., Hurmekoski, E., Sathre, R., Seppälä, J., Smyth, C., Stern, T., Verkerk, P.J., 2018. Substitution effects of wood-based products in climate change mitigation (No. 7), *From Science to Policy*

Lim, H., Oren, R., Näsholm, T., Strömgren, M., Lundmark, T., Grip, H. et al. 2019. Boreal forest biomass accumulation is not increased by two decades of soil warming. *Nature Climate Change*, 9 (1), 49-52.

Liski, J., Lehtonen, A., Palosuo, T., Peltoniemi, M., Eggers, T., Muukkonen, P., Sci., R.M.J.A.F., 2006. Carbon accumulation in Finland's forests 1922–2004 – an estimate obtained by combination of forest inventory data with modelling of biomass, litter and soil. *Annals of Forest Science*, 63, 687-697

- Lundström, J., Öhman, K., Perhans, K., Rönnqvist, M. and Gustafsson, L. 2011. Cost-effective age structure and geographical distribution of boreal forest reserves. *Journal of Applied Ecology*, 48, 133-142.
- IPCC. 2007. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Published by the Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the IPCC.
- Lundmark, T., Bergh, J., Hofer, P., Lundström, A., Nordin, A., Poudel, B., Sathre, R., Taverna, R., Werner, F., Lundmark, T., Bergh, J., Hofer, P., Lundström, A., Nordin, A., Poudel, B.C., Sathre, R., Taverna, R., Werner, F. 2014. Potential Roles of Swedish Forestry in the Context of Climate Change Mitigation. *Forests* 5, 557-578.
- Muukkonen P. and Lehtonen A. 2004 Needle and branch biomass turnover rates of Norway spruce (*Picea abies*), *Canadian Journal of Forest research*. 34, 2517-2527.
- Muukkonen, P. and Mäkipää, R. 2006. Empirical biomass models of understorey vegetation in boreal forests according to stand and site attributes. *Boreal Environment Research*, 11, 355-369.
- Nabuurs, G.-J., Lindner, M., Verkerk, P.J., Gunia, K., Deda, P., Michalak, R. et al. 2013. First signs of carbon sink saturation in European forest biomass. *Nature Climate Change*, 3 (9), 792-796.
- National Inventory Report Sweden 2018. Greenhouse Gas Emission Inventories 1990-2016 submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol
- Oren, R., Ellsworth, D.S., Johnsen, K.H., Phillips, N., Ewers, B.E., Maier, C. et al. 2001. Soil fertility limits carbon sequestration by forest ecosystems in a CO<sub>2</sub>-enriched atmosphere. *Nature*, 411 (6836), 469-472.
- Ortiz, C.A., Lundblad, M., Lundstrom, A., and Stendahl, J. 2014. The effect of increased extraction of forest harvest residues on soil organic carbon accumulation in Sweden. *Biomass & Bioenergy*, 70, 230-238.
- Peltoniemi M, Mäkipää R, et al. 2004. Changes in soil carbon with stand age-an evaluation of a modelling method with empirical data. *Global Change Biology*, 10 (12), 2078-91.
- Piao, S., Ciais, P., Friedlingstein, P., Peylin, P., Reichstein, M., Luysaert, S. et al. 2008. Net carbon dioxide losses of northern ecosystems in response to autumn warming. *Nature*, 451, 49-54.
- Sathre, R., O'Connor, J. 2010. Meta-analysis of greenhouse gas displacement factors of wood product substitution. *Environ. Sci. Policy* 13, 104-114.
- Seidl, R., Schelhaas, M.-J., W., R. and Verkerk, P.J. 2014. Increasing forest disturbances in Europe and their impact on carbon storage. *Nature Climate Change*, 4, 806-810.
- Sigurdsson, B.D., Medhurst, J.L., Wallin, G., Eggertsson, O. and Linder, S. 2013. Growth of mature boreal Norway spruce was not affected by elevated CO<sub>2</sub> and/or air temperature unless nutrient availability was improved. *Tree Physiology*, 33 (11), 1192-1205.

Skogsstyrelsen 2008. Skogliga konsekvensanalyser 2008 - SKA-VB 08. Skogsstyrelsen. Rapport 25/2008.

Skogsstyrelsen 2015. Skogliga konsekvensanalyser 2015 - SKA 15. Skogsstyrelsen. Rapport 10/2015.

Skogsstyrelsen 2015. Effekter av ett förändrat klimat - SKA 15. Skogsstyrelsen. Rapport 12/2015.

Skogsstyrelsen 2015. Rundvirkes- och skogsbränslebalanser för år 2013 - SKA 15. Skogsstyrelsen. Meddelande 3/2015.

Skogsstatistisk årsbok, Swedish Statistical Yearbook of Forestry. 2001-2010. Skogsstyrelsen. Swedish Forest Agency

Strömgren, M. and Linder, S. 2002. Effects of nutrition and soil warming on stemwood production in a boreal Norway spruce stand. *Global Change Biology*, 8 (12), 1195-1204.

Wikberg P-E. 2004. Occurrence, Morphology and Growth of Understory Saplings in Swedish Forests, vol. 322. Sveriges lantbruksuniversitet.

Wikström, P., Edenius, L., Elfving, B., Eriksson, L.O., Lämås, T., Sonesson, J., Öhman, K., Wallerman, J., Waller, C., Klintebäck, F. 2011. The Heureka Forestry Decision Support System: An Overview. *Mathematical and Computational Forestry & Natural-Resource Sciences (MCFNS)*, 3(2):87-94.

Ågren G. and Bosatta, 1996. *Theoretical ecosystem ecology*. Cambridge University Press.

Ågren G. and Hyvönen R. 2003. *Forest Ecology and Management*, 174, 25-37.

Ågren G., Hyvönen, R., Nilsson, T.J.B 2007. Are Swedish forest soils sinks or sources for CO<sub>2</sub> - modelling and measuring. *Biogeochemistry*, 82, 217-227.



## Bilaga 1: Nuvarande klimatrapporering jämfört med FRL

Sveriges klimatrapporering för LULUCF-sektorn under Klimatkonventionen bygger främst på data från Riksskogstaxeringen och Markinventeringen. Dessa mätta data kompletteras med skattningar via en rad modeller och några andra datakällor. Arealer för markanvändningstyper och övergångar mellan markanvändningar mäts utifrån Riksskogstaxeringens permanenta provytor som täcker all mark med en lång tidsserie av data där samma provyta inventeras vart femte år. Utan en permanent design är det omöjligt att spåra markanvändningsförändringar över tiden och koppla dessa till kolpoolsförändringar. Kolpoolerna levande biomassa, död ved, förna, markkol och träprodukter definieras på samma sätt i båda rapporteringarna och detsamma gäller övriga emissioner. IPCC<sup>45</sup> specificerar rapporteringsriktlinjer för all mark (och sötvatten) i sex breda markanvändningstyper: Skogsmark, Gräsmark, Åkermark, Bebyggd mark, Våtmark och Övrig mark. Sverige definierar de fyra första som brukade medan de två sista anses obrukade. För obrukad mark rapporteras idag enbart arealer. Både klimatrapporeringen under Klimatkonventionen och redovisningen enligt LULUCF-förordningen (EU/2018/841) bygger på dessa sex markanvändningstyper men de aggregeras och bokförs olika.

Startåret (2010) för simuleringen av *FRL* är baserad på samma provytor som klimatrapporeringen. I klimatrapporeringen interpoleras data mellan inventeringar per inventeringscykel (fem sådana) medan *FRL* bygger på mätta data för respektive cykel (2008, 2009, 2010, 2011, 2012) (se Bilaga 2). Arealer per motsvarande markanvändningstyp avviker lite mellan *FRL* och klimatrapporeringen vid startåret pga. olika aggregering av markanvändning. Exempelvis används olika konverteringstider för när *Beskogad mark* övergår att bli *Brukad skogsmark* (30 år) för *FRL* medan mark som konverterats till Skogsmark ligger i övergångsklassen ”till Skogsmark” i 20 år för att därefter kategoriseras som Skogsmark som förblir Skogsmark under Klimatkonventionen.

---

<sup>45</sup> IPCC 2006 GL 2007



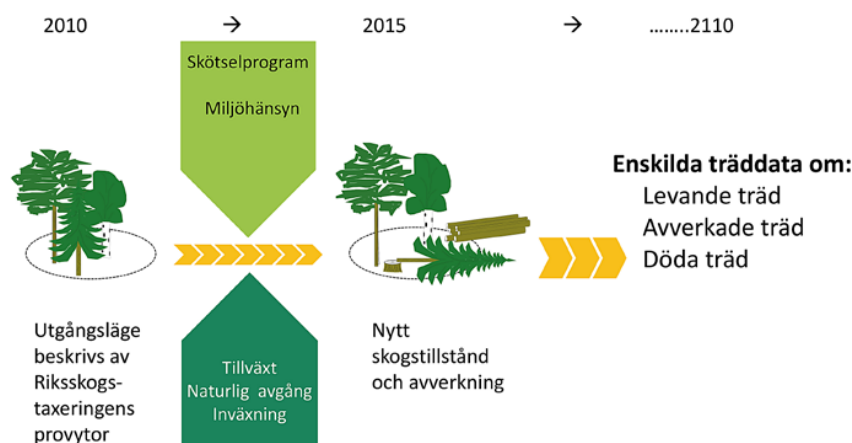
## Bilaga 2: Metodbeskrivning modellsimulering

### Heureka RegVis

Skogens utveckling simulerades med Heureka-applikationen RegVis<sup>46</sup>. RegVis är primärt utvecklat för storskaliga och långsiktiga konsekvensberäkningar. En rad olika förutsättningar när det gäller bland annat skogens skötsel, avverkningsnivå, klimat och naturvårdsavsättningar specificeras och bildar ett scenario där skogstillståndet skrivs fram i femårsperioder givet de förutsättningar som ges i scenariot (Figur B2). Simuleringarna ska svara på hur skogen kommer att utvecklas om det specifika scenariot skulle inträffa.

Systemet är uppbyggt kring en rad modeller för trädets etablering, tillväxt och mortalitet samt inväxning av nya träd. De tillväxtfunktioner för enskilda träd och för hela bestånd som utgör kärnan i systemet är utvecklade baserat på data från Riksskogstaxeringen.

Beståndsutvecklingen simuleras i två faser. Under ungskogsfasen (medelhöjd mindre än ca 7 m) simuleras höjdtillväxt medan grundtytetillväxt simuleras i den etablerade fasen<sup>47</sup>. Framskrivningarna sker i femårssteg och åtgärder som olika avverkningsformer, föryngring, gödsling och annan skötsel simuleras i varje framskrivningsperiod. Exempelvis kan generell naturvård, nedbrytning av död ved, effekt av stormar och effekter av ett förändrat klimat simuleras.



**Figur B2.** Schematisk bild av principen för beräkningar i Heureka RegVis.

Inom ramen för detta uppdrag har ny funktionalitet utvecklats som en anpassning till rapporteringen av upptag och utsläpp från LULUCF-sektorn till EU och Klimatkonventionen. Med Heureka-systemet har hittills endast utveckling på produktiv skogsmark (tillväxt större än  $1 \text{ m}^3 \text{sk ha}^{-1} \text{år}^{-1}$ ) kunnat simuleras men inom rapporteringen till EU och Klimatkonventionen redovisas arealer och kolpoolsförändringar på samtliga markanvändningskategorier. Referensnivån gäller för *Brukad skogsmark*, dvs. både produktiv skogsmark (Virkesproduktionsmark och Produktiv skogsmark undantagen från virkesproduktion) och Improduktiv skogsmark. Därför har modeller för tillväxt och avgång på Improduktiv skog tagits fram och implementerats i Heureka. Det innebär t.ex. att utvecklingen på trädbevuxen myr och fjällbarrskog numera kan simuleras i Heureka RegVis.

<sup>46</sup> Wikström et al. 2011

<sup>47</sup> Fahlvik et al. 2014

En annan funktionalitet som har implementerats i Heureka, som en anpassning till rapporteringen, är simulering av ägoslagsförändringar. I rapporteringen ska arealer för olika markanvändningsklasser och övergångar mellan dessa redovisas. I och med den nya funktionaliteten kan övergångar från exempelvis Åkermark till Skogsmark (*Beskogad mark*) eller omvänt (*Avskogad mark*) specificeras som en viss areal per femårsperiod.

Skogen kan delas in i domäner, dvs. väldefinierade klasser eller kategorier med samma karaktäristik, om användaren vill tillämpa olika inställningar på olika typer av skog. Exempelvis ska naturligtvis inte samma inställningar för avverkning tillämpas på Virkesproduktionsmark som avsatts som reservat. Om användaren vill variera skogsbruket geografiskt kan skogslandskapet delas in i olika styrtabellsområden som t.ex. län eller landsdelar.

### Q-modellen

Förändringarna i kolpoolen dött organiskt material och markkol där förnaskikt och mark på mineraljord (fastmark i beskrivningarna av scenarier ovan) ingår skattades med Q-modellen som är en processbaserad modell baserad på ”continuous quality” konceptet<sup>48</sup>. Den har tidigare använts i flera nationella studier som undersökt kolbalansen i skogen och marken över Sverige<sup>49</sup>. I modellen tillförs marken förna som kohorter av döda barr, finrötter, grenar, grova rötter, stubbar, stammar och markvegetation som alla har olika kvalitet initialt. Under nedbrytningen sker en kontinuerlig försämring av kvaliteten på det organiska materialet. För grövre vedartat material antas det förekomma en ”invasionstid” innan de nedbrytande organismerna kan komma åt substratet fullständigt, vilket ger upphov till en fördröjning av nedbrytningen i början av beräkningen. Modellparametrarna<sup>50</sup> återspeglar egenskaper hos nedbrytarna, skillnader i förnakvaliteter beroende på förnatyp och trädslag, samt klimatpåverkan.

För markkolsmodelleringen aggregerades ytvisa data till regional nivå (4 regioner) innan körningarna med Q-modellen gjordes. Tillförseln av organiskt material till marken utgjordes av förna från levande biomassa, hyggesrester, naturlig avgång och markvegetationen över och under jord. Heureka-systemet beräknade all trädförna som produceras med utgångspunkt från stående biomassa, omsättningshastigheter och skördad biomassa. Omsättningshastigheten för olika biomassafraktioner återfinns i Tabell B2. Förna från markvegetationen uppskattades med biomassfunktioner för olika växt- och förnatyper<sup>51</sup>, samt deras omsättningshastigheter<sup>52</sup>, som återfinns i Tabell B3. Biomassan beräknades som en funktion av beståndsåldern separat för de olika trädslagen med utgångspunkt från skoglig statistik över virkesvolym- och trädslagsfördelning inom de olika regionerna. Den genomsnittliga förnan från undervegetationen var 451 kg C ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>. Tillförseln av avverkningsrester uppskattades separat för barr, grenar, stammar och toppar, stubbar, samt rötter. Uttaget av avverkningsrester från grenar och toppar (grot) anpassades för att uppnå en energiproduktion på 7 TWh för hela Sverige. 7 TWh var den genomsnittliga produktionen av grot perioden 2000-2009<sup>53</sup>. Den regionala fördelningen av grotuttaget baserades på tidigare skogliga

<sup>48</sup> Ågren and Bosatta 1996

<sup>49</sup> Ågren and Hyvönen 2003, Ågren et al. 2007, Ortiz et al. 2014, Gustavsson et al. 2017

<sup>50</sup> Ågren and Hyvönen 2003

<sup>51</sup> Muukkonen and Mäkipää 2006

<sup>52</sup> Peltoniemi et al. 2004

<sup>53</sup> Skogsstatistisk årsbok, Swedish Statistical Yearbook of Forestry. 2001-2010



konsekvensberäkningar för Sverige<sup>54</sup> och uttagsnivån anpassades för att uppnå dessa kvantiteter. Q-modellen initierades under ett steady state-antagande genom antagandet att förnatillförseln till marken stod i jämvikt med nedbrytningen under simuleringens första två perioder (2010-2019). Kolförrådet för olika regioner i början av simuleringarna beräknades med data från Markinventeringen.

**Tabell B2.** Omsättningshastigheter [år] och parametrar för beräkning av förnaproduktionen

Parameter	Tall	Gran	Källa
Barr	1,656-0,0231* <i>Latitud</i>	0,489-0,0063* <i>Latitud</i>	
Grenar	$0,0574 * e^{(-0,00482 \text{ MedelDiameter}^2)} + 0,00648$	0,0125	Ågren et al. (2007)
Mellanrötter	0,10	0,10	Peltoniemi et al. (2004) / Muukonen and Lehtonen (2004)
Finrötter	1,51*barrförna	1,51*barrförna	Eriksson et al. (2007)
Finrotsbiomassa	0,61*barrbiomassa	0,26*barrbiomassa	Ågren and Hyvönen (2003)

**Tabell B3.** Omsättningshastigheter för markvegetation (Peltoniemi et al. 2004).

Markvegetationstyp	Omsättningshastighet [år <sup>-1</sup> ]
Gräs och örter (ovan jord)	1
Gräs och örter (under jord)	0,33
Ris (ovan jord)	0,25
Ris (under jord)	0,33
Mossor	0,33
Lavar	0,1
Faktor för underjordsbiomassa	2

### Torvmark

För dränerad torvmark används samma beräkningsmetod som i Sveriges klimatrapportering. Den dränerade arealen torvmark 2010 på *Brukad skogsmark* multipliceras med emissionsfaktorer uppdelat på markens näringsstatus och klimatområde (Tabell B4).

Eftersom Q-modellen endast beräknar nedbrytning på mineraljord har förändring i dött organiskt material (förna) beräknats baserat på den förna och de avverkningsrester som simulerats för torvmark med Heureka RegVis. Förändring av dött organiskt material som har beräknats med enkla nedbrytningstal för stubbar (4,6 % per år) och avverkningsrester (15 % per år).

<sup>54</sup> Claesson et al. 2015

**Tabell B4.** Arealer för dränerad Skogsmark 2010 och emissionsfaktorer för utsläpp från dränerad Skogsmark.

Emissionsfaktorer [ton CO <sub>2</sub> -ekvivalenter]		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub> (diken)	N <sub>2</sub> O	DOC
Boreal	Näringsfattig (281 kha)	0,92	0,18	5,43	0,10	0,44
	Näringsrik (321 kha)	3,41	0,05	5,43	1,50	0,44
Tempererad	Näringsfattig (63 kha)	9,53	0,06	5,43	1,31	0,44
	Näringsrik (278 kha)	9,53	0,06	5,43	1,31	0,44

\*Dikesandelen av den dränerade arealen är 2,5%

### Träprodukter

Utsläppen/upptagen från avverkade träprodukter (Harvested Wood Products, HWP) beräknades med samma metod som i rapporteringen till EU och Klimatkonventionen<sup>55</sup>. HWP utgör en kolpool och beräknas utifrån ett inflöde (avverkning) minus ett utflöde (nedbrytning).

Principen är att endast produkter med ursprung från inhemsk skog inkluderas, vilket innebär att exporten inkluderas medan importen exkluderas. Separata beräkningar görs för halvfabrikaten sågade trävaror, träbaserade skivor och pappersprodukter. Till varje års förråd av respektive produktkategori adderas ett inflöde av nya produkter medan ett utflöde av kasserade produkter beräknas som en andel som i sin tur beräknas med hjälp av en halveringstid. Nettot av in- och utflöde resulterar i ett nettoupptag eller nettoutsläpp av koldioxid.

I simuleringarna av referensnivån antogs att den avverkade volymen timmer och massaved fördelades mellan halvfabrikaten ovan och energi som under referensperioden 2000-2009 i enlighet med LULUCF-förordningen Annex IV A. Återvinningen av papper antogs motsvara medelåtervinningen av papper inom EU (dit merparten av exporten går) under referensperioden.

### Övriga emissioner

Utsläpp av växthusgaser utöver förändringar i kolpooler redovisas i *FRL* enligt följande<sup>56</sup>:

Utsläpp av lustgas vid gödsling av Skogsmark baseras på tillförd mängd kväve. Utsläppen som ingår i referensnivån utgörs av de rapporterade genomsnittliga utsläppen av lustgas genom skogsgödsling för perioden 2000-2009.

Utsläpp av lustgas vid mineralisering av kväve i samband med kolförrådsförändring baseras på rapporterade genomsnittliga utsläpp för Skogsmark som förblir Skogsmark för perioden 2000-2009.

För dränerad mark redovisas utsläpp av koldioxid, lustgas, metan och DOC (se beskrivningen ovan för torvmark).

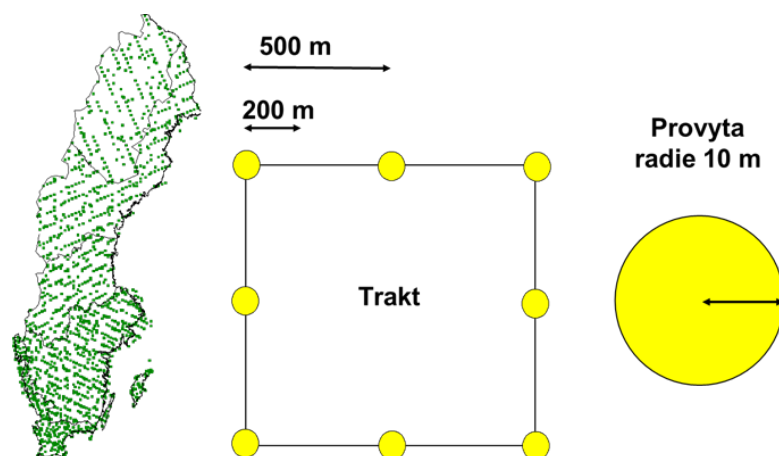
Utsläpp av koldioxid, lustgas och metan från brand baseras på rapporterade genomsnittliga utsläpp från skogsbränder för perioden 2000-2009. Eftersom Heureka inte inkluderar brand räknas även utsläppen av koldioxid med, i klimatrapporteringen inkluderas utsläppen av koldioxid vid brand på förrådsförändring på Riksskogstaxeringens permanenta provytor.

<sup>55</sup> National Inventory Report Sweden 2018

<sup>56</sup> National Inventory Report Sweden 2018

*Dataunderlag från Riksskogstaxeringen och Markinventeringen*

Simuleringarna baserades på data från Riksskogstaxeringen<sup>57</sup> och skattningar bygger på arealbaserade skattningar där kolpoolsförändringar för inventerade provytor representerar kolpoolsförändringar för hela Sverige. Riksskogstaxeringens stickprov består av permanenta och tillfälliga provytor och eftersom rapporteringen av LULUCF-sektorn till EU och Klimatkonventionen baseras på det permanenta stickprovet utnyttjades endast det permanenta stickprovet i simuleringarna. Det permanenta stickprovet består av ca 30 000 cirkelprovytor arrangerade längs sidorna av så kallade trakter (Figur B3).



**Figur B3.** Illustration av Riksskogstaxeringens utlägg av permanenta takter (ett års, se text), exempel på trakt med cirkelprovytor arrangerade längs sidorna, och cirkelprovyta med 10 m radie.

Trakterna är systematiskt utlagda och täcker all typ av mark. Utlägget är tätare i södra Sverige jämfört med norra och traktstorleken är större i norr. De permanenta provytorna har en radie på 10 m inom vilken merparten av mätningarna sker. En femtedel av trakterna mäts varje år vilket innebär att fem års mätningar krävs för att täcka hela stickprovet.

Inom 10 m- ytan mäts träddiametern i brösthöjd med s.k. klave för alla träd med en diameter som är lika med eller större än 10 cm. Klenare träd mäts inom en mindre ytstorlek. Vissa träd väljs ut som provträd på vilka utförligare registreringar utförs. Utöver träd- och beståndsvariabler registreras också en rad olika ståndortsvariabler, som fuktighet, mark- och fältskikt, latitud och altitud. På provytorna mäts också volymen död ved per nedbrytningsklass. Markinventeringen (som är integrerad med Riksskogstaxeringen) mäter poolerna förna och organisk kol i marken på en delmängd av de permanenta provytorna i en 10-årscykel. Ytor som korsas av beståndsgränser eller ägoslagsgränser delas upp i delytor. Riksskogstaxeringen och markinventeringen utgör det primära underlaget för LULUCF-sektorn i klimatrapporteringen till EU och Klimatkonventionen<sup>58</sup>.

<sup>57</sup> Fridman et al. 2014

<sup>58</sup> National Inventory Report Sweden 2018

### *Data*

Startläget utgjordes av Riksskogstaxeringens permanenta ytor mätta mellan 2008-2012. Startåret blir alltså 2010. Samtliga provytor oavsett ägoslag användes i simuleringarna. Att endast de permanenta ytorna används och att alla ägoslag inkluderas är en väsentlig skillnad jämfört med tidigare analyser med Heureka RegVis, t.ex. SKA 15.

Inom kolrapporteringen har en anpassad databas byggts upp som innehåller data från Riksskogstaxeringens permanenta ytor. Den skiljer sig åt från Riksskogstaxeringens ordinarie databas när det gäller delningar av provytor och ägoslagsförändringar. I RT:s ordinarie databas kan ägoslaget på en enskild provyta ändras fram och tillbaka mellan mätillfällena på grund av att fältpersonalen gjort olika bedömningar i fält snarare än att något faktiskt hänt på provytan. Eftersom ägoslagsförändringar är en viktig del i kolrapporteringen har i dessa gränsfall ägoslaget harmoniserats bakåt i tiden i koldatabasen för att ägoslagsförändringarna inte ska överskattas.

Enligt regelverket för referensnivån ska areal som bytt ägoslag, eller markanvändningsklass som är den korrekta benämningen inom kolrapporteringen, redovisas i en övergångsklass där arealen ska ligga kvar under ett antal år, 20 år för avskogning och 30 år för beskogning. I startläget inför simuleringarna finns alltså historiska avskogningar och beskogningar som ligger i övergångsklasser och som lämnar övergångsklasserna under simuleringarna. Se mer information om detta under avsnittet ovan om bokföringskategorier och bokföring.

### *Domäner och styrtabellsområden*

Avsatta provytor i form av formellt skyddad eller frivilligt skyddad produktiv Skogsmark hanterades separat på så sätt att inga åtgärder tilläts där i simuleringen. All annan mark (Virkesproduktionsmark, Improduktiv skogsmark, Åkermark, Bebyggd mark, etc.) sattes in i en och samma domän. De åtgärder som kopplats till den domänen tilläts endast på Virkesproduktionsmark.

Separata simuleringar gjordes för olika styrtabellsområden som i det här fallet utgjordes av landsdelar; norra Norrland, södra Norrland, Svealand och Götaland. Inga andra uppdelningar gjordes vilket betyder att en och samma uppsättning skötselinställningar tillämpades för all skog inom respektive domän inom respektive styrtabellsområde. Det gjordes t.ex. ingen uppdelning på ägarkategorier.

Avverkningsnivån i RegVis styrs antingen som en andel av tillväxten eller enligt en angiven virkesvolym. I det här fallet sattes avverkningen till 100 % av nettotillväxten (tillväxt minus naturlig avgång) på Virkesproduktionsmark. Skogsskötseln vid beräkningen av referensnivån ska baseras på referensperioden 2000-2009. Inställningarna för t.ex. föryngring och gödning och annan skogsskötsel togs därför i huvudsak från SKA-VB 08<sup>59</sup>) där skötselinställningarna i så stor utsträckning som möjligt baserades på referensperioden 2000-2009.

---

<sup>59</sup> Skogsstyrelsen 2008

Effekterna av klimatförändringar kan simuleras i Heureka baserat på olika klimatscenarier, i det här fallet gjordes simuleringarna med klimatförändring i linje med klimatscenarioet RCP4,5<sup>60</sup> som i tidigare nationella simuleringar av skogsresursens utveckling.

### *Arealer*

Arealer för de olika markanvändningskategorierna vid startläget styrdes av den ägoslagsbestämning som utförts av Riksskogstaxeringens fältpersonal. En viss justering har sedan utförts som en anpassning till kolrapporteringen (se stycke om koldatabasen under avsnittet *Data*). Ägoslagen översattes sedan till kolrapporteringens markanvändningsklasser. Riksskogstaxeringen registrerar Skogsmark enligt en internationell definition<sup>61</sup> där *Brukad skogsmark* förutom produktiv skogsmark även innefattar s.k. Improduktiv skogsmark och därigenom kan produktiv skog och improduktiv skog hållas isär. Icke skogsmark är all mark som inte är Skogsmark enligt internationell definition. Historisk beskogning och avskogning (övergångar mellan Skogsmark och Betesmark, Åkermark eller Bebyggd mark) lämnar respektive övergångsklass under simuleringarna. Även nybeskogning och avskogning simulerades i en omfattning som baserades på data från Riksskogstaxeringen och klimatrapporteringen. Därför ändras arealerna Skogsmark över tid (Tabell B5).

Skyddade arealer delades upp i formellt skydd (reservat) och informellt skydd (hänsynsytor och frivilliga avsättningar). Reservat innefattar naturreservat och nationalparker. De permanenta provytor som simuleringarna baserades på ingick även i underlaget för SKA 15<sup>62</sup>. Den markering av skyddade provytor som gjordes inför SKA 15 kunde alltså även utnyttjas i det här fallet.

Som torvmark räknas mark med torvdjup mer än 30 cm. Marken på en provyta räknas som torvmark om mer än 50 % av ytan täcks av torv.

---

<sup>60</sup> RCP=Representative Concentration Pathways. RCP:erna är namngivna efter den nivå av strålningsdrivning som uppnås år 2100. Olika strålningsdrivningar motsvarar olika ökningar av växthusgashalter i atmosfären. RCP4,5 betyder att koncentrationen av växthusgaser i atmosfären genererar en strålningsdrivning på 4,5W/m<sup>2</sup> år 2100, jämfört med förindustriell nivå.

<sup>61</sup> Med *Brukad skogsmark* avses all Skogsmark (som inte utgör *Beskogad mark*) om minst 0,5 ha, en kronslutenhet av minst 10 % och en minimihöjd av 5 m, där de senare variablerna avser moget tillstånd in situ. Definitionen avviker något från FAO:s definition då minimibredden på Skogsmark är satt till 10 m (FAO anger 20 m) och att skogsbilvägar exkluderas (FAO inkluderar dessa). Det innebär att *Brukad skogsmark* i detta sammanhang inkluderar både produktiv och improduktiv skogsmark.

<sup>62</sup> Claesson et al. 2015

*Tillstånd 2010*

I Tabell B5 redovisas arealerna vid startläget av simuleringarna 2010 baserat på databasen som används för rapporteringen till EU och Klimatkonventionen.

**Tabell B5.** Arealer 2010 för olika kategorier skog och mark uppdelat i beräkningsområden/landsdelar i beräkningen av referensnivån för skog.

Arealer [ha]	Produktiv skogsmark				Improduktiv skogsmark	All skogsmark
	Virkesproduktion	Frivilliga avs.	Hänsynsytor	Reservat		
N Norrland	5 761 055	555 837	403 418	413 371	1 963 892	9 097 572
S Norrland	4 889 458	332 873	525 308	112 666	1 034 787	6 895 092
Svealand	4 687 771	257 557	268 262	145 580	638 272	5 997 441
Götaland	4 405 344	198 350	290 017	108 522	399 572	5 401 805
<b>Hela landet</b>	<b>19 743 626</b>	<b>1 344 617</b>	<b>1 487 005</b>	<b>780 139</b>	<b>4 036 523</b>	<b>27 391 911</b>

*Skogsskötsel*

Föryngringen styrs med tre olika styrtabeller med avseende på markberedningsmetod, föryngringsmetod (plantering, sådd, eller naturlig föryngring) samt trädslagsval. Föryngringsparametrarna kan fördelas olika för olika ståndortsindex och markfuktighetsklasser. Hur styrtablerna fyllts i har styrts av uppgifter från SKA-VB 08.

Röjningens omfattning styrs genom att bestämma areal röjningsskog och hur stor andel av denna areal som ska röjas. Areal röjningsskog bestäms av höjdintervall och minimivärde för antal röjbara stammar. Samma röjda areal vid simuleringarna som under referensperioden 2000-2009 eftersträvades.

Gallringarnas omfattning beror på den totala avverkningen och hur den fördelas mellan slutavverkning och gallring. Fördelningen styrs till viss del per automatik och till viss del av användaren av Heureka RegVis. Vilka ytor som gallras styrs med hjälp av prioritetstal som i sin tur beräknats med hjälp av markägarnas beteende som det observerats i Riksskogstaxeringen.

Gödsling styrs av en bestämd areal som togs från SKA-VB 08. Även här styr prioritetstal vilka ytor som gödslas.

## Bilaga 3: Beskrivning av bokföringsregler och allmänt om EUs klimatmål

I april 2018 togs beslut om en förordning<sup>63</sup> om hur markanvändning och skogsbruk (LULUCF) ska redovisas och bokföras relativt EU:s klimat- och energiramverk. Ramverket är ett led i att fullgöra EU:s åtaganden i enlighet med Parisavtalet. Parisavtalet ingicks av EU den 5 oktober 2016 genom Europeiska rådets beslut (EU) 2016/1841. EU:s åtagande om utsläppsminskningar fastställdes den 6 november 2016 i och med att Parisavtalet trädde i kraft. Det nationella bidraget (NDC, Nationally Determined Contribution) är detsamma som det förslag till nationellt bidrag som EU och dess medlemsstater, med anledning av Parisavtalet, lämnade in till Klimatkonventionens sekretariat den 6 mars 2015.

Enligt denna NDC har EU förbundit sig att under perioden 2021-2030 minska utsläppen med 40 % jämfört med 1990 vilket inom EU räknats om till 36 % jämfört med 2005. Ca 40 % av utsläppen regleras i EU:s handelssystem (ETS) och ca 60 % i den icke-handlande sektorn som regleras genom ansvarsfördelningsförordningen (ESR)<sup>64</sup>. Utsläppen som regleras inom ETS ska minska med 43 % jämfört med 2005 medan utsläppen som regleras inom ESR ska minska med 30 % jämfört med 2005. För att klara åtagandet i ESR får medlemsländerna använda överskottskrediter från LULUCF upp till en fastslagen mängd<sup>65</sup>.

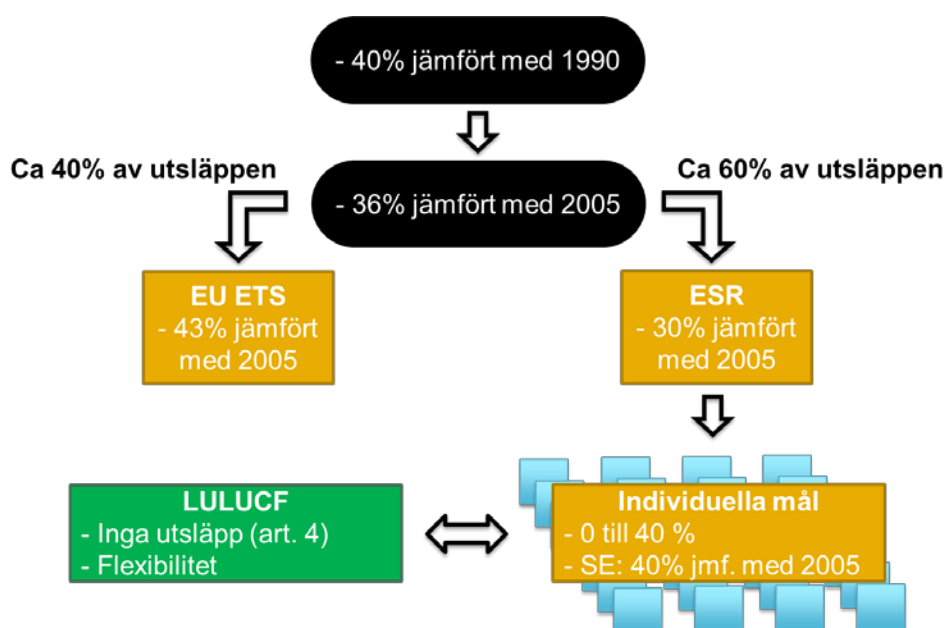
LULUCF-förordningen anger i Artikel 4 ett specifikt mål för LULUCF-sektorn som innebär att utsläppen inte får överstiga upptagen i sektorn, dvs. bokförda aktiviteter (se nedan) i LULUCF-sektorn får sammantaget inte generera några nettoutsläpp. Om resultatet ändå blir ett nettoutsläpp ska detta balanseras så att nettot blir noll. Se avsnittet om flexibilitet nedan. Figur B4 sammanfattar regelverket för klimat inom EU.

---

<sup>63</sup> Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2018/841 av den 30 maj 2018 om inbegripande av utsläpp och upptag av växthusgaser från markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk i ramen för klimat- och energipolitiken fram till 2030 och om ändring av förordning (EU) nr 525/2013 och beslut nr 529/2013/EU

<sup>64</sup> Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2018/842 av den 30 maj 2018 om medlemsstaternas bindande årliga minskningar av växthusgasutsläpp under perioden 2021–2030 som bidrar till klimatåtgärder för att fullgöra åtagandena enligt Parisavtalet samt om ändring av förordning (EU) nr 525/2013

<sup>65</sup> Sverige får för perioden 2021-2030 utnyttja maximalt 4,9 Mt CO<sub>2</sub>-ekvivalenter av eventuellt överskott från LULUCF (dvs. efter att Artikel 4 i LULUCF-förordningen uppfyllts) och endast från aktiviteterna *Beskogad mark*, *Avskogad mark*, *Brukad åkermark* och *Brukad betesmark* för att kompensera eventuellt ökade utsläpp i EU-ESR.



**Figur B4.** EU:s Klimat- och energiramverk. 40 % minskning under perioden 2021-2030 jämfört med 1990 är EU:s bidrag (NDC) till Parisavtalet. Den dubbelriktade pilen mellan LULUCF och ESR symboliserar den ömsesidiga flexibiliteten som beskrivs i texten.

#### *Bokföringskategorier, kolpooler och övriga emissioner*

LULUCF-förordningen definierar olika bokföringskategorier och hur de ska bokföras under perioderna 2021–2025 och 2026–2030. Bokföringskategorierna är i stort sett lika som de kategorier som redan redovisas till EU och Klimatkonventionen (UNFCCC), men med vissa skillnader som kommenteras nedan. Dessutom förekommer ett fåtal specialfall då mark konverteras i flera steg som inte beskrivs här. Definitionerna nedan är ordagrant hämtade från förordningens svenska översättning.

#### **Beskogad mark**

*Mark som rapporterats som Åkermark, Betesmark, Våtmark, Bebyggd mark eller Övrig mark, som konverterats till Skogsmark.*

Definitionen av *Beskogad mark* är nästan densamma som för aktiviteten beskogning som redovisas under perioden 2013-2020 givet att endast mänskligt betingade konverteringar ingår vilket för Sverige är synonymt med konvertering av brukad mark (Åkermark, Betesmark och Bebyggd mark). Vår tolkning är att man även fortsättningsvis skiljer på brukad och obrukad mark. En annan skillnad avser bokföringen (se mer nedan om bokföring). Efter 30 år i konverteringsklassen rapporteras marken som *Brukad skogsmark*.

#### **Avskogad mark**

*Mark som rapporterats som Skogsmark konverterats till Åkermark, Betesmark, Våtmark, Bebyggd mark eller Övrig mark.*

Definitionen av *Avskogad mark* är nästan densamma som för aktiviteten avskogning som redovisas under perioden 2013-2020 givet att endast mänskligt betingade konverteringar ingår vilket för Sverige är synonymt med konvertering av Skogsmark till annan brukad mark (Åkermark, Betesmark och Bebyggd mark). En annan skillnad avser bokföringen. Efter 20 år i konverteringsklassen rapporteras marken som antingen *Brukad åkermark, Brukad betesmark*.



### ***Brukad åkermark***

*Mark som rapporterats som Åkermark som fortfarande är Åkermark, Betesmark, Våtmark, Bebyggd mark eller Övrig mark, som konverterats till Åkermark eller Åkermark som konverterats till Våtmark, Bebyggd mark eller Övrig mark.*

Definitionen av *Brukad åkermark* är nästan densamma som för aktiviteten bruk av åkermark som redovisas under perioden 2013-2020.

### ***Brukad betesmark***

*Markanvändning som rapporterats som Betesmark som fortfarande är Betesmark, Åkermark, Våtmark, Bebyggd mark eller Övrig mark, som konverterats till Betesmark eller Betesmark som konverterats till Våtmark, Bebyggd mark eller Övrig mark.*

Definitionen av *Brukad betesmark* är nästan densamma som för aktiviteten bruk av betesmark som redovisas under perioden 2013-2020.

### ***Brukad skogsmark***

*Markanvändning som rapporterats som Skogsmark som fortfarande är Skogsmark.*

Definitionen av *Brukad skogsmark* är nästan densamma som för aktiviteten skogsbruk (under Klimatkonventionen) som redovisas under perioden 2013-2020. Bokförd areal kommer dock bli annorlunda eftersom *Beskogad mark* förs över till *Brukad skogsmark* efter 30 år (alternativet hade varit 20 år men Sverige har valt 30 år; se nedan om bokföring). Vår tolkning är att obrukad mark (Våtmark och Övrig mark) som konverteras till Skogsmark hamnar under *Brukad skogsmark* i bokföringen på samma sätt som idag är fallet under Kyotoprotokollet. Omvänt stannar mark som konverteras från Skogsmark till obrukad mark kvar i kategorin *Brukad skogsmark*.

### ***Brukad våtmark (från 2026)***

*Markanvändning som rapporterats som Våtmark som fortfarande är Våtmark, Bebyggd mark eller Övrig mark, som konverterats till Våtmark, eller Våtmark som konverterats till Bebyggd mark eller Övrig mark.*

Definitionen av *Brukad våtmark* är nästan densamma som för aktiviteten bruk av våtmark som redovisas under perioden 2013-2020.

### **Kolpooler och övriga emissioner**

De kolpooler som ska redovisas för kategorierna ovan är: Biomassa ovan jord, biomassa under jord, förna, död ved, organiskt kol i mark. Dessutom ska avverkade träprodukter redovisas för kategorierna *Beskogad mark* och *Brukad skogsmark*. Definitioner av kolpooler förutsätts vara desamma som för nuvarande rapportering och ges inte specifikt av LULUCF-förordningen.

Utöver förändringar i kolpooler ska också utsläpp av växthusgaser redovisas för gödsling av Skogsmark (lustgas), kväve mineralisering i samband med kolförrådsförändring (lustgas), dränerad mark (koldioxid, lustgas, metan och DOC<sup>66</sup>) och brand (koldioxid, lustgas och metan). Detta är i enlighet med tidigare fattade beslut om rapportering av LULUCF inom

---

<sup>66</sup> Dissolved Organic Carbon

EU<sup>67</sup> och inga skillnader utöver representativiteten avseende markanvändning är aktuella. Se vidare beskrivning av dessa utsläpp i Bilaga 2 denna rapport.

### *Bokföring*

#### ***Beskogad mark och Avskogad mark***

För *Beskogad mark* och *Avskogad mark*, bokförs de totala utsläppen och totala upptagen för vart och ett av åren under perioderna 2021–2025 och 2026–2030.

Brukad skogsmark som avskogas bokförs som avskogad mark i 20 år för att därefter bokförs under den kategori marken konverterats till. Mark som konverteras i flera led, t.ex. *Brukad skogsmark* som konverteras till *Betesmark* och fem år senare till *Åkermark* bokförs som *Avskogad mark* i 20 år, som *Brukad betesmark* i fem år för att därefter bokförs som *Brukad åkermark*.

För *Beskogad mark* gäller att en medlemsstat får överföra mark som konverterats till Skogsmark till *Brukad skogsmark* (Skogsmark som fortfarande är Skogsmark), 30 år efter konverteringsdagen, om så är vederbörligt motiverat i enlighet med IPCC-riktlinjerna. Sverige har valt att använda den möjligheten.

Under tidigare åtagandeperioder 2008-2012 och 2013-2020 har de motsvarande aktiviteterna beskogning och avskogning räknats i sin helhet ackumulerat från 1990 (teoretiskt kan *Beskogad mark* övergå till avskogad mark under KP men detta är ovanligt) utan att byta aktivitet vilket nu är fallet för *Beskogad mark* respektive *Avskogad mark*.

#### ***Brukad åkermark, Brukad betesmark och Brukad våtmark***

För dessa kategorier bokförs totala utsläpp och upptag som utsläpp och upptag under perioderna 2021–2025 och 2026–2030 minus genomsnittliga årliga utsläpp och upptag under basperioden 2005–2009 multiplicerat med fem<sup>68</sup>.

Våtmark är frivillig att bokföra 2021-2025 men utsläpp och upptag ska ändå redovisas. För perioden 2026 – 2030 är bokföringen obligatorisk.

Tidigare åtagandeperioder bokfördes dessa aktiviteter relativt nettoutsläppen 1990.

#### ***Brukad skogsmark***

Varje medlemsstat ska bokföra utsläpp och upptag från *Brukad skogsmark* perioderna 2021–2025 och 2026–2030 minus det värde som erhålls genom att multiplicera referensnivån (*FRL*) för skog<sup>69</sup> för respektive period med fem.

Om resultatet är negativt i förhållande till referensnivån inkluderas totala nettoupptag motsvarande högst 3,5 % av basårsutsläppen<sup>70</sup> (vilket motsvarar ca 2,5 miljoner ton CO<sub>2</sub>) multiplicerat med fem. Nettoupptag i kolpoolerna död ved och avverkade träprodukter (utom kategorin papper) omfattas inte av denna begränsning.

Tidigare åtagandeperioder bokfördes Skogsbruk i sin helhet (2008-2012) och relativt en referensnivå (2013-2020), i båda fallen med en begränsning på 2,5 respektive 3,5% av basårsutsläppen.

<sup>67</sup> Förordning nr 525/2013 (tidigare bördefördelningsbeslutet) och beslut nr 529/2013/EU (tidigare LULUCF-förordningen).

<sup>68</sup> Måste multipliceras med fem för jämförelse med åtagandeperioden som är 5 år

<sup>69</sup> I förordningen skriver man ”referensnivå för skog” men det är *Brukad skogsmark* som avses.

<sup>70</sup> Basårsutsläppen är redovisade växthusgasutsläpp från sektorerna Energi, Industri och Produkter, Jordbruk och Avfall 1990.

## Flexibilitet

I LULUCF-förordningen finns en allmän flexibilitet, som får användas om åtagandet i Artikel 4<sup>71</sup> uppfyllts och innebär att Sveriges bokförda överskottskrediter får användas för att kompensera utsläpp i ESR upp till totalt 4,9 Mt CO<sub>2</sub>-ekvivalenter för hela perioden 2021-2030. Överskottskrediter får bara räknas med för aktiviteterna *Beskogad mark*, *avskogad mark*, *Brukad åkermark* och *Brukad betesmark*. Kommissionen har dock för avsikt att genom en delegerad akt ge möjlighet att även inkludera överskottskrediter från *Brukad skogsmark* om dessa anses tillräckligt robusta.

Den allmänna flexibiliteten innebär också att överskottskrediter kan överlåtas till en annan medlemsstat eller överföras till kommande bokföringsperiod (2026-2030).

I LULUCF-förordningen finns även en specifik flexibilitet kopplad till kategorin *Brukad skogsmark* som gör det möjligt att kompensera för bokförda utsläpp från LULUCF upp till ett specificerat värde för bokförda utsläpp från kategorin *Brukad skogsmark*. För Sverige motsvarar detta totalt 47,5 Mt CO<sub>2</sub>-ekvivalenter för hela bokföringsperioden 2021-2030. Förutsättningen för att kunna utnyttja denna flexibilitet är att det totalt sett finns överskottskrediter i LULUCF-sektorn inom unionen. I praktiken innebär det att nettoupptaget för Sverige kan tillåtas underskrida referensnivån med i snitt 4,75 Mt CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år.

Utöver detta finns möjlighet att använda eventuella överskott från ESR för att balansera underskott i LULUCF-sektorn. Det finns ingen fastställd begränsning för hur många krediter Sverige får använda från ESR för att möta eventuellt underskott i LULUCF-sektorn.

## Skoglig referensnivå – Forest reference level (FRL)

Artikel 8.5<sup>72</sup> i LULUCF-förordningen definierar ramarna för hur referensnivån för bokföring av skog och lyder:

*Referensnivån för skog ska baseras på en kontinuerlig hållbar skogsbrukspraxis, såsom den dokumenterats under perioden 2000–2009 med avseende på dynamiska åldersrelaterade skogsegenskaper i nationella skogar med användning av bästa tillgängliga uppgifter.*

*De referensnivåer för skog som fastställs i enlighet med första stycket ska ta hänsyn till de framtida konsekvenserna av dynamiska åldersrelaterade skogsegenskaper för att inte i onödan begränsa skogsbrukets intensitet som en central förutsättning för hållbar skogsbrukspraxis, i syfte att upprätthålla eller stärka långsiktiga kolsänkor.*

*Medlemsstaterna ska visa att de metoder och data som används för att fastställa den föreslagna referensnivån för skog i den nationella bokföringsplanen för skogsbruket stämmer överens med dem som används i rapporteringen av Brukad skogsmark.*

<sup>71</sup> Artikel 4 innebär att utsläppen inte får överstiga upptagen i sektorn, dvs. bokförda aktiviteter i LULUCF-sektorn får sammantaget inte generera några nettoutsläpp.

<sup>72</sup> Article 8.5: The forest reference level shall be based on the continuation of sustainable forest management practice, as documented in the period from 2000 to 2009 with regard to dynamic age-related forest characteristics in national forests, using the best available data.

Forest reference levels as determined in accordance with the first subparagraph shall take account of the future impact of dynamic age-related forest characteristics in order not to unduly constrain forest management intensity as a core element of sustainable forest management practice, with the aim of maintaining or strengthening long-term carbon sinks.

Member States shall demonstrate consistency between the methods and data used to determine the proposed forest reference level in the national forestry accounting plan and those used in the reporting for managed forest land.

Ytterligare förutsättningar för hur referensnivån ska beräknas ges i Bilaga IV A:

*En medlemsstats referensnivå för skog ska fastställas i enlighet med följande kriterier:*

- a) Referensnivån ska överensstämja med målet att uppnå en balans mellan antropogena utsläpp från källor och upptag av växthusgaser i sänkor under den andra hälften av detta sekel, däribland att öka de potentiella upptagen från åldrande skogsbestånd, som annars kan visa gradvisa minskande sänkor.*
- b) Referensnivån ska säkerställa att enbart det faktum att kollager finns inte tas upp i bokföringen.<sup>73</sup>*
- c) Referensnivån bör säkerställa ett stabilt och trovärdigt bokföringssystem som säkerställer att utsläpp och upptag till följd av biomassanvändning bokförs på rätt sätt.*
- d) Referensnivån ska innefatta kolpoolen för avverkade träprodukter och därigenom ge en jämförelse mellan antagen omedelbar koldioxidavgång och tillämpning av första ordningens nedbrytningsfunktion och halveringstid.*
- e) Det ska antas att det råder ett konstant förhållande mellan användningen av skogsbiomassa som material och energi, såsom den dokumenterats under perioden 2000–2009.*
- f) Referensnivån bör vara förenlig med målet om att bidra till bevarandet av den biologiska mångfalden och till en hållbar användning av naturresurser, vilket fastställs i EU:s skogsstrategi, medlemsstaternas nationella skogsolitik och EU:s strategi för biologisk mångfald.*
- g) Referensnivån ska överensstämja med de nationella prognoser för antropogena utsläpp av växthusgaser från källor och upptag i sänkor som rapporteras i enlighet med förordning (EU) nr 525/2013.*
- h) Referensnivån ska överensstämja med inventeringen av växthusgaser och relevanta historiska data och baseras på transparent, fullständig, enhetlig, jämförbar och korrekt information. I synnerhet ska den modell som används för att konstruera referensnivån kunna återge historiska data från den nationella inventeringen av växthusgaser.*

Det finns alltså en rad förutsättningar att förhålla sig till när referensnivån ska beräknas. Det faktum att flera av dem kan tolkas på olika sätt innebär att medlemsländerna ges utrymme att anpassa beräkningarna utifrån nationella förutsättningar. Det gäller både val av modellansats för att beräkna referensnivån och antaganden om viktiga förutsättningar för parametrering av modellen.

---

<sup>73</sup> Innebörden av punkten ”Referensnivån ska säkerställa att enbart det faktum att kollager finns inte tas upp i bokföringen” är att endast förändringar i kolförråd bokförs med, inte befintliga förråd i sig.

## Bilaga 4: Uppdraget



Regeringen

Regeringsbeslut

IV 1

2018-02-22  
N2018/01213/SK

Näringsdepartementet

Sveriges lantbruksuniversitet  
Box 7070  
750 07 Uppsala

### Uppdrag att utarbeta prognoser för flöden av växthusgaser till och från skog och skogsmark för åren 2021–2030

#### Regeringens beslut

Regeringen uppdrar åt Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) att redovisa prognoser utifrån uppdaterade scenarier för den svenska skogens och skogsmarkens utsläpp och upptag av växthusgaser fram till 2030 i enlighet med beslut och riktlinjer för redovisning till EU och FN:s klimatkonvention. I uppdraget ingår särskilt att utarbeta underlag för en svensk bokföringsrapport för brukad skogsmark inklusive skoglig referensnivå för brukad skogsmark för perioden 2021–2025 som följer av kraven på information och metoder i EU:s klimatramverk 2021–2030. Scenarierna ska inkludera effekter av ett förändrat klimat, inklusive tillväxtförändringar och klimatrelaterade skogsskador. SLU ska genom en nära dialog med Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen verka för att även Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen kan ställa sig bakom de resultat som SLU redovisar. Eventuell avvikande mening ska framgå av rapporterna.

SLU ska inom ramen för uppdraget identifiera behov av att uppdatera befintliga modeller för förrädsberäkningar av biomassa och markkol utgående från gällande krav på redovisning av scenarier över utsläpp och upptag för sektorn markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk (LULUCF-sektorn) samt vägledningen för beräkning av en referensnivå för skogsbruk för perioden 2021–2025. Om så bedöms nödvändigt ska modellerna uppdateras innan slutliga scenarier och slutlig referensnivå beräknas. I uppdraget ingår att redovisa resultaten uppdelat på skyddad respektive oskyddad skog, fördelningen på olika trädslag och uppdelat på torvmark respektive mineraljord.

Telefonväxel: 08-405 10 00  
Fax: 08-411 36 16  
Webb: [www.regeringen.se](http://www.regeringen.se)

Postadress: 103 33 Stockholm  
Besöksadress: Mäster Samuelsgatan 70  
E-post: [n.registrator@regeringskansliet.se](mailto:n.registrator@regeringskansliet.se)

I uppdraget ingår också att ge tekniskt stöd till Regeringskansliet i det löpande förhandlingsarbetet inom EU och FN:s klimatkonvention. I detta ingår att vid behov delta i förhandlingsmöten på uppdrag av Regeringskansliet samt föra dialog med experter från andra länder inom och utom EU.

SLU får för uppdragets genomförande under 2018 använda sammanlagt 3 000 000 kronor som ska belasta anslaget 1:2 Insatser för skogsbruket, anslagspost 3 Nationellt skogsprogram. Medlen ska betalas ut efter rekvisition ställd till Skogsstyrelsen. Rekvisitionen ska ske senast den 1 december 2018. En årlig ekonomisk uppföljning ska lämnas senast den 15 mars 2019 till Regeringskansliet (Näringsdepartementet). Medel som inte har utnyttjats ska återbetalas till Skogsstyrelsen på bankgiro 787-8606 senast den 28 februari året efter rekvisitionen.

Delredovisning av underlag för en svensk bokföringsrapport för brukad skogsmark inklusive skoglig referensnivå ska ske senast den 30 september 2018 till Regeringskansliet (Näringsdepartementet). Uppdraget ska slutredovisas senast den 15 mars 2019 till Regeringskansliet (Näringsdepartementet).

SLU ska löpande stämma av med Regeringskansliet (Näringsdepartementet och Miljö- och energidepartementet) under arbetets gång för att säkerställa att analyserna kan utföras utifrån aktuell information om pågående förhandlingsprocesser, inklusive EU-processen om en förordning om bokföring av skogsbruk och annan markanvändning inom EU:s klimatramverk 2021–2030.

#### **Skälen för regeringens beslut**

Den svenska skogen och skogsmarken har en betydelsefull roll för klimatet. Klimatförändringarna motverkas genom ökat upptag och ökad upplagring av kol i skog och mark, i olika skogsprodukter och genom ökad tillgång till biobränslen och fossilsnåla material. Kolet binds i träd och annan växtlighet samt i form av svampmycel och dött organiskt material i marken. Kolet avgår från skogsekosystemet i form av koldioxid och metangas. Även avgången av lustgas är viktig att beakta i klimatsammanhang. Det finns en stor variation i upptag och lagring av kol beroende på trädslag och marktyp. Sammantaget sker ett stort årligt nettoupptag till den svenska skogen och skogsmarken. Samtidigt finns det stora arealer dikad torvmark som dikats för att kunna odla skog. Dikningen innebär att syrehalten i marken ökar vilket leder till att torven bryts ned och att koldioxid avgår till atmosfären.

Väl utvecklade mät- och rapporteringsmetoder och en god kunskap om storleken på nuvarande och framtida flöden är viktiga underlag vid förhandlingar om regelverk och åtaganden inom både EU och FN:s klimatkonvention samt som beslutsunderlag vid den fortsatta utvecklingen av den nationella klimatpolitiken.

Viktiga parametrar för skogens och skogsmarkens sammanlagda upptag och utsläpp är den årliga tillväxten samt den årliga avverkningsnivån. Sedan början av 1900-talet har såväl tillväxt som avverkning ökat. Sett över olika 10-årsperioder finns dock variationer, främst vad gäller avverkning. Eftersom både tillväxt och avverkning styrs av många olika faktorer som är svåra att förutsäga bör alternativa scenarier för olika framtida nivåer på tillväxt och avverkning analyseras.

Regeringen gav 2008 SLU i uppdrag att redovisa den svenska markens och skogens upptag och utsläpp av växthusgaser under perioden 1990–2008 enligt olika regelverk och bokföringsmetoder samt att göra scenario- och känslighetsanalyser för perioden fram till 2030 (dnr Jo2008/03958/LB). Resultaten från uppdraget användes som underlag vid pågående förhandlingar om bokföringsmetoder för skog och annan markanvändning vid förhandlingar om ett nytt globalt klimatavtal och vid utvecklingen av EU-interna regelverk. Vidare gav regeringen 2010 i uppdrag till SLU att genomföra ytterligare analyser av framtida flöden av växthusgaser till och från skog och skogsmark på nationell nivå (dnr Jo2010/03598/LB). Resultaten fungerade som underlag till svensk referensnivå för skogsbruk för bokföring av skogens utsläpp och upptag av växthusgaser för Kyotoprotokollets andra åtagandeperiod åren 2013–2020.

EU:s medlemsländer kom 2014 överens om huvuddragen i EU:s klimatramverk för åren 2021–2030. Beslutet innebär bland annat att LULUCF-sektorn ska ingå i medlemsländernas åtaganden och att regelverket för att bokföra upptag och utsläpp ska fastställas innan år 2020. 2016 presenterade Europeiska kommissionen ett förslag till förordning som inkluderar växthusgaser från LULUCF-sektorn som en separat del i EU:s ramverk för klimat och energi till år 2030. Förslaget har behandlats av Europaparlamentet och ministerrådet och en överenskommelse mellan Europaparlamentet och ministerrådet kunde nås i december 2017. Formellt beslut väntas under första kvartalet 2018. Utgångspunkten i förordningen är att varje medlemsstat förbinder sig till att nettoupptagen av växthusgaser i LULUCF-sektorn

inte ska minska, eller i de fall nettoutsläpp för sektorn redovisas, att netto-utsläppen inte ska öka. Enligt förslaget ska utsläpps- och upptagsförändringar inom markkategorin brukad skogsmark bokföras mot en nationell skoglig referensnivå för upptag och utsläpp. Referensnivån baseras bland annat på prognoser för framtida avverkning och tillväxt givet befintlig skogs- politik. Medlemsländerna ska senast den 31 december 2018 redovisa förslag till nationell bokföringsrapport, inklusive förslag på nationell skoglig referensnivå för perioden 2021–2025 för brukad skogsmark, samt senast den 31 december 2023 redovisa motsvarande rapport och referensnivå för perioden 2026–2030.

Det är centralt att svenska ståndpunkter baseras på så uppdaterad kunskap och information som möjligt. Detta gäller även förslag till nationell referens- nivå för brukad skogsmark. Löpande dialog och utbyte med andra experter från parter till klimatkonventionen inklusive från medlemsländer inom EU är en betydelsefull del i detta.

På regeringens vägnar



Sven-Erik Bucht



Hans Nilsagård



Kopia till

Finansdepartementet/BA

Miljö- och energidepartementet/EE, KL och NM

Naturvårdsverket

Skogsstyrelsen