



Rektor

BESLUT

SLU ID: SLU.ua.2018.2.6-3343

2018-09-25

Regeringskansliet  
Näringsdepartementet  
103 33 Stockholm

## Underlag för en svensk bokföringsrapport för brukad skogsmark inklusive skoglig referensnivå

### Beslut

Rektor beslutar

att till regeringskansliet (Näringsdepartementet) överlämna bifogade delrapport med underlag för en svensk bokföringsrapport i enlighet med regeringens uppdrag den 22 februari 2018 att utarbeta prognoser för flöden av växthusgaser till och från skog och skogsmark för åren 2021-2030.

### Ärendet

På uppdrag av regeringen ska SLU utarbeta prognoser för flöden av växthusgaser till och från skog och skogsmark för åren 2021-2030. Denna delrapport innehåller 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. Arbetet har löpande stämts av med Regeringskansliet (Näringsdepartementet och Miljö- och energidepartementet) och genom en nära dialog med Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen har säkerställts att de kan ställa sig bakom de i delrapporten redovisade resultaten.

Med anledning av uppdragets korta tidsram, att information från bl.a. EU-kommissionen uppdateras löpande och att ny information kan inkomma även efter 30 september avser SLU, med syfte att kvalitetssäkra de resultat som redovisas, fortsätta arbetet med beräkningarna för att vid behov kunna komplettera de redovisade resultaten fram tills bokföringsplanen ska inlämnas 31 december 2018. Ytterligare analyser kommer presenteras vid slutredovisningen av uppdraget den 15 mars 2019. Detta stöds av Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen.

Beslut i detta ärende har i rektors frånvaro fattats av prorektor Karin Holmgren efter föredragning av forskare Mattias Lundblad och i närvaro av

universitetsdirektör Martin Melkersson. I beredningen av ärendet har även miljöanalyssekreterare Ann-Sofie Morén deltagit.

Karin Holmgren

Mattias Lundblad

### Kopia för kännedom

Naturvårdsverket

Skogsstyrelsen

Finansdepartementet/BA

Miljö- och energidepartementet/EE, KL och NM

Vicerektor för fortlöpande miljöanalys

Dekan vid NJ-fakulteten

Fakultetsdirektörer vid NJ- och S-fakulteterna

Miljöanalyssekreterare Göran Adelsköld

Chefen för kommunikationsavdelningen

Internrevisionen

### Bilaga

Delrapport med underlag för en svensk bokföringsrapport för brukad skogsmark inklusive skoglig referensnivå. Delredovisning av regeringsuppdrag (beslut N208/01213/SK).

## Underlag för en svensk bokföringsrapport för brukad skogsmark inklusive skoglig referensnivå



Delredovisning 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 har enligt regeringsbeslut 22 februari 2018 (N2018/01213/SK) fått i uppdrag att bland annat 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 enligt EU:s klimatramverk 2021–2030.

Enligt uppdraget ska SLU genom en nära dialog med Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen verka för att även Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen kan ställa sig bakom de resultat som SLU redovisar. Under arbetet har en löpande dialog skett, dels genom avstämningsmöten med berörda handläggare vid respektive myndighet och dels genom gemensamma informationsmöten med respektive myndighetschefer.

Denna rapport utgör delredovisning av regeringsuppdraget och utgör efterfrågat underlag för en svensk bokföringsrapport för brukad skogsmark inklusive skoglig referensnivå.

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

Mattias Lundblad har varit projektledare för arbetet.



## Innehåll

Förord.....	3
Sammanfattning .....	7
Bakgrund.....	11
Referensnivå för skog 2021-2025 .....	11
EU-förordningen om LULUCF 2021-2030 .....	11
Bokföringskategorier, kolpooler och övriga emissioner .....	13
Skoglig referensnivå – Forest reference level (FRL).....	16
Vägledning.....	18
Avverkningsnivå.....	18
Relativ avverkning 2000-2009.....	19
Högsta möjliga hållbara avverkning .....	19
Diskussion.....	20
Övriga förutsättningar .....	22
Bokföringsplan.....	23
Beräkning av skoglig referensnivå för Sverige.....	25
Metodöversikt .....	25
Kolpooler och övriga emissioner .....	25
Metodik.....	25
Heureka RegVis.....	25
Q-modellen .....	26
Organogen mark.....	28
Träprodukter .....	28
Övriga emissioner .....	29
Dataunderlag från Riksskogstaxeringen och Markinventeringen .....	29
Beräkningsförutsättningar.....	30
Data.....	30
Domäner och styrtabellsområden.....	31
Arealer .....	32
Tillstånd 2010 .....	32
Skogsskötsel.....	33
Resultat .....	34
Referenser .....	39
Bilaga A: Underlag bokföringsrapport .....	41



## Sammanfattning

Sveriges lantbruksuniversitet har enligt regeringsbeslut 22 februari 2018 (N2018/01213/SK) fått i uppdrag att bland annat 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 enligt EU:s klimatramverk 2021–2030. Denna rapport utgör delredovisning av uppdraget där bilaga A innehåller ett utkast till Sveriges bokföringsrapport (Forest accounting plan).

Enligt EU- förordningen<sup>1</sup> om hur skog och markanvändning (LULUCF) ska inkluderas i EU:s klimatramverk ska utsläpp och upptag från brukad skogsmark<sup>2</sup> under åtagandeperioden 2021-2030 bokföras relativt en framåtsyftande skoglig referensnivå (Forest Reference Level, FRL) för perioden 2021-2025 respektive perioden 2026-2030. Tanken med en referensnivå är att bokföra skillnader i utsläpp och upptag på brukad skogsmark; syftet är inte att referensnivån ska reglera avverkningsnivåer. Det är viktigt för trovärdigheten att bokföringen bygger på robusta regelverk och trovärdiga och meningsfulla referensnivåer.

Referensnivån för perioden 2021-2025 är en framåtsyftande beräkning av upptag respektive utsläpp från kolpooler, samt andra emissioner på brukad skogsmark baserat på hållbar skogsskötsel och på principerna för ett hållbart nyttjande av skog under referensperioden 2000-2009<sup>3</sup>.

Om nettoinlagringen (summan av alla upptag och utsläpp av växthusgaser) i skogen är större under åtagandeperioden än den skogliga referensnivån bokförs krediter. Krediteringen får uppgå till högst 3,5% av basårsutsläppen<sup>4</sup>. Blir nettoinlagringen lägre än referensnivån (t.ex. om avverkningarna blir högre relativt tillväxten än i referensnivån) så debiteras Sverige för en utsläppsökning. En eventuell bokförd utsläppsökning måste balanseras med nettoinlagring i övriga LULUCF-aktiviteter, med utsläppsminskningar i andra sektorer eller genom utsläppshandel.

---

<sup>1</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>2</sup> Med brukad skogsmark avses all skogsmark 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 som inte faller under definitionen för beskogad mark (se vidare under definitioner av kategorier).

<sup>3</sup> Officiell svensk översättning av de två centrala styckena i artikel 8.5:

*Referensnivån för skog ska baseras på kontinuerligt hållbart skogsbruk, såsom det dokumenterats under perioden 2000–2009 med avseende på dynamiska åldersrelaterade skogsegenskaper i nationella skogar med användning av bästa tillgängliga data.*

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

<sup>4</sup> Utsläppen 1990 från alla sektorer utom LULUCF

Referensnivån för brukad skogsmark har beräknats med simuleringsverktyget Heureka RegVis (biomassa) och Q-modellen (markkol, mineraljordar). Övriga ingående emissioner baseras på rapporterade emissioner för referensperioden 2000-2009.

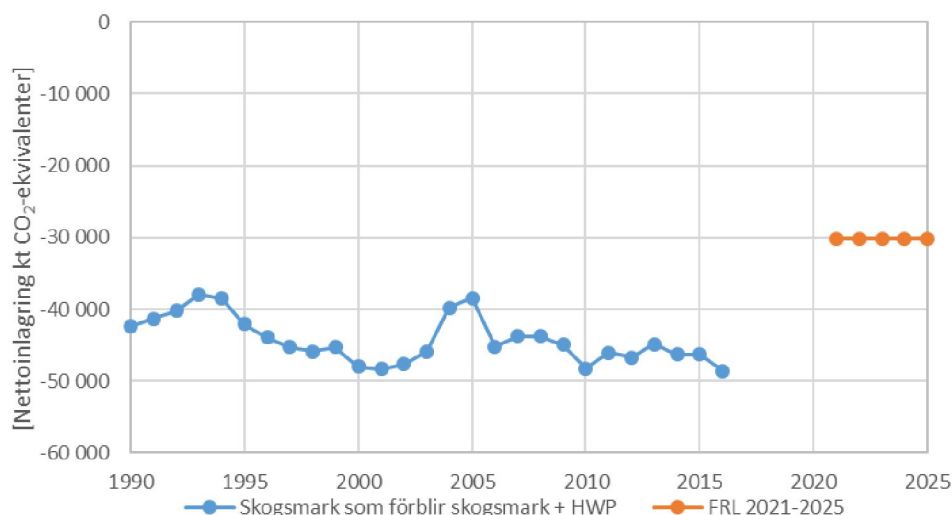
Referensnivån för brukad skogsmark omfattar all skogsmark i Sverige (27 Mha) som ej rapporteras under beskogad mark och har fastställts till ett nettoupptag på -30 037 kt CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år för perioden 2021-2025 (tabell S.1). Under nuvarande rapporteringsperiod har motsvarande kategori för skog (skogsmark som förblir skogsmark) resulterat i en nettoförändring på i genomsnitt -45 500 kt CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år (figur S.1). Definitionerna för kategorierna skiljer sig något litet åt, men det har ingen avgörande betydelse för resultatet.

Den viktigaste orsaken till den stora skillnaden mellan referensnivån och tidigare rapporterade värden är de antaganden som görs i referensnivåberäkningen vad gäller avverkningsnivån. I simuleringen som startar år 2010 tillåts all avverkningsbar tillväxt på virkesproduktionsmark<sup>5</sup> avverkas medan den genomsnittliga avverkningen under den period som rapporteras 1990-2017 varit lägre i förhållande till tillväxten. Bidraget från kolpoolen levande biomassa på virkesproduktionsmark till den totala nettoinlagringen blir därför liten medan en betydande nettoinlagring redovisas för produktiv skogsmark undantagen från skogsbruk och för improduktiv skogsmark (tabell S.1).

**Tabell S.1.** Kolpooler och andra emissioner som ingår i referensnivån för brukad skogsmark 2021-2025. Negativa värden (-) representerar nettoupptag av koldioxid från atmosfären.

Årlig förändring i kolpooler och övriga årliga utsläpp [kt CO <sub>2</sub> -ekvivalenter]		2021-2025
Levande biomassa, totalt		-17 570
	<i>Virkesproduktionsmark (ca 19800 kha)</i>	1 998
	<i>Produktiv skogsmark undantagen från virkesproduktion (ca 3600 kha)</i>	-15 926
	<i>Improduktiv skogsmark (ca 4000 kha)</i>	-3 641
Mineraljord	Död ved	-2 083
	Förna och markkol	-9 614
Organogen mark	Död ved	-271
	Förna och markkol (CO <sub>2</sub> +DOC dränerad mark)	5 209
	Dränerad organogen mark (N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> )	1 189
Träprodukter (HWP), totalt		-6 992
	<i>Sågade varor</i>	-5 634
	<i>Träbaserade skivor</i>	80
	<i>Papper och pappskivor</i>	-1 438
Gödsling (N <sub>2</sub> O)		23
Mineralisering (N <sub>2</sub> O)		0
Indirekta utsläpp (N <sub>2</sub> O)		4
Brand (CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> )		69
<b>TOTALT EXKLUSIVE HWP</b>		<b>-23 045</b>
<b>TOTALT MED HWP</b>		<b>-30 037</b>

<sup>5</sup> Virkesproduktionsmark är den del av den produktiva skogsmarken som används för virkesproduktion och inte lyder under formellt eller frivilligt skydd. Beskogad mark ingår ej.



**Figur S.1.** Årlig rapportering<sup>6</sup> av kategorin skogsmark som förblir skogsmark 1990-2017 samt beräknad referensnivå för brukad skogsmark 2021-2025. Negativa värden (-) representerar nettoupptag av koldioxid från atmosfären.

Hur den relativa avverkningen<sup>7</sup> ska beräknas anges inte specifikt i EU-förordningen, som därmed ger utrymme för alternativa sätt att fastställa hur stor avverkningen ska vara. Kommissionens intention, vilken inte delas av alla, har varit att avverkningsintensiteten ska avspegla de förhållanden som rådde under den så kallade referensperioden 2000-2009.

Dagens skogspolitik har två övergripande och jämställda mål; ett produktionsmål och ett miljömål. Skogspolitiken utgår från att skogen är en nationell tillgång och en förnybar resurs som ska skötas så att den uthålligt ger en god avkastning samtidigt som den biologiska mångfalden bevaras<sup>8</sup>. Detta har uttolkats som att avverkningen inte varaktigt bör överstiga den tillgängliga tillväxten på virkesproduktionsmark, d.v.s. att avverkningen är hållbar ur ett resursperspektiv<sup>9</sup>.

I Sverige är improduktiv skogsmark, formella skydd, frivilliga avsättningar och hänsynsytor undantagna för att bevara biologisk mångfald och tillvarata andra allmänna intressen. Tillväxten på dessa arealer är alltså inte tillgängliga för avverkning. Den resterande delen av den produktiva skogsmarken kallar vi i fortsättningen virkesproduktionsmark. Den relativa avverkningen i referensnivån har därför satts till den högsta möjliga hållbara nivån<sup>10</sup> på virkesproduktionsmark. På övrig skogsmark (produktiv skogsmark undantagen från virkesproduktion och improduktiv skogsmark) tillåts ingen avverkning.

I utarbetandet av rapporten har principerna för fastställande av relativ avverkning diskuterats med Skogsstyrelsen och Naturvårdsverket. Båda myndigheterna ställer sig bakom de beräkningar som här presenteras. Naturvårdsverket är dock tydliga

<sup>6</sup> National Inventory Report Sweden 2018.

<sup>7</sup> Med relativ avverkning avses här förhållandet mellan avverkning och avverkningsbar stamtillväxt men kan även avse t.ex. förhållandet mellan avverkning och total avverkningsbar biomassa

<sup>8</sup> 1 § Skogsvårdslagen (Lag 2008:662).

<sup>9</sup> Se t.ex. Skogsstyrelsen 2015. Rundvirkes- och skogsbränslebalanser för år 2013 – SKA 15.

<sup>10</sup> Högsta hållbara nivån innebär att 100% av den tillgängliga tillväxten på virkesproduktionsmark avverkas och att ingen avverkning antas ske på skogsmark undantagen från virkesproduktion (improduktiv skog, formellt samt frivilligt skydd).

med att man hellre hade baserat den relativa avverkningen på historiska data för perioden 2000-2009 istället för den högsta möjliga hållbara avverkningsnivån, eftersom man anser att det resulterar i en referensnivå mer i linje med den förväntade utvecklingen och bättre speglar intentionen med förordningen.



## Bakgrund

### Referensnivå för brukad skogsmark 2021-2025

Enligt EU-förordningen<sup>11</sup> från den 30 maj 2018 om hur skog och markanvändning (LULUCF) ska inkluderas i EU:s klimatramverk, ska förändringar i utsläpp och upptag från brukad skogsmark<sup>12</sup> bokföras relativt en framåtsyftande skoglig referensnivå (Forest Reference Level, FRL).. Syftet är inte att referensnivån specifikt ska reglera framtida avverkningsnivåer. Det är viktigt för trovärdigheten att bokföringen bygger på robusta regelverk och trovärdiga och meningsfulla referensnivåer och att dessa implementeras på ett trovärdigt sätt.

Referensnivån för perioden 2021-2025 och perioden 2026-2030 är en beräkning av upptag och utsläpp i och från kolpooler samt andra emissioner på brukad skogsmark, där skogsskötseln i referensnivån ska baseras på hållbar skogsskötsel och på principerna för ett hållbart nyttjande av skogen under perioden 2000-2009.

Om nettoinlagringen (summan av alla upptag och utsläpp av växthusgaser) i skogen är större under åtagandeperioden än den skogliga referensnivån bokförs krediter. Krediteringen får uppgå till högst 3,5% av basårsutsläppen<sup>13</sup>. Blir nettoinlagringen lägre än referensnivån (t.ex. om avverkningarna blir högre relativt tillväxten än i referensnivån) så debiteras Sverige för en utsläppsökning. Denna utsläppsökning måste balanseras med nettoinlagring i övriga LULUCF-aktiviteter med utsläppsminskningar i andra sektorer (icke-handlande sektorn, ESR) eller genom utsläppshandel.

### EU-förordningen om LULUCF 2021-2030

I april 2018 togs beslut om en förordning<sup>14</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.

---

<sup>11</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.

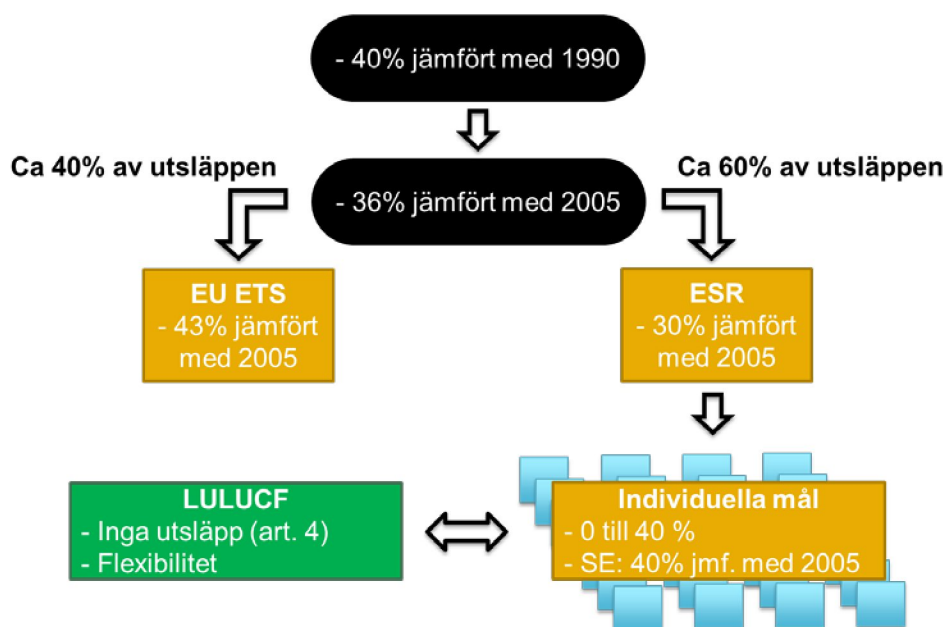
<sup>12</sup> Med brukad skogsmark avses all skogsmark om minst 0,5 ha, en kronslutenhet av minst 10 % och en minimihöjd av 5 m, där de senare variablerna avser moget tillstånd in situ. Definitionen avviker något från FAO:s definition då minimibredden på Skogsmark är satt till 10 m (FAO anger 20 m) och att skogsbilvägar exkluderas (FAO inkluderar dessa). Det innebär att brukad skogsmark i detta sammanhang inkluderar både produktiv och improduktiv skogsmark.

<sup>13</sup> Utsläppen 1990 från alla sektorer utom LULUCF

<sup>14</sup> EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING (EU) 2018/841

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>15</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>16</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 1 sammanfattar regelverket för klimat inom EU.



**Figur 1.** 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.

<sup>15</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>16</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, bruk av åkermark och betesmark.

### *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).

#### **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 (se mer nedan om bokföring).

#### **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 som redovisas under perioden 2013-2020. Bokförd areal kommer dock bli annorlunda eftersom beskogad mark förs över till brukad skogsmark efter 20 eller 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), kvävemineralisering i samband med kolförrådsförändring (lustgas), dränerad mark (koldioxid, lustgas, metan och DOC<sup>17</sup>) och brand (koldioxid, lustgas och metan). Detta är i enlighet med tidigare fattade beslut om rapportering av LULUCF inom EU<sup>18</sup> och inga skillnader utöver representativiteten avseende markanvändning är aktuella. Se vidare beskrivning av dessa utsläpp i metoddelen av 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 åker bokförs som avskogad mark i 20 år, som brukad betesmark i fem år för att därefter bokförs som brukad åkermark.

---

<sup>17</sup> Dissolved Organic Carbon

<sup>18</sup> Förordning nr 525/2013 (tidigare bördefördelningsbeslutet) och beslut nr 529/2013/EU (tidigare LULUCF-förordningen).

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 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>19</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>20</sup> för respektive period med fem<sup>19</sup>.

Om resultatet är negativt i förhållande till referensnivån inkluderas totala nettoupptag motsvarande högst 3,5 % av basårsutsläppen<sup>21</sup> (vilket motsvarar ca 2,5 M 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.

### **Flexibilitet**

I LULUCF-förordningen finns en allmän flexibilitet, som får användas om åtagandet i Artikel 4<sup>22</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. Överkottskrediter 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

<sup>19</sup> Måste multipliceras med fem för jämförelse med åtagandeperioden som är 5 år

<sup>20</sup> I förordningen skriver man ”referensnivå för skog” men det är brukad skogsmark som avses.

<sup>21</sup> Basårsutsläppen är redovisade växthusgasutsläpp från sektorerna Energi, Industri och Produkter, Jordbruk och Avfall 1990.

<sup>22</sup> Artikel 4 innebär att utsläppen inte får överstiga upptagen i sektorn, dvs. bokförda aktiviteter i LULUCF-sektorn får sammantaget inte generera några nettoutsläpp.

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 överförs 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.

### Skoglig referensnivå – Forest reference level (FRL)

Artikel 8.5<sup>23</sup> i LULUCF-förordningen som definierar ramarna för hur referensnivån för bokföring av skog 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>23</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>24</sup>*
- c) Referensnivån bör säkerställa ett stabilt och trovärdigt bokföringssystem som säkerställer att utsläpp och upptag till följd av biomassaanvändning 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 skogspolitik 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 parametrisering av modellen.

---

<sup>24</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.

### *Vägledning*

Det har tagits fram en vägledning<sup>25</sup> för framtagande och rapportering av skoglig referensnivå. Vägledningen är framtagen på uppdrag av EU-kommissionen för att stötta medlemsländerna i arbetet med att beräkna referensnivån genom att tolka förordningen, som inte ger så mycket detaljer om själva beräkningen. Vägledningen är frivillig att använda och riktar sig främst till länder som inte redan har väletablerade modeller för beräkning av skogens utveckling. Metodiken som presenteras i vägledningen utgår oftast från EU-kommissionens intentioner när det gäller vad som ska inkluderas i begreppet ”kontinuerligt hållbar skogsbrukspraxis”.

### *Avverkningsnivå*

Den allra viktigaste parametern för att beräkna referensnivån är den relativa avverkningen, dvs. hur mycket av den avverkningsbara tillväxten som avverkas. Hur den relativa avverkningen ska beräknas anges inte i EU-förordningen, vilket ger utrymme för alternativa sätt att fastställa den relativa avverkningsnivån, dels baserat på faktisk avverkning och tillväxt 2000-2009 och dels baserat på skogsbruksprinciper.

Utgångspunkten för SLU:s beräkning av referensnivån för brukad skogsmark baseras på att ”kontinuerligt hållbar skogsbrukspraxis” innebär att Sverige ur ett resursperspektiv bedriver en hållbar skogsförvaltning. Skogspolitiken utgår från att skogen är en nationell tillgång och en förnybar resurs, som ska skötas så att den uthålligt ger en god avkastning samtidigt som den biologiska mångfalden bevaras<sup>26</sup>. Uthållig god avkastning kan tolkas som att avverkningen på mark tillgänglig för virkesproduktion inte varaktigt bör överstiga den tillgängliga tillväxten<sup>27</sup>. Denna skogshushållningsprincip är även internationellt använd<sup>28</sup> och utgår från ett generationsperspektiv då den säkerställer att kommande generationer kan tillgodogöra sig samma mängd virkesråvara som nuvarande generation.

Den relativa avverkningen i referensnivån kan därför sättas till 100 % av tillväxten på virkesproduktionsmark. I Sverige är improduktiv skogsmark, formella skydd, frivilliga avsättningar och hänsynsytor undantagna för att bevara biologisk mångfald och tillvarata andra allmänna intressen. Tillväxten på dessa arealer är alltså inte tillgängliga för avverkning. Detta sätt att sköta Sveriges skogar är i linje med ”kontinuerligt hållbar skogsbrukspraxis” under perioden 2000-2009.

Att sätta avverkningsnivån till den högsta möjliga hållbara nivån är också i linje med den svenska handlingslinje som drevs i förhandlingen av EU-förordningen och som utgår från skogspolitikens grund. SLU anser att det därför är rimligt att den relativa avverkningen i referensnivån sätts till den högsta möjliga hållbara på

---

<sup>25</sup> Guidance on developing and reporting Forest Reference Levels in accordance with Regulation (EU) 2018/841

<sup>26</sup> 1 § Skogsvårdslagen (Lag 2008:662).

<sup>27</sup> Se t.ex. Skogsstyrelsen 2015. Rundvirkes- och skogsbränslebalanser för år 2013 – SKA 15.

<sup>28</sup> Se t.ex. UNECE 2016. Pilot project on the system for the Evaluation of the Management of Forest (SEMAFOR). Geneva Timber and Forest Discussion Paper 66.



virkesproduktionsmark, vilken utgör ca 70% av den totala skogsmarksarealen i Sverige.

Många EU-experter inom LULUCF-området (inklusive EU-KOM) ger uttryck för att den huvudsakliga intentionen med EU- förordningen varit att relativ avverkning för FRL under åtagandeperioden ska baseras på den faktiska relativa avverkningen under referensperioden 2000-2009. Metodiken som presenteras i kommissionens vägledning utgår oftast från EU-kommissionens intentioner när det gäller vad som ska inkluderas i begreppet ”kontinuerligt hållbar skogsbrukspraxis”.

I den dialog som förts med Skogsstyrelsen och Naturvårdsverket har ansatsen att bestämma avverkningsnivån diskuterats. Skogsstyrelsen stödjer den ansats som SLU valt, medan Naturvårdsverkets linje är att fastställa relativ avverkning baserat på faktiskt utfall 2000-2009.

Under dialogen som förts har räkneexempel presenterats och diskuterats för båda ansatserna (se nedan).

#### Relativ avverkning 2000-2009

Om relativ avverkning för virkesproduktionsmark fastställs baserat på förhållandena 2000-2009<sup>29</sup> skulle den relativa avverkningen för Sverige blir ca 92 %. Avverkningen i denna beräkning avser avverkad volym från gallring och slutavverkning på virkesproduktionsmark, röjning ingår inte. Virkesproduktionsmark är produktiv skogsmark, som inte är undantagen från virkesproduktion. Skogsmark undantagen från virkesproduktion avser formellt skyddad mark som reservat och informellt skyddad skogsmark som hänsynsytor och frivilliga avsättningar. Tillväxt i denna beräkning avser nettotillväxt, alltså total tillväxt minus naturlig avgång, på virkesproduktionsmark.

#### Högsta möjliga hållbara avverkning

Innebär att relativ avverkning för virkesproduktionsmark fastställs i linje med de principer som använts i Skogsstyrelsens Skogliga konsekvensanalyser (SKA 15)<sup>30</sup>. Grundscenariot i SKA 15 och i tidigare SKA-arbeten utgår från befintlig skogspolitik och antagandet att skogspolitiken uttrycker hållbart skogsbruk. Den mest avgörande faktorn för beräkning av den potentiella avverkningsvolymen är markanvändningen, dvs. hur mycket av den produktiva skogsmarken som är undantagen från virkesproduktion. På virkesproduktionsmarken finns enligt nuvarande skogspolitik inga ytterligare begränsningar mot att avverka tillväxten, givet att man följer andra delar av regelverket t.ex. förnygringsplikt och lägsta ålder för förnygringsavverkning (LÅF).

Utgångspunkten är att söka en så hög avverkningsnivå som möjligt utan att den framtida tillväxten och därmed den framtida avverkningsmöjligheten minskar. Denna avverkningsnivå presenteras i resultaten från SKA 15 som potentiell

---

<sup>29</sup> Baserat på statistik från Riksskogstaxeringen (tillväxt) och från Skogsstyrelsen (avverkning) för perioden 2000-2009

<sup>30</sup> Claesson S., m.fl. 2015

avverkning och avser avverkning av levande träd på virkesproduktionsmark fördelad på förnygringsavverkning och gallring.

### Diskussion

Båda sätten att skatta avverkning som beskrivs ovan relaterar till avverkning och tillväxt på virkesproduktionsmark. Avverkningen på mark som inte används för virkesproduktion sätts till noll i framskrivningen vilket innebär att det framskrivna värdet förväntas bli detsamma som det rapporterade och att sådan mark i så fall bokförs som noll (eventuella bokförda upptag från mark som inte används för virkesproduktion ska inte kompensera en ”överavverkning” på virkesproduktionsmark). Det innebär i praktiken att övrig skogsmark, både produktiv skogsmark undantagen från virkesproduktion och improduktiv skogsmark bidrar till referensnivån med en förrådsökning som är lika stor för båda sätten att skatta avverkning eftersom i princip ingen avverkning antas ske på den marken. Skillnaden i nettoförändring i Levande biomassa kommer alltså främst bero på den relativa avverkningen på virkesproduktionsmark.

Antagandena om skogsskötseln är densamma för båda alternativen vilket innebär att tillväxten för den första simuleringsperioden kommer vara densamma. Efterföljande perioder kommer tillväxten vara olika eftersom den påverkas av avverkningen i föregående period. Nettoförändringen i levande biomassa för alternativet baserat på referensperioden 2000-2009 med en relativ avverkning på 92% kommer därför alltid vara högre än för alternativet baserat på potentiell avverkning eftersom en mindre del av tillväxten avverkas i det fallet.

Sammanställningen i tabell 1 avser de faktiska förhållandena för perioden 2000-2009. Totalt sett var den relativa avverkningen på all brukad skogsmark 77 %. För all produktiv skogsmark var siffran drygt 79 %. Om avverkningen på virkesproduktionsmark hade nått upp till högsta möjliga hållbara (100 %) skulle den relativa avverkningen bli 87 % för all produktiv skogsmark och 84 % för all brukad skogsmark.

**Tabell 1.** Arealer, genomsnittlig avverkning, nettotillväxt och relativ avverkning för olika typer av brukad skogsmark 2000-2009. Data från Riksskogstaxeringen och Skogsstyrelsen.

<b>Indelning</b>	<b>Areal [kha]</b>	<b>% av total skogsmark</b>	<b>Avverkning [M m<sup>3</sup>sk]</b>	<b>Tillväxt [M m<sup>3</sup>sk]</b>	<b>Kvot Avv./Tillv.</b>
Virkesproduktionsmark	19 800	68 %	84	92	0,92
Produktiv skogsmark undantagen från virkesproduktion	3 600	14 %	0,2	15	0,01
Improduktiv skogsmark	4 000	18 %	0,05	2,7	0,02
<b>All skogsmark</b>	<b>27 400</b>	<b>100 %</b>	<b>84</b>	<b>110</b>	<b>0,77</b>

Under perioden 2000-2009 hade Sverige en relativt hög relativ avverkning (92 % på virkesproduktionsmark) p.g.a. högkonjunktur och två stormar. Under perioden 2010- 2014 har den relativa avverkningen varit lägre (ca 85% på virkesproduktionsmark) trots att avverkningarna ökat avsevärt. Bruttoavverkningen (som avser avverkning på all mark i Sverige) var i snitt 87 M m<sup>3</sup>sk per år 2000-2009. Under perioden 2010- 2016 har den årliga bruttoavverkningen varierat mellan 85 och 93 M m<sup>3</sup>sk med ett snitt på närmare 90 M m<sup>3</sup>sk<sup>31</sup>. Att den relativa avverkningen ändå minskat beror på att tillväxten ökat i större omfattning än avverkningen.

Båda metoderna att sätta referensnivån ger därmed utrymme att öka avverkningsnivåerna under 2021 - 2030 jämfört med dagens avverkningsnivå som ligger på drygt 90 M m<sup>3</sup>sk. Om det trots detta skulle uppstå bokförda skulder finns det möjlighet att till viss del kompensera för dessa genom olika flexibiliteter.

Skogsstyrelsen och Naturvårdsverket gjorde en känslighetsanalys under 2016 där man bl.a. visar att en förändrad tillväxt- eller avverkningsnivå på 10 % resulterar i betydande bokförda utsläppförändringar på ungefär 10 Mt CO<sub>2</sub> per år (motsvarar ca 13 M m<sup>3</sup>sk stamved). Det indikerar att skillnaden för referensnivån blir betydande beroende på vilken metod som används för att sätta avverkningsnivån.

En minskning i nettoupptag i levande biomassa på grund av ökad avverkning kompenseras vid beräkning av det totala nettoupptaget för brukad skogsmark till viss del genom att inlagringen i träprodukter ökar på grund av den ökade avverkningen. Idag går 24 % av den totala avverkningen till långlivade produkter såsom sågade varor och träbaserade skivor. Om avverkningen dessutom används för substitution av fossila alternativ kompenseras en minskning av nettoupptaget med minskade utsläpp i andra sektorer (för att undvika dubbelbokföring bokförs bioenergi som noll).

En relativ avverkning baserad på referensperioden 2000-2009 ger ingen intuitiv tolkning av vad som är bra för klimatet men kan eventuellt påverka referensnivån så att ländernas agerande i framtiden inte bidrar till att minska klimatpåverkan på ett optimalt sätt. Har ett land sparat skog under referensperioden är man fortsatt tvungen att spara skog i framtiden för att inte debiteras medan ett land som "överavverkat" under referensperioden kan få krediter fast man avverkar mer än tillväxten.

Sverige hade högre relativ avverkning än andra EU-länder under perioden 2000 - 2009. Om alla länder inom EU för perioden 2021 - 2030 skulle sätta referensnivån till högsta hållbara avverkningsnivå skulle det skapas en betydande mängd krediter inom EU som inte beror på verkliga åtgärder i skogsbruket, s.k. hetluft vilket skulle kunna minska klimatambitionen inom EU.

Vidare konstateras att Sverige väntas att ha tillgång till krediter från olika flexibiliteter för att täcka upp för ett eventuellt underskott inom LULUCF. Detta genom utsläppsminskningar som sker nationellt och genererar krediter i EU,

---

<sup>31</sup> <https://www.skogsstyrelsen.se/statistik/statistik-efter-amne/bruttoavverkning/>

förutsatt att vi klarar målet som föreslagits av Miljömålsberedningen. Ett annat sätt att säkra tillgången av krediter är att köpa enheter från andra medlemsstater, som minskar sina utsläpp eller ökar sina upptag, då under förutsättning att Sverige kan köpa enheter från dem.

I LULUCF- förordningen finns som tidigare nämnts en kompensationsmekanism (artikel 11) som innebär att Sverige har möjlighet att kompensera för ett bokfört utsläpp från brukad skogsmark på totalt 47,5 Mt CO<sub>2</sub> för perioden 2021-2030.

#### *Övriga förutsättningar*

Här nämns endast ett par ytterligare ställningstaganden som är viktiga för utfallet av beräkningarna (se även under avsnitt 3) och som kan vara nödvändiga för att kunna jämföra resultaten med andra redovisade skogliga scenarier (t.ex. SKA 15).

En viktig förutsättning är startåret för beräkningen. I beräkningen av FRL för Sverige används tillståndet vad gäller arealer och kolförråd för Skogsmark 2010 vilket representeras av Riksskogstaxeringen 2008-2012. Startår i direkt anslutning till referensperioden är i linje med EU-kommissionens intention, dvs. att bokföringen baseras på hela skillnaden i utveckling jämfört med referensperioden. Detta förespråkas även i vägledningen.

Under simuleringen justeras arealen skogsmark baserat på den årligen beskogade arealen 1990-2000 och baserat på genomsnittlig avskogning 2000-2009. Den avskogade arealen justeras i efterhand genom teknisk korrektion. På samma sätt kan simulerad beskogad areal justeras utifrån framtida faktiskt utfall.

Men eftersom beskogad mark ligger i övergångsklassen i 30 år (för att därefter rapporteras som brukad skogsmark) vet vi redan idag vilken mark som berörs i referensnivån. Därmed bedömer vi att behovet av en teknisk korrektion för beskogad mark i referensnivån inte kommer att finnas.

I kommissionens vägledning ges exempel både för alternativet att inkludera markanvändningsförändringar och för att hålla arealen brukad skogsmark konstant. Båda fallen anses kräva teknisk korrigerings.

I simuleringen av referensnivå inkluderas en klimateffekt motsvarande klimatscenariot RCP4,5<sup>32</sup>. I tidigare nationella simuleringar av skogsresursens utveckling har man visat att en sådan klimatförändring kan öka den årliga tillväxten med drygt 21 % på lång sikt (100 år). På den tidshorisont som avses här (fram till 2030) är effekten betydligt mindre (ca 5 % för perioden 2020-2030). Kommissionens vägledning indikerar att om klimatförändringseffekter inkluderas så kan korrektion behövas i efterhand.

---

<sup>32</sup> RCP=Representative Concentration Pathways. RCP:erna är namngivna efter den nivå av strålningsdrivning som uppnås år 2100. Olika strålningsdrivningar motsvarar olika ökning 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.

## Bokföringsplan

Bokföringsplanen är det dokument som ska skickas in till EU-kommissionen enligt paragraf 8:3 i förordningen. Medlemsstaterna ska överlämna sina nationella bokföringsplaner för skogsbruk, inklusive en föreslagen referensnivå för skog, senast den 31 december 2018 för perioden 2021–2025 och senast den 30 juni 2023 för perioden 2026–2030. Den nationella bokföringsplanen för skogsbruk ska innehålla de uppgifter som anges i förordningens bilaga IV, avsnitt B. De ingående delarna listas nedan med en kommentar om vad som avses. Underlaget till Sveriges bokföringsplan utgörs av bilaga A till denna rapport som i utformningen utgår från den mall som presenterades i den frivilliga vägledningen från kommissionen.

Följande delar ska inkluderas i planen:

*a) En allmän beskrivning av fastställandet av referensnivån för skog och en beskrivning av hur kriterierna i denna förordning har beaktats.*

- Här efterfrågas helt enkelt en beskrivning av hur förordningen tillämpats för beräkning av referensnivån.

*b) Uppgift om vilka kolpooler och växthusgaser som har ingått i referensnivån för skog, skäl för att en kolpool inte har inkluderats i fastställandet av referensnivån för skog och en demonstration av överensstämmelsen mellan de kolpooler som ingår i referensnivån för skog.*

- Sverige redovisar idag alla kolpooler (Levande biomassa ovan och under mark, Förna, Död ved och Markkol) och gör det även i referensnivån för perioden 2021-2025 respektive 2026-2030. Vi beaktar alltså alla pooler men kan behöva beskriva eventuell inkonsistens i framskrivningar av vissa kolpooler.

*c) En beskrivning av strategier, metoder och modeller, inklusive kvantitativ information, som används i fastställandet av referensnivån för skog, i linje med den senast inlämnade nationella inventeringsrapporten, och en beskrivning av dokumenterad information om hållbar skogsbrukspraxis och intensitet samt antagna nationella strategier.*

- Här efterfrågas dokumentation av de modeller som används för beräkning av FRL, den statistik som använts samt beskrivning av hållbart skogsbruk så som det bedrevs 2000-2009. Här bör en mer genomgripande beskrivning av antaganden och underliggande modeller och hur de hänger samman med senaste rapporteringen göras. Här ingår också en beskrivning av tolkningen av hållbar skogsbrukspraxis.

*d) Information om hur avverkningsnivåer förväntas utvecklas under olika politiska scenarier.*

- Syftet med denna punkt är att visa effekten av politiska beslut för möjligheten att nå målet i LULUCF-sektorn. De scenarier som tagits fram inom ramen för SKA 15 är inte baserade på politiska strategier men kan delvis tillämpas som sådana eftersom både förändring av den skyddade arealen och ökning/minskning av avverkningen skulle kunna vara en effekt av olika politiska beslut. Det finns även scenarier framtagna inom EU avseende behov av biomassa för att möta uppsatta mål inom EU som kan användas.

*e) En beskrivning av hur var och en av följande aspekter behandlades i fastställandet av referensnivån för skog:*

*i) Arealen brukad skog.*

- En beskrivning av utvecklingen av arealen brukad skogsmark givet antaganden om beskogning och avskogning.

*ii) Utsläpp och upptag från skogar och avverkade träprodukter som visas i inventeringar av växthusgaser och relevanta historiska data.*

- En beskrivning av hur tidigare rapportering av träprodukter beaktas i FRL

*iii) Skogsegenskaper, bl.a. dynamiska åldersrelaterade skogsegenskaper, tillväxt, avverkningsålder och annan information om skogsbruksverksamheten om inga åtgärder vidtas (business as usual).*

- Denna information avser att bidra till transparensen och strävan är att kunna redovisa så mycket som möjligt av den information som finns tillgänglig.

*iv) Historiska och framtida avverkningsnivåer fördelade över energianvändning och annan användning.*

- Information som underlättar utvärdering av redovisningen av träprodukter.

## Beräkning av skoglig referensnivå för Sverige

### Metodöversikt

Nedan beskrivs vad som ingår i beräkningarna, vilka modeller och metoder som används samt vilka data som utgör underlag för beräkningarna.

#### *Kolpooler och övriga emissioner*

De kolpooler som ska redovisas för kategorin brukad skogsmark och därmed också ingår i referensnivån för skog är: Biomassa ovan jord, biomassa under jord, förna, död ved, organiskt kol i mark. Dessutom ska avverkade träprodukter (HWP) redovisas för kategorierna beskogad mark och brukad skogsmark. Samtliga kolpooler följer samma definitioner som i Sveriges rapportering till EU och Klimatkonventionen<sup>33</sup>.

Utöver förändringar i kolpooler ska också utsläpp av växthusgaser redovisas för gödsling av skogsmark (lustgas), kvävemineralisering i samband med kolförrådsförändring (lustgas), dränerad mark (koldioxid, lustgas, metan och DOC<sup>34</sup> och brand (koldioxid, lustgas och metan). Detta är i enlighet med tidigare fattade beslut om rapportering av LULUCF inom EU<sup>35</sup>. Dessa utsläpp beräknas i enlighet med Sveriges klimatrapportering till EU och Klimatkonventionen<sup>33</sup>.

#### *Metodik*

##### Heureka RegVis

Skogens utveckling simulerades med Heureka-applikationen RegVis<sup>36</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 2). 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 grundytetillväxt simuleras i den etablerade fasen<sup>37</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.

---

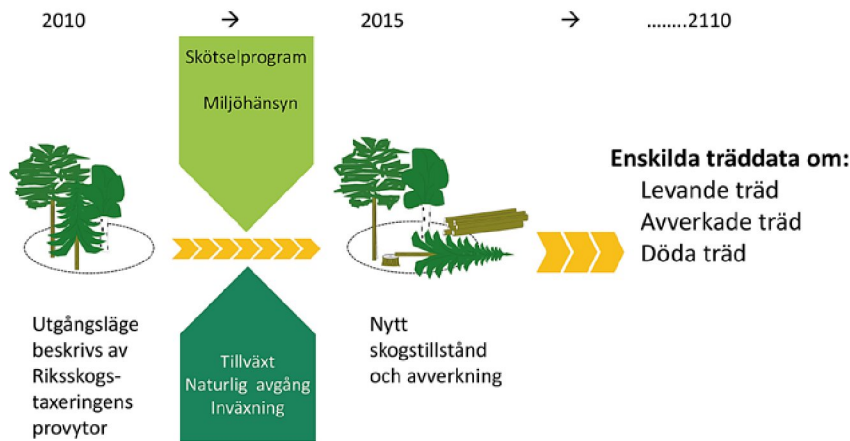
<sup>33</sup> National Inventory Report Sweden 2018. För kortfattad beskrivning på svenska se: <https://www.slu.se/institutioner/mark-miljo/miljoanalys/Klimatrapporteringen/>.

<sup>34</sup> Dissolved Organic Carbon

<sup>35</sup> Förordning nr 525/2013 beslut nr 529/2013/EU.

<sup>36</sup> Wikström m. fl. 2011

<sup>37</sup> Fahlvik m. fl. 2014



**Figur 2.** 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 Heurekasystemet 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 all skogsmark, dvs. både produktiv skogsmark 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.

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 jordbruksmark till skogsmark (beskogning) eller omvänt (avskogning) 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 på skogsmark 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 ingår skattades med Q-modellen som är en processbaserad modell baserad på ”continuous quality” konceptet<sup>38</sup>. Den har tidigare använts i flera nationella studier som undersökt kolbalansen i skogen och marken över Sverige<sup>39</sup>. I modellen tillförs marken förna som kohorter av döda barr, finrötter,

<sup>38</sup> Ågren & Bosatta, 1996.

<sup>39</sup> Ågren G. & Hyvönen R. 2003, Ågren G. et al. 2007, Ortiz, C.A. et. al., 2014, Gustavsson, et. al. 2017.



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 i början av beräkningen. Modellparametrarna<sup>40</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 2. Förna från markvegetationen uppskattades med biomassfunktioner för olika växt- och förnatyper<sup>41</sup>, samt deras omsättningshastigheter<sup>42</sup>, som återfinns i tabell 3. 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>43</sup>. Den regionala fördelningen av grotuttaget baserades på tidigare skogliga konsekvensberäkningar för Sverige<sup>44</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 2.** Omsättningshastigheter [år] och parametrar för beräkning av förnaproduktionen

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

<sup>40</sup> Ågren G. & Hyvönen R. 2003.

<sup>41</sup> Muukkonen, P. & Mäkipää, R. 2006.

<sup>42</sup> Peltoniemi M, Mäkipää R, et al. 2004

<sup>43</sup> Skogsstatistisk årsbok, Swedish Statistical Yearbook of Forestry. 2001-2010

<sup>44</sup> Claesson S. et. al. 2015.

**Tabell 3.** 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

### Organogen mark

För dränerad organogen mark används samma beräkningsmetod som i Sveriges klimatrapportering. Den dränerade arealen organogen mark 2010 på brukad skogsmark multipliceras med emissionsfaktorer uppdelat på markens näringsstatus och klimatområde (tabell 4).

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).

**Tabell 4.** 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 från avverkade träprodukter (Harvested Wood Products, HWP) beräknades med samma metod som i rapporteringen till EU och Klimatkonventionen<sup>45</sup>.

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

<sup>45</sup> National Inventory Report Sweden 2018.

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:

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<sup>45</sup>.

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<sup>45</sup>.

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

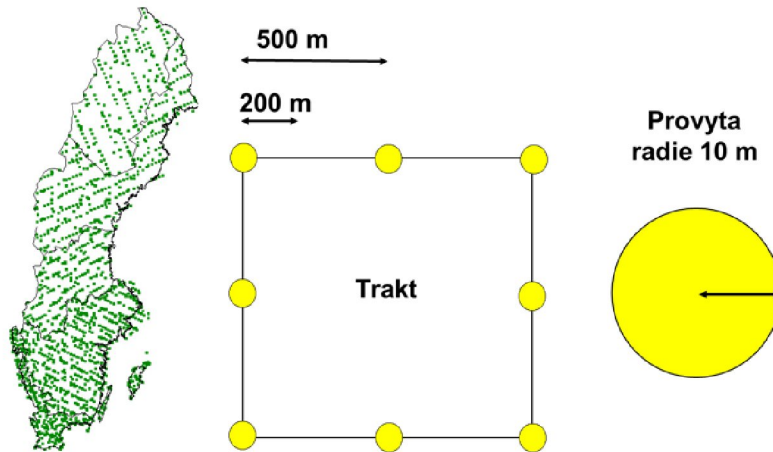
Utsläpp av koldioxid, lustgas och metan från brand baseras på rapporterade genomsnittliga utsläpp från skogsbränder för perioden 2000-2009<sup>45</sup>. Eftersom Heureka inte inkluderar brand räknas även utsläppen av koldioxid med, i klimatrapporeringen inkluderas utsläppen av koldioxid vid brand på förrådsförändring på Riksskogstaxeringens permanenta provytor.

### *Dataunderlag från Riksskogstaxeringen och Markinventeringen*

Simuleringarna baserades på data från Riksskogstaxeringen<sup>46</sup>. 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 3).

---

<sup>46</sup> Fridman m.fl. 2014



**Figur 3.** 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 yttorlek. 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 klimatrapporeringen till EU och Klimatkonventionen<sup>47</sup>.

## Beräkningsförutsättningar

### 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

<sup>47</sup> National Inventory Report Sweden 2018

ägoslagsförändringar. I RT:s ordinarie databas kan ägoslaget på en enskild provyta ändras fram och tillbaka mellan mättillfällena 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, jordbruksmark, 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<sup>48</sup> 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>49</sup>) där skötselinställningarna i så stor utsträckning som möjligt baserades på referensperioden 2000-2009.

Effekterna av klimatförändringar kan simuleras i Heureka baserat på olika klimatscenarier, i det här fallet gjordes simuleringarna med klimatförändring i linje med klimatscenariot RCP4,5<sup>50</sup> som i tidigare nationella simuleringar av skogsresursens utveckling.

---

<sup>48</sup> Nettotillväxten är total tillväxt minus naturlig avgång

<sup>49</sup> Skogsstyrelsen 2008

<sup>50</sup> RCP=Representative Concentration Pathways. RCP:erna är namngivna efter den nivå av strålningsdrivning som uppnås år 2100. Olika strålningsdrivningar motsvarar olika ökning 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.

## 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 ägoslaget skog enligt en internationell definition<sup>51</sup> där brukad skogsmark förutom produktiv skogsmark även innefattar s.k. improduktiv skog och därigenom kan produktiv skog och improduktiv skog hållas isär. Icke skogsmark är all mark som inte är skog enligt internationell definition. Historisk beskogning och avskogning (övergångar mellan skog och betesmark, jordbruksmark 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 6).

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>52</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.

## Tillstånd 2010

I tabell 5 redovisas arealerna vid startläget av simuleringarna 2010 baserat på databasen som används för rapporteringen till EU och Klimatkonventionen.

**Tabell 5.** 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>

<sup>51</sup> Med brukad skogsmark avses all skogsmark 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>52</sup> Claesson m.fl. 2015

### *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 15.

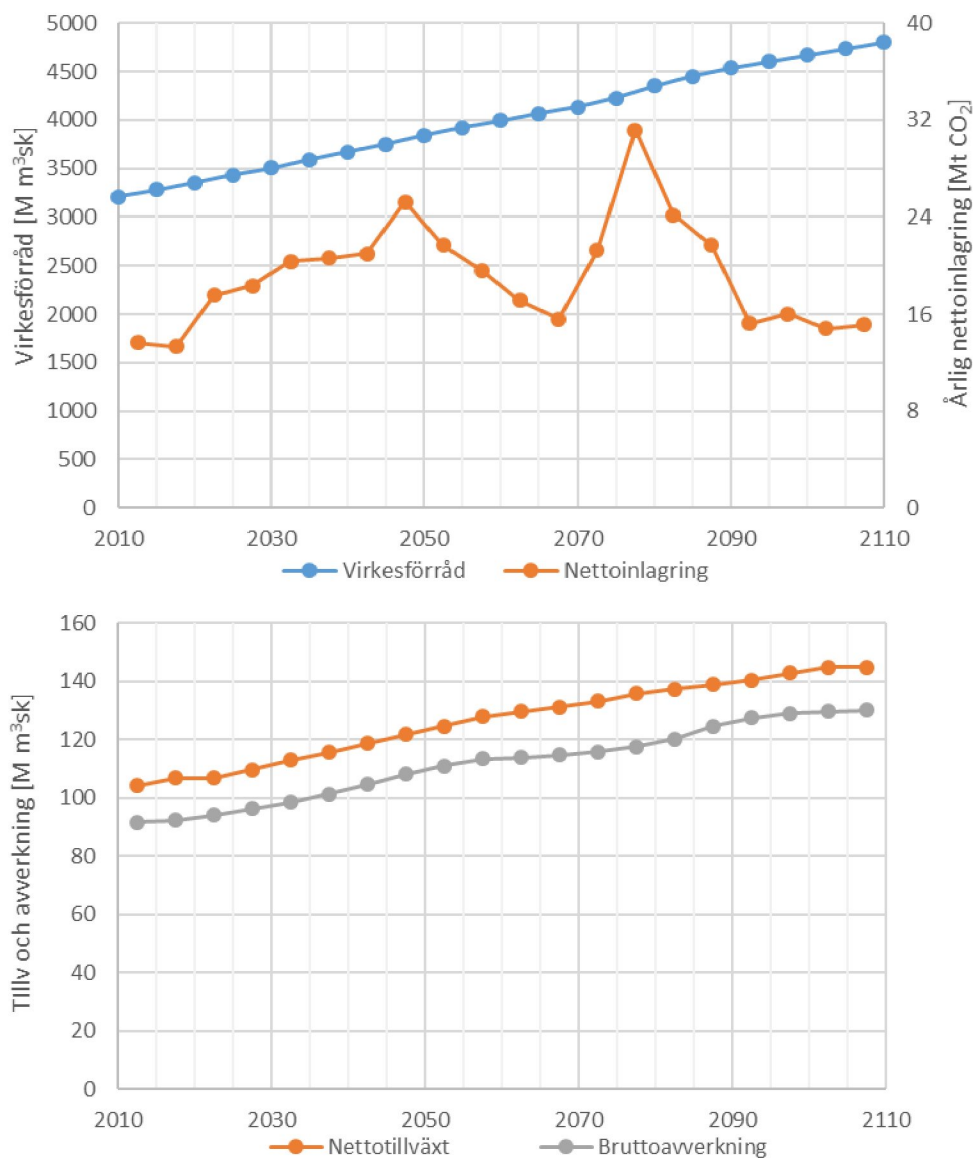
Röjningens omfattning styrs genom att bestämma areal röjningsskog och hur stor andel av denna areal som ska röjas. Areal röjningsskog bestäms av höjdintervall och minimivärde för antal röjbara stammar. Samma röjda areal vid simuleringarna som under referensperioden 2000-2009 eftersträvades.

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.

## Resultat

Simulerade resultat för virkesförråd (stamvolym), årlig nettoinlagring (helträd), tillväxt (stamvolym), avverkning (stamvolym) för Levande biomassa 2010-2110 visar att kolförrådet ökar under hela perioden. Såväl tillväxt som avverkning ökar (figur 4). Därmed uppfylls LULUCF-förordningens krav på att sänkan (förrådsökningen) upprätthålls och inte försvagas. Nettoinlagringen (årlig skillnad i förråd) är alltid positiv (en ökning av förrådet) men med relativt stor variation över tid.



**Figur 4.** Simulerat virkesförråd och årlig nettoinlagring i Levande biomassa (övre panelen) samt tillväxt och avverkning (nedre panelen).

Tabell 6-9 visar arealer, avverkning, tillväxt, relativ avverkning, virkesförråd, kolförrådsförändringar och övriga emissioner fram till 2030 samt referensnivån för perioden 2021-2025.



Den totala arealen brukad skogsmark (tabell 6) minskar något från 2010 till 2030 på grund av att mer mark lämnar brukad skogsmark (avskogning) än vad som tillkommer (beskogning). Den mark som årligen tillkommer är brukad åkermark, brukad betesmark eller tidigare bebyggd mark som beskogats 30 år tidigare medan den mark som lämnar brukad skogsmark (avskogas till åkermark, betesmark eller bebyggd mark). Båda beräknas utifrån ett genomsnitt för perioden 2000-2016.

Detta sätt att hantera markanvändningsförändringar är en väsentlig skillnad jämfört med tidigare analyser med Heureka RegVis och är främst en anpassning efter kraven som ställs på redovisning enligt LULUCF-förordningen men kommer också medge möjligheter till ytterligare analyser av markanvändningsförändringar. Länderna har i efterhand möjlighet att korrigera resultaten baserat på den verkliga utvecklingen av förändrad markanvändning under perioden 2021-2025 respektive 2026-2030.

Arealen produktiv skogsmark undanhållen från skogsbruk hålls konstant hela perioden och motsvarar den avsatta arealen 2010. Skyddad areal berörs varken av beskogning eller avskogning i simuleringen.

Tillväxten ökar kontinuerligt (figur 4 och tabell 7). För att beräkna scenariot för referensnivån har nya funktioner för att beräkna tillväxt på improduktiv skogsmark tagits fram. Den genomsnittliga nettotillväxten 2010-2030 var  $0,65 \text{ m}^3\text{sk ha}^{-1}$  för improduktiv skogsmark. För motsvarande period var nettotillväxten på virkesproduktionsmark och produktiv skogsmark undanhållen för skogsbruk  $4,7 \text{ m}^3\text{sk ha}^{-1}$  respektive  $3,5 \text{ m}^3\text{sk ha}^{-1}$ . Den genomsnittliga nettotillväxten för all skogsmark var  $3,9 \text{ m}^3\text{sk ha}^{-1}$  för perioden 2010-2030.

I beräkningarna för referensnivån ingår en klimateffekt. I tidigare nationella simuleringar av skogsresursens utveckling har man visat att en klimatförändring i linje med klimatscenarioet RCP4,5<sup>53</sup> kan öka den årliga tillväxten med drygt 21 % på lång sikt (100 år). På den tidshorisont som avses här (fram till 2030) är effekten betydligt mindre (ca 5 % för perioden fram till 2030). I den vägledning som tagits fram på uppdrag av EU-kommissionen<sup>54</sup> diskuteras möjligheten att räkna med eller utan hänsyn till klimatförändringar. Men det lämnas åt medlemsstaterna att välja metod själva så länge metoden förklaras.

Avverkning tillåts endast på virkesproduktionsmark. Avverkningen ökar kontinuerligt över den simulerade perioden (figur 4 och tabell 7). För perioden 2021-2025 hamnar avverkningen i simuleringen på drygt 93 vilket är högre än i referensscenariot i SKA 15<sup>55</sup>. Idag (2017) ligger avverkningen på ca  $93 \text{ m}^3\text{sk ha}^{-1}$ .

Inlagringen i Levande biomassa hamnar på  $-17,6 \text{ Mt CO}_2 \text{ år}^{-1}$  2021-2025. Det är en lägre inlagring jämfört med tidigare scenarier redovisade till EU och

---

<sup>53</sup> RCP=Representative Concentration Pathways. RCP:erna är namngivna efter den nivå av strålningsdrivning som uppnås år 2100. Olika strålningsdrivningar motsvarar olika ökning av växthusgashalter i atmosfären. RCP4,5 betyder att koncentrationen av växthusgaser i atmosfären genererar en strålningsdrivning på  $4,5 \text{ W/m}^2$  år 2100, jämfört med förindustriell nivå.

<sup>54</sup> Guidance on developing and reporting Forest Reference Levels in accordance with Regulation (EU) 2018/841

<sup>55</sup> Claesson S., m.fl. 2015

Klimatkonventionen. Där redovisas dock scenarier som är mer i linje medutvecklingen av avverkningsnivåns förhållande till tillväxten de senaste åren.

Avverkade träprodukter bidrar med ett nettoupptag på  $-7,0 \text{ Mt CO}_2 \text{ år}^{-1}$  vilket är i paritet med vad som redovisas till EU och Klimatkonventionen idag. Skillnader beror dels på att avverkningsnivån och dels på att hanteringen av returpapper har förändrats jämfört med referensperioden 2000-2009. Återvinningsgraden är idag betydligt högre än tidigare.

Kolpoolen för förna och markkol på mineraljord som simuleras med Q-modellen resulterar i ett nettoupptag på ca  $-9,6 \text{ Mt CO}_2 \text{ år}^{-1}$ . I den senaste redovisningen till EU och Klimatkonventionen representerade dessa pooler ett nettoupptag mellan  $-6,3$  och  $-13 \text{ Mt CO}_2 \text{ år}^{-1}$  under perioden 1990-2016.

Övriga emissioner baseras på de data som används i klimatrapporteringen och är därför närmast identiska med rapporterade värden.

Referensnivån för brukad skogsmark omfattar all skogsmark i Sverige (27 Mha) som ej rapporteras under beskogad mark och har fastställts till ett nettoupptag på  $-30\,037 \text{ kt CO}_2\text{-ekvivalenter per år}$  för perioden 2021-2025 (tabell 9). Under nuvarande rapporteringsperiod har motsvarande kategori för skog (skogsmark som förblir skogsmark) resulterat i en nettoförändring på i genomsnitt  $-45\,500 \text{ kt CO}_2\text{-ekvivalenter per år}$  (figur 5). Definitionerna för kategorierna skiljer sig något litet åt, men det har ingen avgörande betydelse för resultatet.

Den viktigaste orsaken till den stora skillnaden mellan referensnivån och tidigare rapporterade värden är de antaganden som görs i referensnivåberäkningen vad gäller avverkningsnivån. I simuleringen som startar år 2010 tillåts all avverkningsbar tillväxt på virkesproduktionsmark<sup>56</sup> avverkas medan den genomsnittliga avverkningen under den period som rapporteras 1990-2017 varit lägre i förhållande till tillväxten. Bidraget från kolpoolen levande biomassa på virkesproduktionsmark till den totala nettoinlagringen blir därför liten medan en betydande nettoinlagring redovisas för produktiv skogsmark undantagen från skogsbruk och för improduktiv skogsmark (tabell 9).

**Tabell 6.** Arealer för brukad skogsmark i simuleringen av FRL för Sverige 2010-2030.

Arealer [kha]	2010	2015	2020	2025	2030
Produktiv skogsmark (totalt)	23 355	23 299	23 240	23 183	23 127
Virkesproduktionsmark	19 743	19 687	19 628	19 571	19 515
Produktiv skogsmark undantagen från virkesproduktion	3 612	3 612	3 612	3 612	3 612
<i>Frivilliga avsättningar</i>	1 345	1 345	1 345	1 345	1 345
<i>Hänsynsytor</i>	1 487	1 487	1 487	1 487	1 487
<i>Reservat</i>	780	780	780	780	780
Improduktiv skogsmark	4 037	4 030	4 024	4 018	4 009
<b>All brukad skogsmark</b>	<b>27 392</b>	<b>27 329</b>	<b>27 264</b>	<b>27 201</b>	<b>27 136</b>

<sup>56</sup> Virkesproduktionsmark är den del av den produktiva skogsmarken som används för virkesproduktion och inte lyder under formellt eller frivilligt skydd. Beskogad mark ingår ej.

**Tabell 7.** Årlig avverkning, tillväxt och relativ avverkning i femårsperioder.

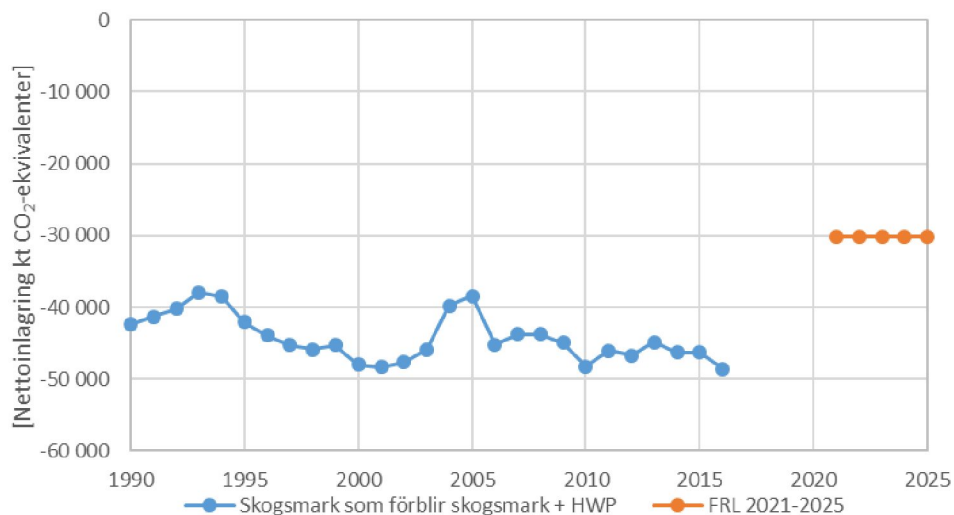
		-2015	-2020	-2025	-2030
Avverkning exkl. röjning [M m <sup>3</sup> sk]	Virkesproduktionsmark	87,0	89,6	91,2	90,9
	Produktiv skogsmark undantagen från virkesproduktion	0	0	0	0
	Improduktiv skogsmark	0	0	0	0
Nettotillväxt [M m <sup>3</sup> sk]	Virkesproduktionsmark	89,9	91,9	91,5	93,6
	Produktiv skogsmark undantagen från virkesproduktion	11,7	12,3	12,8	13,4
	Improduktiv skogsmark	2,7	2,7	2,6	2,6
	All skogsmark	104,2	106,9	106,8	109,5
Relativ avverkning [%]	Virkesproduktionsmark	96,8	97,4	99,8	97,1
	All skogsmark (exklusive röjning)	83,5	83,8	85,4	83,0

**Tabell 8.** Virkesförrådets utveckling 2010-2030.

Virkesförråd (stamvolym) [M m <sup>3</sup> sk]	2010	2015	2020	2025	2030
Virkesproduktionsmark	2 508	2 508	2 507	2 505	2 503
Produktiv skogsmark undantagen från virkesproduktion	535	593	655	718	785
Improduktiv skogsmark	168	181	194	207	220
<b>Totalt</b>	<b>3 211</b>	<b>3 283</b>	<b>3 356</b>	<b>3 431</b>	<b>3 508</b>

**Tabell 9.** Årliga förändringar i kolförråd och övriga emissioner och referensnivå för skog.

Årlig förändring i kolpooler och övriga årliga utsläpp [kt CO <sub>2</sub> -ekvivalenter]		2021-2025
Levande biomassa, totalt		-17 570
	<i>Virkesproduktionsmark (ca 19800 kha)</i>	1 998
	<i>Produktiv skogsmark undantagen från virkesproduktion (ca 3600 kha)</i>	-15 926
	<i>Improduktiv skogsmark (ca 4000 kha)</i>	-3 641
Mineraljord	Död ved	-2 083
	Förna och markkol	-9 614
Organogen mark	Död ved	-271
	Förna och markkol (CO <sub>2</sub> +DOC dränerad mark)	5 209
	Dränerad organogen mark (N <sub>s</sub> , CH <sub>4</sub> )	1 189
Träprodukter (HWP), totalt		-6 992
	<i>Sågade varor</i>	-5 634
	<i>Träbaserade skivor</i>	80
	<i>Papper och pappskivor</i>	-1 438
Gödsling (N <sub>2</sub> O)		23
Mineralisering (N <sub>2</sub> O)		0
Indirekta utsläpp (N <sub>2</sub> O)		4
Brand (CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O,		69
<b>TOTALT</b>		<b>-23 045</b>
<b>TOTALT MED HWP</b>		<b>-30 037</b>



**Figur 5.** Årlig rapportering<sup>57</sup> av kategorin skogsmark som förblir skogsmark 1990-2017 samt beräknad referensnivå för brukad skogsmark 2021-2025. Negativa värden (-) representerar nettoupptag av koldioxid från atmosfären.

<sup>57</sup> National Inventory Report Sweden 2018.

## Referenser

Claesson S., Duvemo K., Lundström A., 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>.

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 Stendahl. Canadian Journal of Forest Research, 37 (3), 671-681

Fahlvik N., Elfving B., 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-dokument

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

Guidance on developing and reporting Forest Reference Levels in accordance with Regulation (EU) 2018/841

- 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
- Muukkonen P., Lehtonen A. 2004. Needle and branch biomass turnover rates of Norway spruce (*Picea abies*), *Canadian Journal of Forest Research*, 34, 2517–2527
- Muukkonen P. & Mäkipää R. 2006. Empirical biomass models of understorey vegetation in boreal forests according to stand and site attributes. *Boreal Environment Research*, 11, 355-369
- 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
- Ortiz C.A., Lundblad M., Lundström A., 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.
- Skogsstyrelsen 2015. Rundvirkes- och skogsbränslebalanser för år 2013 – SKA 15. Skogsstyrelsen. Meddelande 3/2015.
- Skogsstatistisk årsbok 2001-2010. Skogsstyrelsen.
- Skogsstyrelsen 2008. Skogliga konsekvensanalyser 2008 – SKA-VB 08, Rapport 25:2008.
- Skogsvårdslagen (Lag 2008:662).
- UNECE 2016. Pilot project on the system for the Evaluation of the Management of Forest (SEMAFOR). Geneva Timber and Forest Discussion Paper 66.
- Ågren G. & Bosatta, 1996. Theoretical ecosystem ecology. Cambridge University Press.
- Ågren G. & Hyvönen R. 2003. *Forest Ecology and Management*, 174, 25-37.
- Ågren G., Hyvönen R., Nilsson T. 2007. Are Swedish forest soils sinks or sources for CO<sub>2</sub> - modelling and measuring. *Biogeochemistry*, 82, 217-227.

## Bilaga A: Underlag bokföringsrapport

Denna bilaga utgör ett utkast till den bokföringsplan som ska skickas in till EU-kommissionen senast 31 december 2018. Underlaget utgör SLU:s bedömning om vilken information som skall presenteras till kommissionen baserat på LULUCF-förordningen<sup>58</sup> och den vägledning som tagits fram på uppdrag av EU-KOM<sup>59</sup>. Strukturen på ”Accounting plan for Sweden” nedan följer i stort det förslag på innehåll som presenterats i den framtagna vägledningen. Vissa avsnitt kan behöva kompletteras eller justeras då de kan bedömas vara av mer politisk karaktär medan andra kan behöva kompletteras på grund av att viktig information framkommer som inte fanns tillgänglig då delrapporten för regeringsuppdraget skulle göras klar.

---

<sup>58</sup> Artikel 8.3 och annex IV i EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING (EU) 2018/841

<sup>59</sup> Guidance on developing and reporting Forest Reference Levels in accordance with Regulation (EU) 2018/841





# Accounting plan for Sweden

## Table of contents

1	General introduction .....	4
1.1:	General description of the forest reference level for Sweden.....	4
1.2:	Consideration to the criteria as set out in Annex IV of the LULUCF Regulation.....	6
2	Preamble for the forest reference level .....	14
2.1:	Carbon pools and greenhouse gases included in the FRL .....	14
2.2:	Demonstration of consistency between the carbon pools included in the forest reference level.....	14
2.3:	General description of forests and forest management in Sweden .....	15
2.3.1:	Forest management practices 2000-2009.....	16
2.4:	General description of national policies and legislation with effect on forestry in Sweden .....	16
2.4.1	The Swedish Forestry Act and the environmental code.....	18
2.5:	Description of future harvesting rates under different policy scenarios	19
3	Description of the modelling approach.....	21
3.1:	Description of the general approach as applied for estimating the forest reference level.....	21
3.2:	Detailed description of the modelling framework as applied in the estimation of the forest reference level .....	21
	Carbon pools and other emissions.....	21
	Heureka RegVis .....	23
	The Q-model .....	24
	Organic soils.....	25
	Harvested wood products .....	26
	Other emissions .....	26
3.3	Documentation of data sources as applied for estimating the FRL.....	26
3.3.1:	Documentation of stratification of the managed forest land.....	27
	Areas.....	27
	Initial conditions 2010.....	28
3.3.2:	Documentation of sustainable forest management practices as applied in the estimation of the forest reference level .....	30
4	Forest reference level.....	33
4.1:	Forest reference level and detailed description of the development of the carbon pools .....	33
4.2:	Consistency between the forest reference level and the latest national inventory report.....	35
4.3:	Calculated carbon pools and greenhouse gases for the forest reference level.....	35
	References.....	36

## 1: General introduction

### 1.1: General description of the forest reference level for Sweden

The Forest Reference Level forest (FRL) for Sweden for the period 2021-2025 has been estimated to -30 037kt CO<sub>2</sub>-equivalents. The FRL includes carbon stock changes in carbon pools and other emissions of greenhouse gases on managed forest land (table 1).

**Table 1.** Average annual carbon stock changes, other emissions and the resulting FRL for managed forest land in Sweden 2021-2025.

[kt CO <sub>2</sub> -equivalents]		2021-2025
<b>Living biomass</b>	Total	-17 570
	<i>Productive forest land managed for wood supply (ca 19800 kha)</i>	1 998
	<i>Productive forests set-aside for nature conservation (ca 3600 kha)</i>	-15 926
	<i>Non-productive forest land (ca 4000 kha)</i>	-3 641
<b>Mineral soils</b>	Dead wood	-2 083
	Litter, Soil	-9 614
<b>Organic soils</b>	Dead wood	-271
	Litter, Soil (CO <sub>2</sub> +DOC from drained soils)	5 209
	Drained organic soils (N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> )	1 189
<b>HWP</b>	Total	-6 992
	<i>Sawn wood</i>	-5 634
	<i>Wood panels</i>	80
	<i>Paper and paper board</i>	-1 438
<b>Fertilisation (N<sub>2</sub>O)</b>		23
<b>Mineralization (N<sub>2</sub>O)</b>		0
<b>Indirect emissions (N<sub>2</sub>O)</b>		4
<b>Biomass burning (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>)</b>		69
<b>TOTAL WITHOUT HWP</b>		<b>-23 045</b>
<b>TOTAL WITH HWP</b>		<b>-30 037</b>

The proposed forest reference level (FRL) for managed forest land is the expected average annual net removals in 2021-2025, based on simulations of the carbon stocks on managed forest land starting from 2010 assuming the continuation of forest management practices as observed 2000-2009.

In the calculations, the same sample plots from the National Forest Inventory (NFI) and the Swedish Forest Soil Inventory (SFSI) as in the reporting of the LULUCF-sector to the EU and the Climate convention (UNFCCC) have been used.

The FRL comprise all forest carbon pools currently reported to the EU and the UNFCCC (Living biomass above ground, Living biomass below ground, Dead wood, Litter, Soil organic carbon) as well as other emissions associated to managed forest land included in these reports (fertilization, emissions from drained organic soils, biomass burning).

Development of forest carbon stocks have been simulated using well established models. Biomass is simulated on plot level using the Heureka RegVis tool and the litter and soil organic carbon pool on mineral soils is simulated using the Q-model. Other emissions are based on average emissions 2000-2009 and the state of forests and areas 2010.

The development of carbon stocks have been simulated using the documented forest management practice 2000-2009, including forestry measures and environmental protection measures aimed at preserving biological diversity. The harvest level in the simulation is set to the highest sustainable harvest level on productive forest land managed for wood supply which was considered as the practice 2000-2009 (and still is) in forestry in Sweden. On forest land formally or voluntarily set-aside for nature conservation (productive forest land for nature conservation) and non-productive forest land no harvest is allowed.

Historical data is presented in the annual greenhouse gas inventory reported to the EU and the UNFCCC<sup>60</sup> whereas the FRL is described (with relevant references) in this submission and in the final report of a government commission<sup>61</sup>.

---

<sup>60</sup> National Inventory Report Sweden 2018

<sup>61</sup> SLU 2018

## 1.2: Consideration to the criteria as set out in Annex IV of the LULUCF Regulation

In the following, we describe how the criteria's to determine the forest reference level (FRL) according to Annex IV, section A and B (where appropriate), have been met in the establishment of a FRL for Sweden.

### *Annex IV, section A*

*(a) the reference level shall be consistent with the goal of achieving a balance between anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of greenhouse gases in the second half of this century, including enhancing the potential removals by ageing forest stocks that may otherwise show progressively declining sinks;*

On forest land managed for wood supply, the intention is that the FRL should promote a high sustainable growth for providing biomass to meet future demands for energy and timber. The yield (harvested growth) will substitute fossil based materials and energy. If this is achieved it is likely that future growth (removal) is balancing the harvest (emission; including self-mortality). It is also likely that other pools, such as dead wood, litter and soil organic carbon, ultimately reaches a steady state.

The Swedish forest policy is based on the principle that forests are a national asset and a renewable resource to be managed to return a sustainable yield while maintaining biodiversity. A sustainable yield is defined as the felling on productive forest land managed for wood supply should not exceed the available growth.

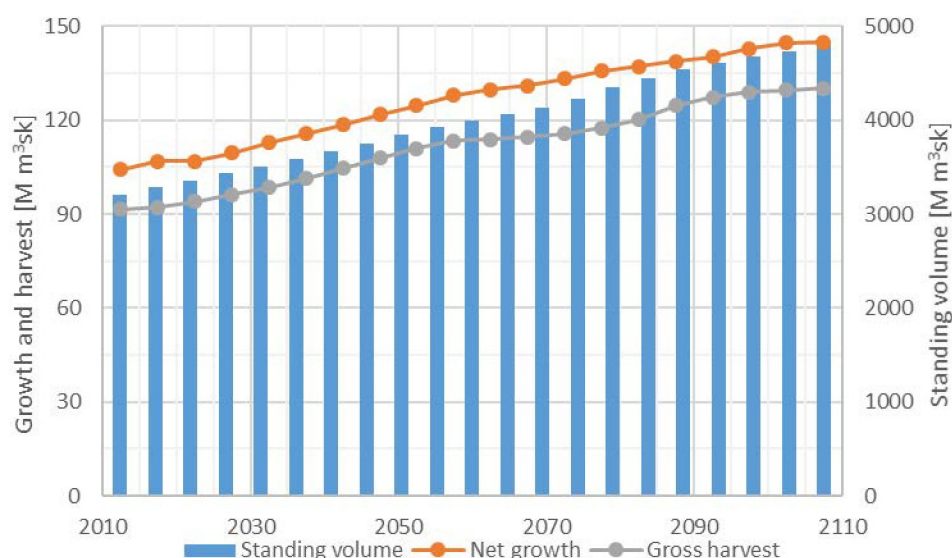
Therefore, Sweden decided to set the harvest level in the FRL to 100 % of annual available growth on productive forest land managed for wood supply. A lower harvest level will not incentivize measures for maintaining a high sustainable growth and a harvest level higher than 100 % is not sustainable in the long term.

Productive forests not used for wood supply (productive forests for nature conservation) are preserved mainly for nature conservation/biodiversity. No harvesting is allowed in preserved forest and improductive forests and the projection of their development is reflecting their natural development. Sweden, neither expects credits nor debits for productive forest land for nature conservation and non-productive forest. However, debits/credits may occur from natural effects (e.g. extreme weather conditions during the compliance period).

In figure 1 we show the development of the standing volume and the development of net growth<sup>62</sup> and harvest respectively for managed forest land from 2010 to 2110. It is a continuation of the simulations used for the reference level calculations. The standing volume (stem volume from stump height up to top including bark) is steadily increasing while allowing a high and sustainable harvest level due to a continuous increase in growth. Net removals in Living biomass is on average just above -19 Mt CO<sub>2</sub> over the 100 year period to be compared to net removals in Living biomass in the FRL which is estimated to -17.5 Mt CO<sub>2</sub>.

---

<sup>62</sup> Net growth is total growth minus natural losses



**Figure 1.** The development of the standing volume of biomass, annual net growth and harvest 2010-2110 based on the continuation of the simulated FRL.

*Annex IV, section A*

*(b) the reference level shall ensure that the mere presence of carbon stocks is excluded from accounting*

This criterion is compatible with Decision 16/CMP.1 under the Kyoto protocol<sup>63</sup>, where the same principle was affirmed. It reflects the objective of enhancing the carbon stocks and the net carbon sinks where possible, instead of only preserving existing carbon stocks. It is understood that a pre-existing carbon stock in terrestrial vegetation such as a forest on a given area of land does not contribute towards the reduction of atmospheric carbon. The FRL intends to support accounting for differences in net changes (between actual changes and changes in the FRL) in forest carbon stocks, rather than accounting for total existing carbon stocks in forests.

A high sustainable growth is encouraged (see Annex IV, A, (a)) and credits will be obtained if e.g. additional growth is gained or if emissions are reduced compared with the FRL. Natural effects such as weather and wildfires may influence on the accounting.

*Annex IV, section A*

*(c) the reference level should ensure a robust and credible accounting system that ensures that emissions and removals resulting from biomass use are properly accounted for*

Any change in carbon stock on managed forest land are accounted for in the LULUCF sector (e.g. the harvest is indirectly accounted as an emission from the living biomass pool). This is needed because combustion of wood is excluded from the accounting within the energy sector. The consumer of the biomass will benefit

<sup>63</sup> FCCC/KP/CMP/2005/8/Add.3

from the direct substitution of fossil based energy and the end use of HWP only if the biomass is used for substitution.

All carbon pools (Living biomass, Dead wood, Litter, Soil carbon and HWP) are included in the FRL and in the reporting for Sweden, which ensures that all emissions and removals of carbon dioxide are accounted for.

*Annex IV, section A*

*(d) the reference level shall include the carbon pool of harvested wood products, thereby providing a comparison between assuming instantaneous oxidation and applying the first-order decay function and half-life values*

In table 1 we report the outcome for the calculation of the FRL. For the required comparison we present the FRL using either instantaneous oxidation or the production approach applying the first-order decay function and half-life values for HWP.

*Annex IV, section A*

*(e) a constant ratio between solid and energy use of forest biomass as documented in the period from 2000 to 2009 shall be assumed*

The average ratios between produced amounts of raw material from domestic forests and the production of the product categories sawn wood, wood based panels, paper products and energy were held constant during the simulations.

The fraction of solid wood (sawn wood and wood based panels) was calculated separately. The ratio between sawn wood and the entire logs was 0.48 (m<sup>3</sup> under bark) on average during 2000-2009. The three other categories wood based panels, paper products and energy use were compared to the amount of raw material used by the wood fiber industry which are chips and saw dust from saw mill waste and pulp wood. The ratios raw material/pulp was 0.89, raw material/wood based panels was 0.02, and raw material/energy was 0.09. These ratios were held constant during the simulations for the FRL.

*Annex IV, section A*

*(f) the reference level should be consistent with the objective of contributing to the conservation of biodiversity and the sustainable use of natural resources, as set out in the EU forest strategy, Member States' national forest policies, and the EU biodiversity strategy;*

The calculation of the FRL for Sweden takes into account objectives for biodiversity and other restriction for sustainable use of the forest resources.

The Swedish forest policy has the ambition to meet the Convention on Biological Diversity, the EU forest strategy and to manage forests in a sustainable way in accordance with the Forestry act that states that production of timber and biodiversity are equally important. Many measures in modern forestry can have severe impact on local biodiversity depending on the conservation value of the specific object. Protecting forest biodiversity in Sweden combines general conservation concerns with specific consideration in more strictly protected forests

areas (formally protected or voluntary set-aside areas). The major principle is to protect forests with high conservation values.

The following assumptions were made when developing the FRL. In 2010, 780 kha of the productive forests were assumed formally protected as nature reserves (national parks, nature reserves and habitat protection). The non-formal protection were assumed to cover an area of 2 832 kha (1 345 kha voluntary set-aside areas and 1 487 kha voluntary protected areas within stands). All non-productive forest land (around 4 037 kha) were assumed protected, i.e. no harvest were allowed in the simulations.

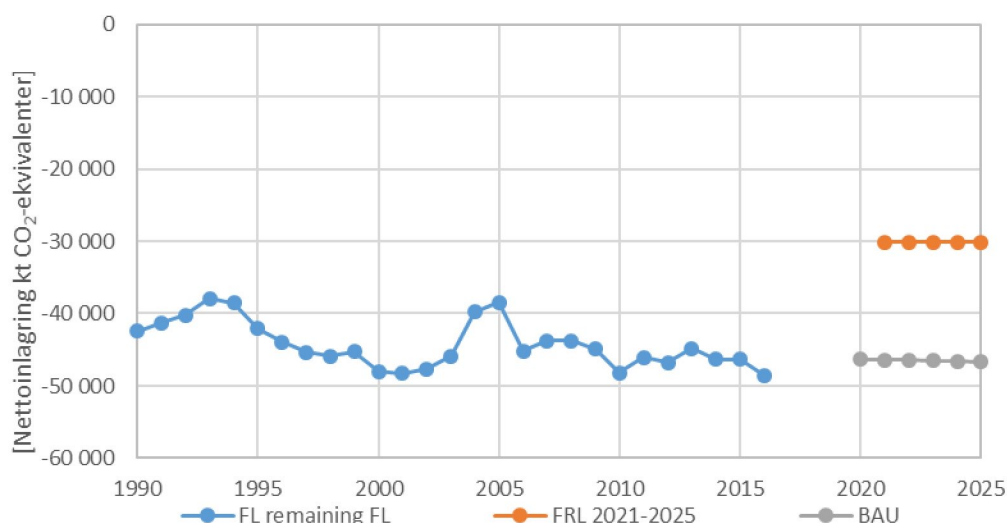
*Annex IV, section A*

*(g) the reference level shall be consistent with the national projections of anthropogenic greenhouse gas emissions by sources and removals by sinks reported under Regulation (EU) No 525/2013;*

The FRL for Sweden is consistent with the reported national projections when it comes to the coverage of carbon pools, both the FRL and the projections under regulation (EU) 525/2013 includes all carbon pools (Living biomass, Dead wood, Litter, Soil carbon and HWP).

Until the new LULUCF-regulation enters into force, the format related to land use categories and accounting categories may deviate slightly, for instance due to the change from 20 to 30 year for the transition time of forested land. The allocation of carbon stock changes to different categories may therefore differ.

In addition, the reporting under the regulation (EU) No 525/2013 is a business as usual projection<sup>64</sup>. The reported projection may therefore deviate from the FRL due to the assumptions made (i.e. the FRL is based on sustainable forest management practices 2000-2009), see figure 2.



**Figure 2.** Reported net removals for Forest land remaining forest land, the reported scenario (BAU) for forest land under regulation (EU) No 525/2013 and the FRL.

<sup>64</sup> Report for Sweden on assessment of projected progress, March 2017

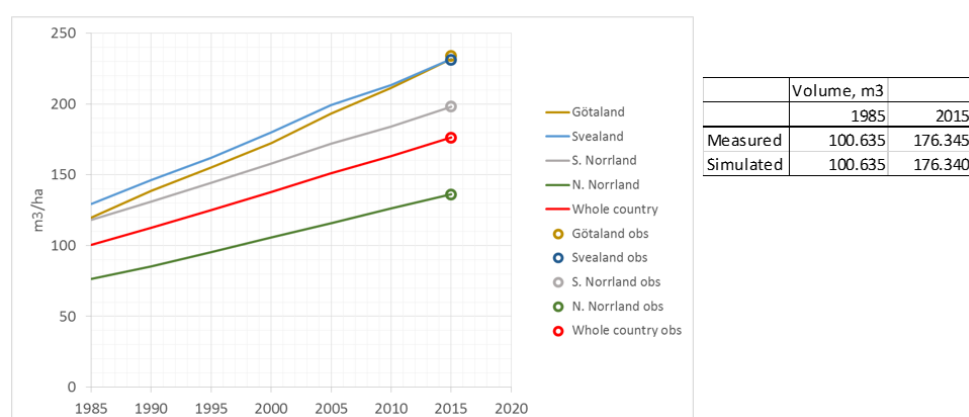
*Annex IV, section A*

*(h) the reference level shall be consistent with greenhouse gas inventories and relevant historical data and shall be based on transparent, complete, consistent, comparable and accurate information. In particular, the model used to construct the reference level shall be able to reproduce historical data from the National Greenhouse Gas Inventory.*

For transparency and consistency, the FRL is developed using the same definitions of carbon pools and based on the same sampling units as the Swedish reporting of greenhouse gas inventories under EU and UNFCCC. For both the carbon reporting and the FRL, the reporting is complete.

Due to slightly different rules (e.g. that afforested land is continuously accumulated from 1990 under the Kyoto protocol while afforested land stays in the transition class for 30 years under the new EU-regulation) the initial state in 2010 is not exactly the same. For example, basing the FRL on the average management 2000-2009, makes the different approaches less comparable after 2010. Finally, the sampling accuracy should be similar but a projection introduces uncertainty. From the reporting of emissions and removals for 2020 and onwards the estimates will be fully comparable since the annual reporting will be based on the LULUCF-regulation from Submission 2022.

To study differences arising from potential errors in the models, the Heureka simulation model was applied to NFI plots and compared with the measured biomass on the same plots. The plots were inventoried at consecutive surveys (five-year cycle). If a plot was subject to harvest it was removed from the simulation and validation. The results verify that the models used in Heureka RegVis appropriately can reproduce changes in living biomass (figure 3).



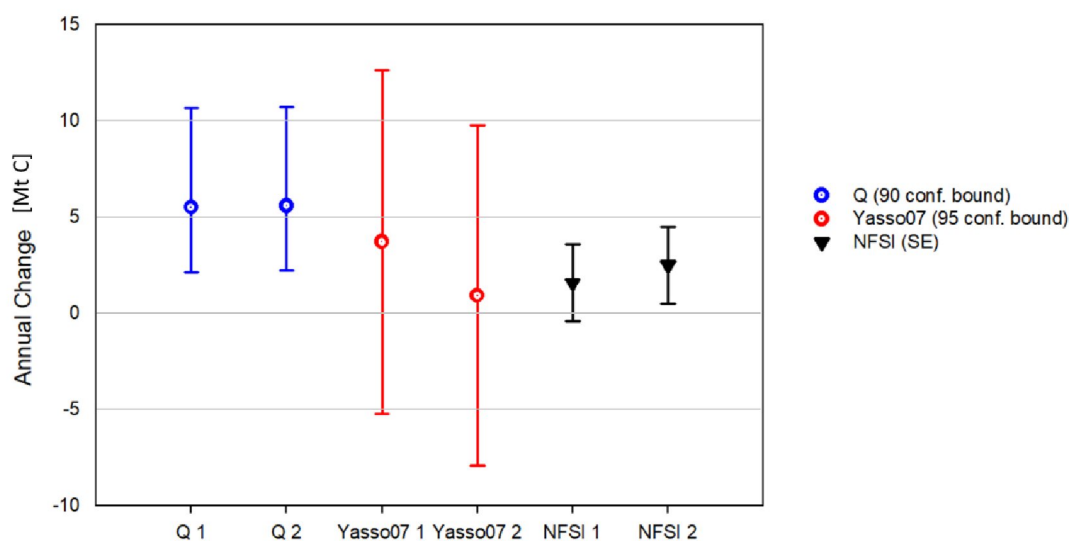
**Figure 3.** Simulated and observed 30-year development of standing volume on permanent sample plots (n=1071).

In order to verify the reporting of changes in the soil organic carbon pool a project was initiated in order to compare the precision and the uncertainty in the determination of litter and soil carbon pool changes using different methods<sup>65</sup>. Results from two soil carbon models, Yasso07 and Q, were compared with

<sup>65</sup> Ortiz CA et.al. 2009



repeated measurements of the Swedish Forest Soil Inventory (SFSI) during the years 1994 to 2000. Soil carbon fluxes were simulated with the two models from 1926 to 2000 with Monte Carlo methodology to estimate uncertainty ranges. The results from the models agreed well with measured data regarding the development of the carbon stocks. However, the annual change in soil organic carbon varied substantially between the three methods mainly due to different assumptions regarding annual variation in climate data. The average soil organic carbon change for two five year periods indicated that the size and direction of the estimated annual changes agree reasonable well (figure 4). It was concluded that the models are particularly useful for projections.



**Figure 4.** Figure from Ortiz CA et.al. 2009. Change of SOC. Average for two 5 year periods 1994 to 1998 (1) and 1996 to 2000 (2) together with the uncertainty bounds of the modelled change and the standard error of the repeated measurements

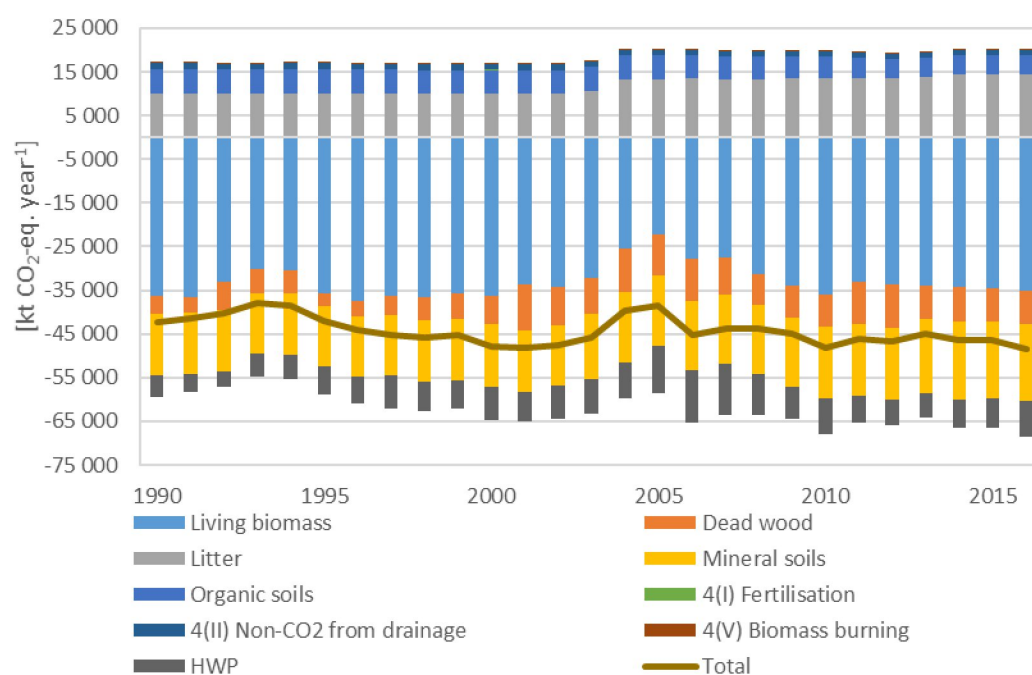
#### *Annex IV, section B*

*(e) a description of how each of the following elements were considered in the determination of the forest reference level:*

- (i) the area under forest management;*
- (ii) emissions and removals from forests and harvested wood products as shown in greenhouse gas inventories and relevant historical data;*
- (iii) forest characteristics, including dynamic age-related forest characteristics, increments, rotation length and other information on forest management activities under 'business as usual';*
- (iv) historical and future harvesting rates disaggregated between energy and non-energy uses.*

*(i)* The area under managed forest land used in the calculation of the forest reference level is the projected area of managed forest land for the period 2021-2025. The projected area of managed forest land consider both an increase in area due to the inclusion of forested land after 30 years and an decrease due to deforestation 2021-2025. To avoid double counting, both the addition of areas due to afforestation and losses of areas due to deforestation will be recalculated (technical correction) using actual numbers at the end of the compliance period.

(ii) Emissions and removals from forests and harvested wood products as reported to the EU and the UNFCCC are shown in figure 5 and table 2<sup>66</sup>. The total net removals for forest land remaining forest land is stable over the reported period with tendencies towards a slight increase in total net removals over time. The carbon stock change estimates reported to the EU and the UNFCCC are not directly used in the FRL-estimate. However, the same NFI and SFSI-plots (mainly to estimate Living biomass, Soil carbon and Areas) are used as the basis for estimating the FRL as for the reporting to the EU and the UNFCCC. For emissions other than carbon stock changes, the reported data are directly used in the FRL-estimate. Either averages for the reference period 2000-2009 or annual estimates for 2010.



**Figure 5.** Emissions and removals for Forest land remaining forest land as reported to the EU and the UNFCCC in Submission 2018.

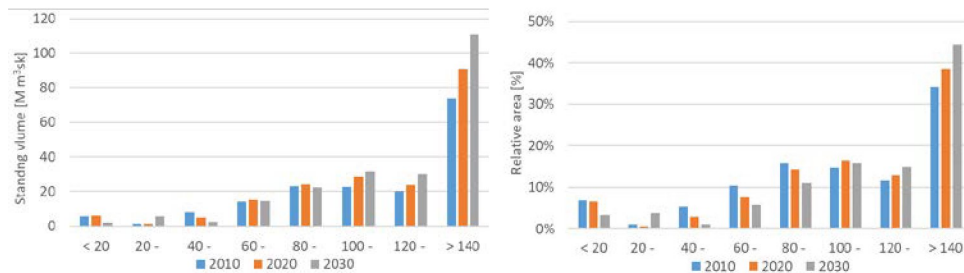
**Table 2.** Emissions and removals for Forest land remaining forest land as reported to the EU and the UNFCCC in Submission 2018.

[kt CO <sub>2</sub> -equivalents]	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016
Living biomass	-36 284	-35 613	-36 266	-22 378	-36 036	-34 569	-35 195
Mineral soils	-1 508	-1 505	-1 710	-1 782	-903	-1 689	-1 992
Dead wood	-5 816	-4 900	-7 971	-8 749	-8 164	-8 058	-7 792
Litter+Soil	-281	-281	-320	-326	-149	-270	-318
Organic soils	5 074	5 259	4 691	4 262	4 009	3 799	3 843
Dead wood	1 349	1 351	1 343	1 325	1 189	1 126	1 126
Litter+Soil+DOC	-5 016	-6 403	-7 777	-10 797	-8 194	-6 658	-8 226
Non-CO <sub>2</sub>	49	18	17	22	56	23	21
HWP	2	2	4	6	1	2	3
Fertilisation (N <sub>2</sub> O)							
Biomass burning (non-CO <sub>2</sub> )*							
<b>Total</b>	<b>-42 432</b>	<b>-42 072</b>	<b>-47 990</b>	<b>-38 417</b>	<b>-48 190</b>	<b>-46 293</b>	<b>-48 530</b>

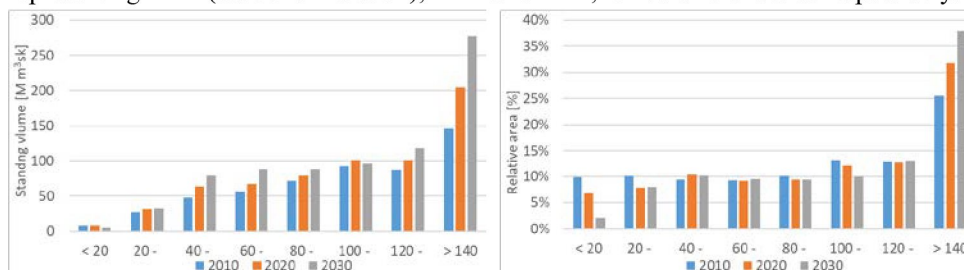
<sup>66</sup> National inventory report Sweden 2018

\* CO<sub>2</sub> is included in the Living biomass estimate based on carbon stock changes on permanent plots.

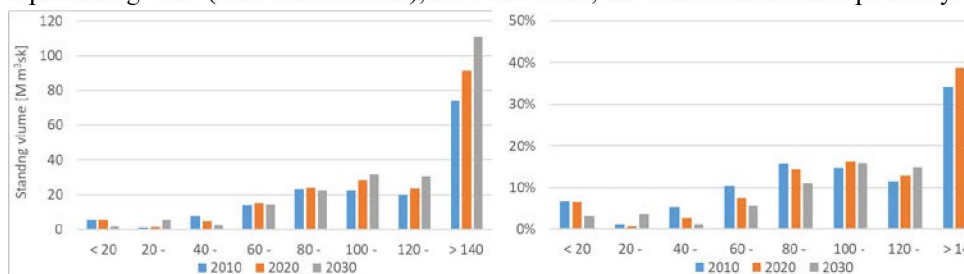
(iii) Here "Business as usual" is interpreted as the average management practices in managed forest land during 2000-2009 for productive forest land managed for wood supply (no management is considered on other types of forest land). The projected age distribution is restricted by the initial state (e.g. the age distribution 2010), the natural conditions (e.g. site fertility), BAU-management and harvest level (figure 6 to 8). The BAU-management sets e.g. the distribution between final felling and thinning, harvested species distribution, regeneration methods, regenerated species distribution, fertilization which steers the development of the growth (table 3 and 15). The rotation period length is an indirect result of the simulations. The minimum stand age when final felling is allowed is regulated by the Forestry Act and is dependent on site fertility, dominating species and region. A rule of thumb is that forest companies normally harvest at the minimum age for final felling plus 10 years. The normal length of the rotation period is between 45 and 90 years in southern Sweden and between 65 and 100 years in northern Sweden. Note also that normal forestry practices include thinning of the forest two to four times during a rotation period.



**Figure 7.** Age class distribution for productive forest land managed for wood supply representing 2010 (start of simulation), 2020 and 2030, for volume and area respectively.



**Figure 7.** Age class distribution for productive forest land set-aside for nature conservation representing 2010 (start of simulation), 2020 and 2030, for volume and area respectively.

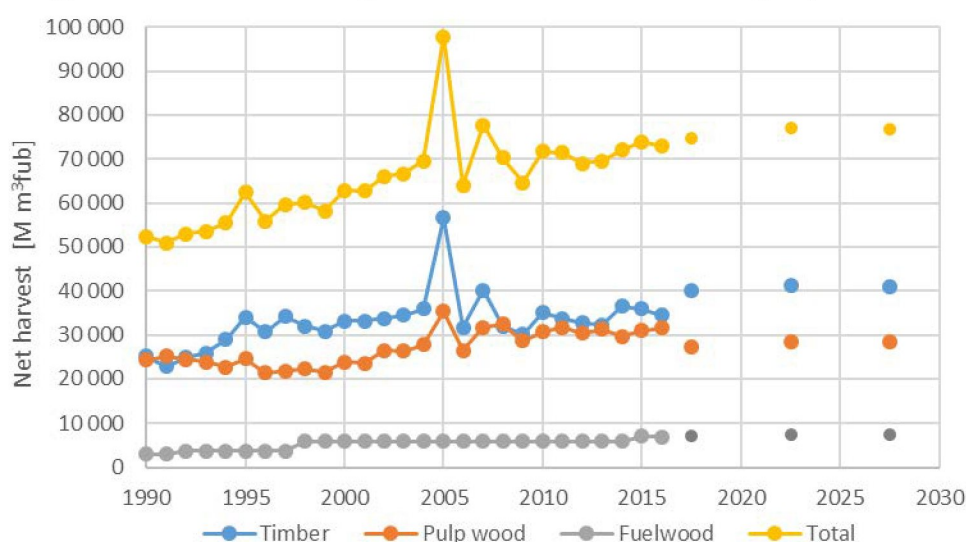


**Figure 8.** Age class distribution for non-productive forest land representing 2010 (start of simulation), 2020 and 2030, for volume and area respectively.

**Table 3.** Net annual increment for productive forest land managed for wood supply 1990-2010 according to the NFI and according to the projections for 2015 to 2025.

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Net growth [M m <sup>3</sup> sk]	81	82	85	90	97	90	92	91	94

(iv) Historical and future harvesting rates disaggregated between energy and non-energy uses are shown in figure 9. The allocation of harvested round wood to different product categories such as solid wood products, paper products and energy use was calculated using data from the Swedish Forest Agency.



**Figure 9.** Observed annual net harvest 1990-2016 and simulated net harvest for the periods 2015-2020, 2020-2025 and 2025-2030.

## 2 Preamble for the forest reference level

### 2.1: Carbon pools and greenhouse gases included in the forest reference level

The forest reference level for Sweden includes changes in the carbon pools Living biomass (above and below ground), Dead wood, Litter, Soil organic carbon and Harvested wood products. No carbon pools have been omitted in the forest reference level for Sweden.

The forest reference level also includes emissions from forest fertilization (N<sub>2</sub>O), from drained organic soils (N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> and DOC), mineralization (N<sub>2</sub>O) and biomass burning (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub>).

### 2.2: Demonstration of consistency between the carbon pools included in the forest reference level

Living biomass refer to the biomass of all living trees with a height of at least 1.3 m. Thus, small trees, shrubs and other vegetation, such as herbs are not included in the biomass estimates. Both aboveground and belowground biomasses are reported. Aboveground biomass is defined as living biomass above stump height (1 % of tree height).

Belowground biomass is defined as living biomass below stump height (1 % of tree height) down to a root diameter of 2 mm (fine roots, <2 mm, are operationally



defined as belonging to the dead organic matter pool or in the soil organic carbon pool).

Dead wood is defined as fallen dead wood, snags or stumps including coarse and smaller roots down to a minimum root diameter of 2 mm. Dead wood of fallen dead wood or snags should have a minimum “stem diameter” of 100 mm (at the smaller end) and a length of at least 1.3 m.

Litter includes all non-living biomass not classified as dead wood, in various states of decomposition above the mineral or organic soil. This includes the litter, fomic, and humic layers. Live fine roots (<2 mm), are included in litter if found in the O horizon since they cannot be separated during sampling. Coarse litter is defined as dead organic material with a “stem diameter” between 10-100 mm and originating from dead trees. Fine litter from the previous season or earlier is regarded as part of the O horizon.

The soil organic carbon pool includes all carbon in the mineral soil below the litter, fomic and humic layers in mineral soils and all organic carbon in soils classified as Histosols. The carbon pool considered is soil organic carbon down to a depth of 0.5 m measured from top of the mineral soil.

Harvested wood products are defined as wood material leaving the harvest site. Emissions from the HWP-carbon pool are based on pool changes of three product categories; sawn wood, wood based panels, and paper products.

### *2.3: General description of forests and forest management in Sweden*

In total Sweden’s forest land amounts to about 27 Mha of which 23 Mha is regarded productive forest. Accordingly, there is also 4 Mha of low-productive forests. Around 4 M ha of the productive forest land is protected from forestry. Formally protected land, such as mountain forests in national parks, nature reserves and nature conservation areas amounts to 0.8 Mha. Roughly 3 Mha of Sweden’s productive forest area has been voluntarily set aside by the landowners, including areas of high natural and cultural value or of importance for recreation and outdoor activities<sup>67</sup>.

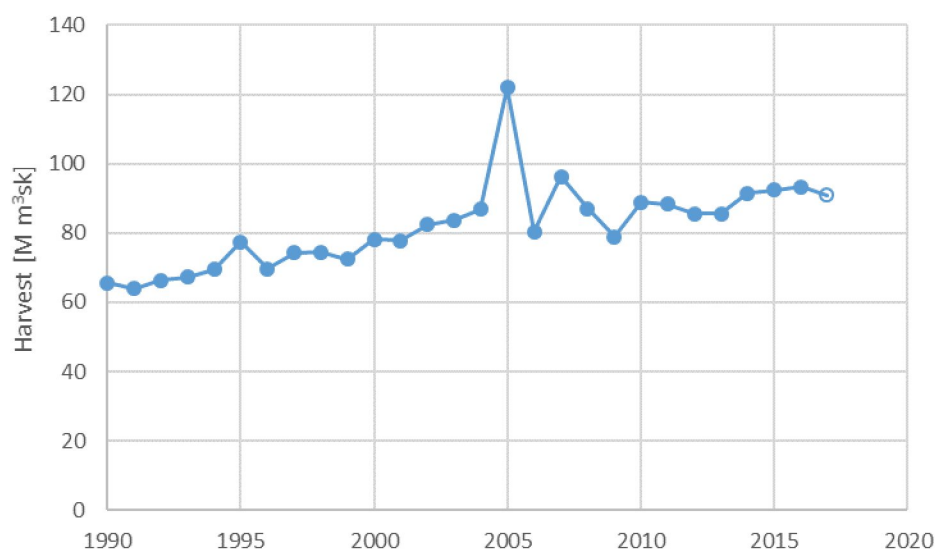
Of the productive forests, 48% are owned by individuals, 24% by private companies, 6% by other private owners and 21% by state-owned companies, the central government and other public owners<sup>68</sup>.

A continuously increased demand for forest raw materials by the forest industry has led to an increase in felling during the period 1990–2015 (figure 10). The volume felled varied greatly in two years because of two storms, Gudrun (2005) and Per (2007). Gudrun, the more severe of the two, brought down some 80% of the normal annual volume felled in Sweden. Despite increased felling, the aggregate standing volume of timber rose from some 2 800 M m<sup>3</sup> in 1990 to 3 300 M m<sup>3</sup> in 2009 and 3 500 M m<sup>3</sup> in 2014.

---

<sup>67</sup> Skogsdata 2018

<sup>68</sup> Swedish Forest Agency 2018



**Figure 10.** Gross harvest 1990-2017.

The area of regeneration felling in which harvesting residues are extracted for energy purposes was small at the beginning of the 1990s. Since then, the area planned for forest residue extraction notified to the Swedish Forest Agency has expanded and has varied between 86 and 156 k ha since 2006 with no clear trend.

### *2.3.1. Forest management practices 2000-2009*

Information on silvicultural activities in Sweden are based on questionnaire surveys. Until 2014, the Swedish Forest Agency annually conducted a survey of nearly all corporate forest holdings and of other large forest holdings and a sample of private forest owners of different size. Detailed information can be found in the statistical yearbooks produced by the Swedish Forest Agency <sup>69</sup> (Skogsstyrelsen 2000-2011). The information from these surveys as well as observations from the NFI forms the basis for the settings in the simulation of the FRL.

The statistics include annual information on:

- Pre-commercial thinning of young forests (320 kha in average 2000-2009)
- Soil scarification (160 kha in average 2000-2009)
- Planted area (157 kha in average 2000-2009)
- Fertilized area (33 kha in average 2000-2009)

### *2.4: General description of national policies and legislation with effect on forestry in Sweden*

[Texten nedan är baserad på information som skickats in till EU och UNFCCC i tidigare rapporter. Regeringskansliet bör göra en samlad bedömning av vilka initiativ man vill lyfta fram i detta sammanhang]

Today, there are no direct measures in place to regulate efforts to decrease emissions of greenhouse gases or to increase net removals in the LULUCF-sector.

<sup>69</sup> Swedish Statistical Yearbook of Forestry. 2001-2010.

However, current legislation indirectly affect emissions and removals in the sector, mainly due to regulations on forest management in the forestry act and provisions on nature reserves and habitat protection in the environmental code and nature conservation agreements. The forestry act and the environmental code are described in the next section.

In June 2017, the Swedish parliament adopted a national climate policy framework for Sweden. The climate policy framework consists of a Climate Act, new national climate targets and a climate policy council. In 2018, the Swedish government launched a national climate strategy <sup>70</sup> where the importance of the forest resources in mitigating climate change and to reach decided objectives is highlighted. The government's conclusion is that the two equal goals for the forests, an environmental objective and a production target remain fixed. It acknowledges that bio based fuels and materials that replace fossil alternatives have a great value in the process to increase mitigation actions within the society. It is finally stated that Sweden has very good conditions for integrating active forestry with high environmental objectives while maintaining a significant carbon sink. Increased carbon uptake, and reduced emissions, can contribute to long-term negative net emissions and be a complementary measure to achieve the targets of the climate policy framework.

A Governmental Bill on Biological Diversity and Ecosystem Service was presented in March 2014 including five environmental interim targets linked to already established environmental quality objectives. These targets include a goal stating that at least 20 % of land areas should contribute to attain objectives for biological diversity. Protected areas should increase by at least 1 142 kha between the years 2012 and 2020, including the additional protection of 150 kha of forest land through set aside from any form of management, or managed with the primary purpose of promoting biodiversity. It also includes an expected additional 200 kha of forest land to be set aside voluntarily by the forestry sector without compensation from the state.

To reach the objectives of the environmental and forest policy voluntary efforts by the landowners are crucial. Advice to the forestry sector from the central government to promote effective and functional conservation measures for the environment and improved forest management play a fundamental role.

The Government recently (2017) launched a long term forestry strategy within the framework of the Swedish National Forest Programme. A key issue is the need for measures for increased biomass production through a sustainable and diverse forest management to meet the needs of a circular and bio-based economy. The program contributes to Sweden's mitigation efforts by establishing goals and actions plans to increase the national supply of bio-based alternatives.

---

<sup>70</sup> Regeringens skrivelse 2017/18:238 En klimatstrategi för Sverige.

### 2.4.1 *The Swedish Forestry Act and the environmental code*

*The Swedish forestry act* has two overarching, equal objectives: to support production and protect the environment.

The production objective means that forests and forest lands should be used effectively and responsibly so they produce sustainable yields. The direction of forest production should be given flexibility in the use of what the forests produce.

The environmental objective means that the natural productive capacity of forest land should be preserved. Biodiversity and genetic variation in forests should be secured. Forests should be managed in a manner that enables naturally occurring flora and fauna to survive in natural environments and in viable populations. Threatened species and habitats should be protected. The cultural heritage of forests and their aesthetic and social values should be safeguarded.

Under the current Forestry Act, production subsidies are abolished, and forest owners have considerable freedom and responsibility to independently conduct long-term sustainable forest management. The regulations concerning wood supply cover the notification of felling allowed, the lowest age for felling, requirements for reforestation, guidelines for thinning and measures to limit damage. Special regulations apply to certain types of forests, such as subalpine forests and deciduous forests. Examples of regulations concerning nature conservation and cultural heritage include not disturbing important biotopes, buffer zones and arable land, and leaving older trees, high stumps and dead wood in situ. Sustainable forest management influences carbon dioxide removals and emissions in various ways, through the production of renewable raw materials that can replace fossil fuels and materials that generate emissions of greenhouse gases while maintaining or increasing carbon stocks in biomass, soils and harvested wood products.

*The Swedish Environmental Code* is a coordinated, broad and strict environmental legislation aimed at promoting sustainable development so that present and future generations can live in a good, healthy environment. For example, the Code contains regulations on land drainage. In central parts of the southern Swedish highlands and north of the limes norrlandicus (north of 60°N), drainage – defined as drainage intending to permanently improve the suitability of a property for a certain purpose – may only be undertaken with a permit. In the rest of the country, and on sites specially protected under the RAMSAR Convention, such measures are prohibited. Protection and restoration of peatlands with high carbon stocks can reduce emissions of carbon dioxide to the atmosphere.

Conservation measures (site protection, nature conservation agreements and voluntary set-aside of land) not only preserve biodiversity, but also positively impact carbon stocks in forest biomass and soil carbon, by allowing them to be maintained or to continue to increase. Protected forest ecosystems have a large capacity to sequester carbon, even long after a conservation measure is implemented, although there are exceptions in areas where natural disturbances like forest fires are frequent. There are also targets for the conservation and protection of areas containing both wetlands and forest land. Since such areas are



usually excluded from felling, their stocks of carbon in biomass and soil will, in most cases, be larger than those of productive forests.

### *2.5: Description of future harvesting rates under different policy scenarios*

Several projects have studied the development of the forest resources in Sweden under different scenarios. The latest national forest resource assessment<sup>71</sup> included four scenarios representing different assumptions regarding the demand for timber and the level of implementing strategies for protecting forest land. The reference (business as usual) scenario represents the development of the forests on productive forest land under current forest management practices assuming highest sustainable harvests. One scenario studied the development with a lower demand for timber (-10%) and another assuming higher demand for timber (+10%). The last scenario included an expansion of the set-aside areas for nature conservation by 100%, the rest of the forests were managed as in the reference scenario. Another recent study used these scenarios to study the total climate benefit of forests and forest products under different forest strategies<sup>72</sup> including also a scenario where measures to increase the production was implemented including increase of the use of fertilizers, more efficient thinning operations etc. The scenario uses the same principles for harvest as in the reference scenario. Finally, the harvest level used as reference scenario in the reporting of scenarios to the EU is presented<sup>73</sup>. The development of the harvest level is assumed to develop from the current levels to meet the gradually increase in demand of timber from society.

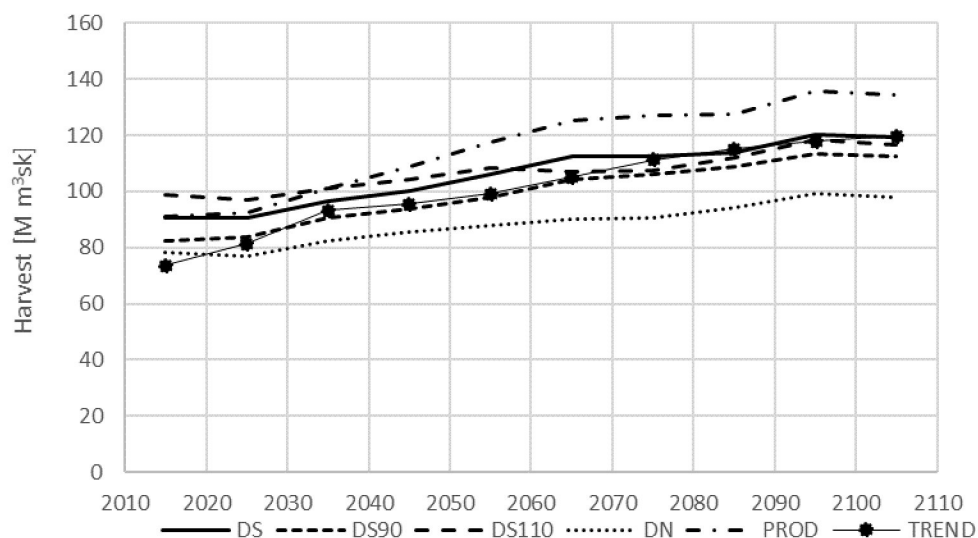
In figure 11 below we present these six scenarios. The business as usual scenario (DS) is the development under the continuation of current forestry with highest sustainable harvest. DS90 and DS110 represent the scenarios with lower or higher demand for timber, respectively. The scenario studying the development when the set-aside area is doubled compared to the current area is denoted DN, the scenario PROD represents the scenario with focus on increased production and TREND the scenario reported to the EU. All scenarios results in higher harvest levels in the end of the century compared to the harvest level at the start of the simulation (today's situation). It can be noted that even the scenario with double set-aside areas have an increase in harvest that exceed the harvest for the reference scenario at the beginning of the period.

---

<sup>71</sup> Skogliga konsekvensanalyser 2015 – SKA 15, Skogsstyrelsen Rapport 10 2015

<sup>72</sup> Underlag till nationella skogsprogrammet

<sup>73</sup> Report for Sweden on assessment of projected progress, March 2017



**Figure 11.** The development of harvest levels under different strategies. Scenario DS represents the development under current forestry, DS90 represents DS with lower and DS110 current forestry with lower and higher harvest respectively. DN represents a doubling of the protected area, PROD represents the production scenario and TREND the scenario reported to the EU.

### 3: Description of the modelling approach

This section includes the information required according to Annex IV, B third bullet point:

#### *Annex IV, B*

*c) a description of approaches, methods and models, including quantitative information, used in the determination of the forest reference level, consistent with the most recently submitted national inventory report, and a description of documentary information on sustainable forest management practices and intensity as well as of adopted national policies;*

#### *3.1: Description of the general approach as applied for estimating the forest reference level*

The proposed reference level for managed forest land (FRL) is the expected average annual net removals of greenhouse gases in 2021-2025, based on simulations of the carbon stocks on managed forest land starting from 2010 assuming the continuation of forest management practices as observed 2000-2009.

In the calculations, the same sample plots from the National Forest Inventory (NFI) and the Swedish Forest Soil Inventory (SFSI) as in the reporting of the LULUCF-sector to the EU and the Climate convention (UNFCCC) have been used.

The FRL comprise all carbon pools currently reported to the EU and the UNFCCC (Living biomass above ground, Living biomass below ground, Dead wood, Litter, Soil organic carbon) as well as other emissions associated to forest land included in these reports (fertilization, emissions from drained organic soils, biomass burning).

Development of carbon stocks are simulated on plot level using well established models. Biomass is simulated using the Heureka RegVis tool and the soil organic carbon pool on mineral soils is simulated using the Q-model. Other emissions are based on average emissions 2000-2009 and the state of forests and areas 2010.

The development of carbon stocks have been simulated using the documented forest management practice 2000-2009, including measures in forestry and environmental protection measures aimed at preserving biological diversity. The harvest level in the simulation is set to the highest sustainable harvest level on productive forest land used for wood supply which was considered as the practice 2000-2009 (and still is) in forestry in Sweden. On forest land formally or voluntary set-aside for nature conservation and low-productive forest land no harvest is allowed.

#### *3.2: Detailed description of the modelling framework as applied in the estimation of the forest reference level*

##### *Carbon pools and other emissions*

The forest reference level for Sweden include changes in the carbon pools Living biomass (above and below ground), Dead wood, Litter, Soil carbon and Harvested wood products. No carbon pools have been omitted in the forest reference level for

Sweden and the carbon pools follows the same definitions as in the Swedish greenhouse gas inventory.

The forest reference level also include emissions from forest fertilization (N<sub>2</sub>O), from drained organic soils (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> and DOC), mineralization (N<sub>2</sub>O) and biomass burning (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub>).

Carbon stock change in Living biomass above and below ground and Dead wood is calculated using the Heureka RegVis system while Litter and Soil organic carbon is calculated using the Q-model. Emissions from drained organic oils are based on the same method as in the Swedish greenhouse gas inventory using the drained area and emission factors. HWP is based on the same model as in the greenhouse gas inventory. All other emissions are based on the average emissions during the period 2000-2009 (fertilization, mineralization and biomass burning). Figure 12 gives an overview of the model set-up for the FRL-calculations.

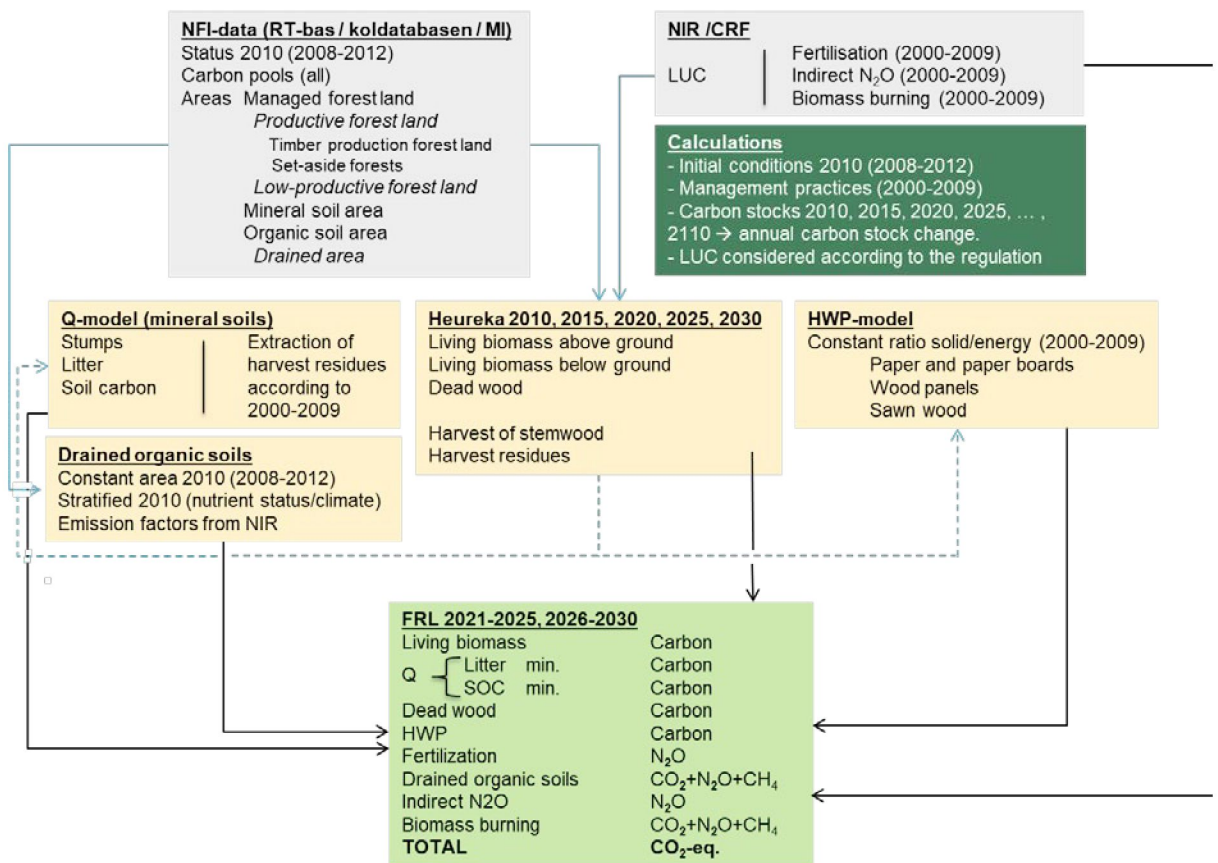


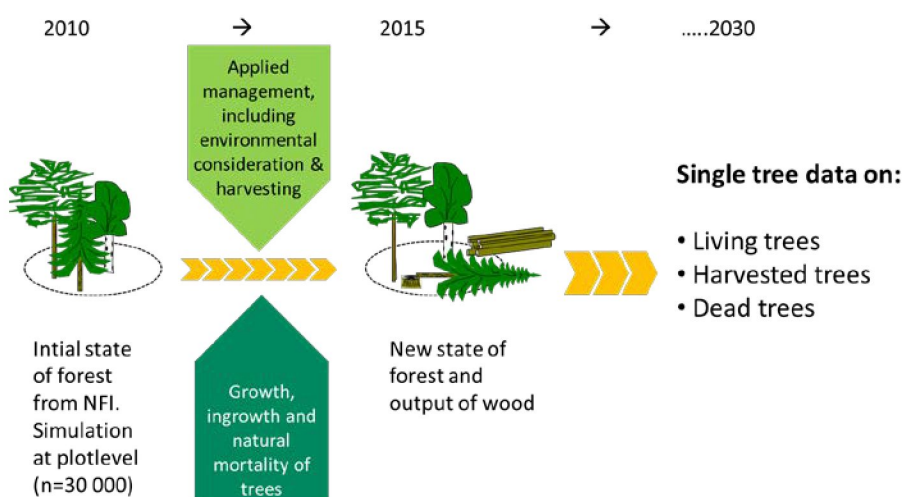
Figure 12. Overview of the model framework for the Swedish FRL.

*Heureka RegVis*

Simulations of forest development and biomass harvest were made with the Heureka RegVis simulator (Wikström et al. 2011), which is a forecast tool for forests and forestry on a large scale regional level. A number of prerequisites when it comes to forest management, harvest, climate, nature conservation and so forth are set by the user. The prerequisites form a so called scenario and the simulation aims at showing the forest development if the specific scenario would take place.

The core of the tool is simulation models for the tree-layer: growth, mortality and ingrowth<sup>74</sup>. Models for individual trees simulates height growth in young stands (mean height < 7 m)<sup>75</sup>, and basal area for established stands (mean height ≥ 7 m). It also includes models for management, harvest, effect of climate change, and storm fellings. Natural mortality provides a flow of biomass to the dead wood pool where decay functions transfer the dead wood between decay classes.<sup>76</sup>

The simulations is made in five-year intervals and measures such as soil scarification, planting, pre-commercial thinning, thinning, fertilization and final felling's are simulated during each interval (Figure 13).



**Figure 13.** Overview of the functionality of the forest simulator Heureka RegVis.

New functionality has been added to the Heureka system within this project in order to improve the harmonization between the forest reference level and the national reporting of greenhouse gas emissions. With previous versions, only the development of productive forests land have been possible to simulate. Since the national reporting of greenhouse gas emissions covers all forest land, including non-productive forest, new models for growth and mortality of non-productive forest land have been implemented. Further, routines for land use changes has been implemented in order to keep track of areas of different land-use classes and the transformation between land-use classes since it is an important part of the national reporting of greenhouse gas emissions.

<sup>74</sup> Wikberg 2004

<sup>75</sup> Fahlvik N., Elfving B., Wikström P. 2014.

<sup>76</sup> Fridman J, Ståhl G. 2001

*The Q-model*

Changes in the combined litter and soil carbon pool (hereafter referred to as the SOM carbon pool) were estimated with the Q model, which is a process based model based on the continuous quality theory<sup>77</sup>. It has previously been used in several national studies of forest and forest soil carbon balance studies in Sweden<sup>78</sup>. Litter that enters the soil is modelled as discrete cohorts of dead needles, fine roots, branches, coarse roots, stumps, stems and ground vegetation with different initial qualities. During the decomposition there is a continuous decline in the quality of the decomposing organic matter. For coarse woody litter, there is an invasion time before the decomposers can access the substrate completely, which gives rise to an initial lag phase. The model parameters<sup>79</sup> reflect properties of the decomposer community, different litter qualities depending on litter types and tree species, and climate effects.

For the SOM carbon modelling, plot-wise litter data was aggregated to regional level (4 regions, see the description of the Heureka model for details) before running the Q model. The input of organic matter to the soil consisted of litter from living above- and below ground biomass, harvest residues, natural mortality and ground vegetation. The Heureka system calculates all fractions of tree litter produced based on standing biomass, its turnover rates and harvested biomass. The biomass turnover rates are given in table 4. Ground vegetation litter was estimated based on biomass functions for different plant litter types<sup>80</sup> and their turnover rates<sup>81</sup>, given in table 5. The biomass functions were based on stand age with separate functions for each tree species, and they were applied on forest statistics of volume and tree species distribution within each region. The average estimated litter input from ground vegetation was 451 kg C ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. Input from harvest residues was estimated separately for foliage, branches, stems and tops, stumps, and roots. Harvest residue extraction levels for branches and tops were implemented to meet an energy production of 7 TWh for the whole of Sweden which was the reported average extraction level for the period 2000-2009<sup>82</sup>. The regional distribution of harvest residue quantities was based on a previous forest resource assessment for Sweden<sup>83</sup>. The model was initialized with a steady state assumption by assuming that the litter input to the soil was in steady state with the decomposition during the first two periods of the simulation (2010-2019). The initial C stocks for the different regions were calculated from the Swedish Forest Soil Inventory.

Since the Q-model is not adapted to organic soils the method used in the Swedish reporting to the UNFCCC was applied. This method estimates the emissions of CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> using emission factors that are applied to the area of drained organic soils.

---

<sup>77</sup> Ågren & Bosatta, 1996.

<sup>78</sup> Ågren G. & Hyvönen R. 2003, Ågren G. et al. 2007. Ortiz, C.A., et al. 2014. Gustavsson, L. et al. 2017

<sup>79</sup> Ågren G. & Hyvönen R. 2003

<sup>80</sup> Muukkonen, P. & Mäkipää, R. 2006.

<sup>81</sup> Peltoniemi M, Mäkipää R, et al.

<sup>82</sup> Skogsstatistisk årsbok, Swedish Statistical Yearbook of Forestry. 2001-2010

<sup>83</sup> Claesson S et al.. 2015

**Table 4.** Turnover rates [years] and parameters for calculation of litter production

Parameter	Pine	Spruce	Source
Needles	1.656-0.0231*Latitude	0.489-0.0063*Latitude	Ågren et al. (2007)
Branches	$0.0574 * e^{(-0.00482 \text{ MeanDiameter}^2)} + 0.00648$	0.0125	Peltoniemi et al. (2004) / Muukonen & Lehtonen (2004)
Roots (2-5 mm)	0.10	0.10	Eriksson et al. (2007)
Fine root litter	1.51*needle litter	1.51*needle litter	Ågren & Hyvönen (2003)
Fine root biomass	0.61*needle biomass	0.26*needle biomass	Berggren et al. (2008)

**Table 5.** Turnover rates [years] for ground vegetation (Peltoniemi et al. 2004).

Ground vegetation class	Turnover rate [year]
Herbs and grasses (above)	1
Herbs and grasses (below)	0.33
Dwarf Shrubs (above)	0.25
Dwarf Shrubs (below)	0.33
Mosses	0.33
Lichens	0.1
Below ground biomass factor	2

### Organic soils

Emissions from drained organic soils are calculated according to the Swedish greenhouse gas reporting to the UNFCCC. The area per nutrient category and climate zone is multiplied with the corresponding emission factor (table 6).

Dead wood and Litter on organic soils have been estimated based on results of Dead wood from the Heureka RegVis simulations and the production of litter using simple decay of organic material (4.6% annually for stumps and 15% annually for harvest residues).

**Table 6** Emission factors for drained organic soils.

Emission factors		Carbon [ton ha <sup>-1</sup> ]	CH <sub>4</sub> [kg ha <sup>-1</sup> ]	CH <sub>4</sub> (ditches) [kg ha <sup>-1</sup> ]	N [kg ha <sup>-1</sup> ]	DOC [ton ha <sup>-1</sup> ]
Boreal	Nutrient poor (281 kha)	0.25	7	217*	0.22	0.12
	Nutrient rich (321 kha)	0.93	2	217*	3.2	0.12
Temperate	Nutrient poor (63 kha)	2.6	2.5	217*	2.8	0.12
	Nutrient rich (278 kha)	2.6	2.5	217*	2.8	0.12

\*Fraction of ditches are set to 2.5%

### *Harvested wood products*

Emissions from the carbon pool Harvested wood products was calculated using the same methodology as in the national greenhouse gas reporting<sup>84</sup>. Separate calculations were made for three product categories; sawn wood, wood based panels and paper products. Products from domestic forests were included while products from non-domestic forests were excluded following *the production approach*. Each year an inflow of carbon in new products was added to an existing pool of products in use, and at the same time a fraction of the pool was assumed to leave the pool as depleted products. The outflow was calculated using different half-life's for the different product categories. The annual difference between in- and outflow was translated to emissions or uptake of CO<sub>2</sub>. In the projections, a carbon pool built by historical data was set for each product category for the start year 2010. Input data was harvested volumes of saw logs and pulpwood from the simulations of the forest development using the Heureka-system. The round wood was then allocated to the different product categories corresponding to the reference period 2000-2009.

### *Other emissions*

Emissions of greenhouse gases from other sources than the carbon pool changes are estimated according to the methods used in the annual reporting to the EU and UNFCCC<sup>85</sup>

Direct N<sub>2</sub>O emissions from N fertilization are based on the average reported emissions from N-fertilization of forest land for the period 2000-2009.

Emissions from N mineralization are based on the average reported emissions for the period 2000-2009.

Emissions of CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> and DOC drained organic soils are calculate as described above for organic soils.

Emissions from biomass burning (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> ) are based on the average of reported emissions for the period 2000-2009. In the reporting to the EU and the UNFCCC, CO<sub>2</sub> is included in the carbon stock change estimates on the permanent sample plots of the NFI. Since the Heureka system does not include burning, the emissions of CO<sub>2</sub> are calculated separately in conjunction with the estimates of N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub>.

### *3.3 Documentation of data sources as applied for estimating the FRL*

Data from the National Forest Inventory (NFI) was used in the simulations of the forest development<sup>86</sup>. The NFI consists of a permanent and a temporary sample and since the national reporting of greenhouse gas emissions is based on the permanent sample, only the permanent sample was used in the construction of the reference level. The permanent sample consists of about 30 000 circular plots of 10 m radius

---

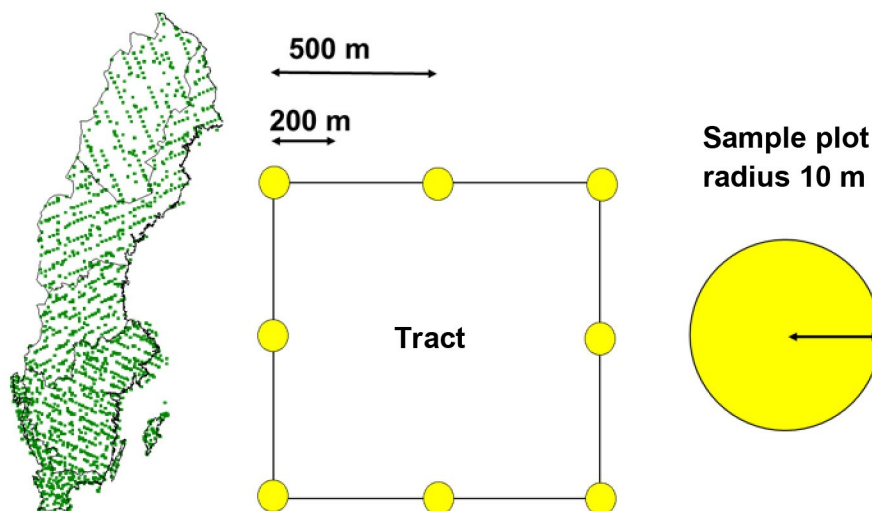
<sup>84</sup> National Inventory Report Sweden 2018

<sup>85</sup> National Inventory Report Sweden 2018

<sup>86</sup> Fridman et al. 2014



arranged along the sides of so called tracts, which are systematically distributed over all kinds of land (Figure 14). One fifth of the sample is measured each year and consequently, five years measurements are needed to re-inventory the whole sample. In this case measurements from 2008-2012 was used and the start year were set to 2010. To harmonize with the national reporting of greenhouse gas emissions all plots were used in the simulations irrespective of land use class.



**Figure 14.** Illustration of the systematic grid of permanent clusters of sample plots for the NFI (one year grid, see text), example of a clusters (tract) with circular plots along the sides and a circular plot.

A separate database is used in the national reporting of greenhouse gas emissions. It differs from the ordinary NFI-database in that it contains permanent plots only, and that borders between land-use classes within plots have been harmonized between the measurements. In the NFI, when occurring, the delineation of plots into more than one land use category suffers from observation (judgement) errors. Such errors have been removed in the database used for the national carbon reporting by studying the registered delineations over time and by using auxiliary information as aerial photos. This is to avoid artificial land use conversions. Land use and changes in land-use are important parts of the national reporting of greenhouse gas emissions and therefore these variations have been adjusted and harmonized. To harmonize with the national reporting of greenhouse gas emissions this database was also used in the simulation of the forest reference level.

### 3.3.1. Documentation of stratification of the managed forest land

#### *Areas*

The NFI classifies land use for each plot and each plot is assumed to represent a certain area. Within the land use class forest land, the NFI differs between productive forest, where the forest growth potential exceeds 1 m<sup>3</sup>/hectare and year, and non-productive forests. The productive forests are subdivided into productive forest land managed for wood supply and productive forest land for nature conservation. Management practices do only occur in productive forest land managed for wood supply. Productive forests that is not protected is denoted as forest available for wood supply.

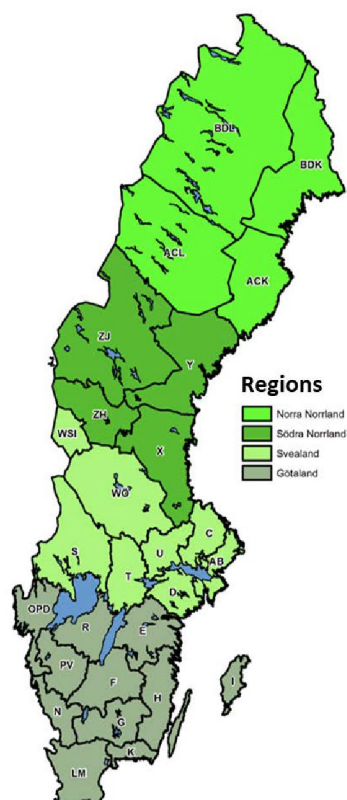
Two categories of set-aside areas are reported; formally protected areas such as national parks and nature reserves, and informally protected areas such as retained patches at final felling's and voluntary set aside areas. In the latest large scale forest forecast study made in Sweden, NFI-plots were marked as set-aside areas of the different categories and these markings were used also in this case (Claesson et al. 2015).

Non-forest land covers several land-use classes, such as grassland, cropland, wetland, etc. Trees also occurs on these land-use classes which results in some emissions or uptake of CO<sub>2</sub>. These emissions are however not included in the forest reference level.

Organic soils is equal to NFI-plots covered by more than 50 % peat. The soil is considered as peat if the depth of the peat exceeds 30 cm.

#### *Initial conditions 2010*

In tables 7 to 11, the initial conditions representing 2010 are presented. The NFI-data 2008-2012 have been aggregated into four regions for the calculation of the FRL denoted Norra Norrland (N.N.), Södra Norrland (S.N.), Svealand (Svea) and Götaland (Göta), see figure 15. Areas (table 7), standing volume (table 8), growth (table 9) are presented by region, forest type and species.



**Figure 15.** Regions used in the FRL-calculation.

**Table 7.** Initial areas [kha] for different forest types by region.

Forest type	N.N	S.N	Svea	Göta	Total
Productive forest land	7 143	5 867	5 380	5 021	<b>23 411</b>
<i>Voluntary set-aside areas</i>	556	333	258	198	<b>1 345</b>
<i>Protected areas within stands</i>	403	525	268	290	<b>1 487</b>
<i>Reserves</i>	413	113	146	109	<b>780</b>
<i>Forest land available for wood supply</i>	5 770	4 896	4 708	4 424	<b>19 799</b>
Non-productive forest land	1 964	1 035	638	400	<b>4 037</b>
<b>All forests</b>	<b>9 107</b>	<b>6 902</b>	<b>6 018</b>	<b>5 420</b>	<b>27 447</b>

**Table 8.** Initial volume [1000 m<sup>3</sup>sk] representing 2010 for different forest types and species by region.

Type	Region	Pine	Spruce	Contorta	Larch	Birch	Aspen	Other broadl.	Other	Total volume
Non-productive	NN	29 805	22 720	0	0	16 734	25	0	247	69 531
	SN	17 529	16 574	37	0	9 244	97	0	352	43 832
	SVEA	23 073	3 579	0	0	3 545	230	189	554	31 170
	GÖTA	16 512	2 127	0	0	2 772	448	1 388	583	23 830
	<b>ALL</b>	<b>86 919</b>	<b>44 999</b>	<b>37</b>	<b>0</b>	<b>32 294</b>	<b>799</b>	<b>1 577</b>	<b>1 736</b>	<b>168 362</b>
Productive forest land used for timber production	NN	339 524	207 005	9 554	29	99 936	3 595	0	4 483	664 126
	SN	286 143	325 641	21 639	184	94 019	7 663	139	15 095	750 523
	SVEA	334 987	329 452	2 379	426	80 748	16 967	7 000	16 999	788 958
	GÖTA	252 647	401 453	8	832	87 299	12 732	59 702	24 052	838 726
	<b>ALL</b>	<b>1 395 747</b>	<b>1 220 234</b>	<b>85 354</b>	<b>2 523</b>	<b>474 917</b>	<b>40 963</b>	<b>67 915</b>	<b>72 928</b>	<b>3 360 580</b>
Set-aside productive forest land	NN	271 641	141 069	9 554	0	77 128	2 674	0	3 321	505 388
	SN	237 950	256 052	21 638	184	76 995	6 648	139	13 387	612 994
	SVEA	278 035	276 880	2 379	426	70 978	14 629	4 983	14 614	662 924
	GÖTA	212 546	363 179	3	790	74 683	10 798	43 970	20 318	726 285
	<b>ALL</b>	<b>1 000 172</b>	<b>1 037 180</b>	<b>33 575</b>	<b>1 400</b>	<b>299 784</b>	<b>34 749</b>	<b>49 092</b>	<b>51 639</b>	<b>2 507 591</b>
All managed forest land	NN	369 329	229 725	9 554	29	116 670	3 619	0	4 730	733 656
	SN	303 672	342 215	21 676	184	103 262	7 760	139	15 447	794 355
	SVEA	358 060	333 031	2 379	426	84 293	17 196	7 189	17 553	820 128
	GÖTA	269 160	403 580	8	832	90 071	13 179	61 090	24 635	862 555
	<b>ALL</b>	<b>1 521 670</b>	<b>1 280 216</b>	<b>85 408</b>	<b>2 523</b>	<b>513 800</b>	<b>42 213</b>	<b>70 783</b>	<b>75 839</b>	<b>3 592 450</b>

**Table 9.** Net annual increment [1000 m<sup>3</sup>sk] for the first simulated period 2010-2015.

Type	Region	Pine	Spruce	Contorta	Larch	Birch	Aspen	Oak	Beech	Other broadl.	All
Non-productive	NN	590	250	0	0	155	0	0	0	4	999
	SN	291	202	1	0	74	1	0	0	6	575
	SVEA	391	71	0	0	47	4	1	0	18	532
	GÖTA	340	76	0	0	64	15	23	1	33	552
	<b>ALL</b>	<b>1 612</b>	<b>599</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>340</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>1</b>	<b>61</b>	<b>2 658</b>
Set-aside productive forest land	NN	1 370	1 067	0	1	365	18	0	0	11	2 831
	SN	1 161	1 230	0	0	508	30	0	0	68	2 998
	SVEA	1 116	1 211	0	0	312	76	10	0	80	2 805
	GÖTA	788	1 310	1	4	441	56	155	110	152	3 016
	<b>ALL</b>	<b>4 434</b>	<b>4 818</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1 626</b>	<b>180</b>	<b>164</b>	<b>110</b>	<b>312</b>	<b>11 650</b>
Productive forest land used for timber production	NN	8 977	3 489	1 002	0	2 542	105	0	0	109	16 223
	SN	7 696	7 441	1 779	9	3 293	229	0	0	592	21 040
	SVEA	9 449	10 735	214	8	3 277	506	65	1	601	24 855
	GÖTA	6 275	15 851	1	39	3 410	431	540	263	935	27 744
	<b>ALL</b>	<b>32 397</b>	<b>37 517</b>	<b>2 996</b>	<b>56</b>	<b>12 522</b>	<b>1 270</b>	<b>605</b>	<b>263</b>	<b>2 237</b>	<b>89 863</b>
All managed forest land	NN	10 937	4 806	1 002	1	3 062	123	0	0	124	20 053
	SN	9 148	8 873	1 780	9	3 875	260	0	0	666	24 613
	SVEA	10 956	12 017	214	8	3 636	586	76	1	699	28 192
	GÖTA	7 403	17 237	2	43	3 915	502	718	374	1 120	31 312
	<b>ALL</b>	<b>38 443</b>	<b>42 934</b>	<b>2 998</b>	<b>60</b>	<b>14 488</b>	<b>1 470</b>	<b>794</b>	<b>374</b>	<b>2 610</b>	<b>104 171</b>

### 3.3.2. Documentation of sustainable forest management practices as applied in the estimation of the forest reference level

Information on silvicultural activities in Sweden are based on questionnaire surveys. Until 2014, the Swedish Forest Agency annually conducted a survey of nearly all corporate forest holdings and of other large forest holdings and a sample of private forest owners of different size. Detailed information can be found in the statistical yearbooks produced by the Swedish Forest Agency<sup>87</sup>. The information from these surveys as well as observations from the NFI forms the basis for the settings in the simulation of the FRL (table 10).

The statistics from the Swedish Forest Agency include annual information on:

- Pre-commercial thinning of young forests (320 kha in average 2000-2009)
- Soil scarification (160 kha in average 2000-2009)
- Planted area (157 kha in average 2000-2009)
- Fertilized area (33 kha in average 2000-2009)

<sup>87</sup> Swedish Statistical Yearbook of Forestry. 2001-2010.

**Table 10.** Settings for the simulations in Heureka RegVis. The numbers represents the share of the total area in each class or domain. The settings are specific for each region (N.N., S.N., Svealand, Götaland).

<b>N Norrland (N.N.)</b>					
<b>Regeneration method</b>	<b>Dry</b>	<b>Mesic</b>	<b>Moist</b>		
Plantation	34	73	86		
Sowing	9	7	3		
Seed trees	54	18	9		
Extensive	3	2	2		
<b>Soil scarification</b>	<b>Dry</b>	<b>Mesic</b>	<b>Moist</b>		
Plant./Sow	94	97	100		
	3	2	0		
	3	1	0		
Seed trees	66	75	49		
	0	0	0		
	34	24	33		
<b>Regeneration species</b>	<b>Dry</b>	<b>&lt; 22</b>	<b>22-26</b>	<b>&gt; 26</b>	<b>Moist</b>
Pine	93	76	73	62	47
Spruce	5	21	24	35	51
Birch	0	1	2	2	2
Contorta	3	3	2	1	0
<b>S Norrland (S.N.)</b>					
<b>Regeneration method</b>	<b>Dry</b>	<b>Mesic</b>	<b>Moist</b>		
Plantation	49	77	84		
Sowing	1	4	0		
Seed trees	49	17	12		
Extensive	0	2	4		
<b>Soil scarification</b>	<b>Dry</b>	<b>Mesic</b>	<b>Moist</b>		
Plant./Sow	94	99	91		
	0	0	0		
	6	1	9		
Seed trees	78	78	48		
	0	0	0		
	22	22	35		
<b>Regeneration species</b>	<b>Dry</b>	<b>&lt; 22</b>	<b>22-26</b>	<b>&gt; 26</b>	<b>Moist</b>
Pine	72	56	41	19	27
Spruce	24	39	55	79	65
Birch	0	1	1	0	5
Contorta	4	5	3	1	2

**Table 10. Cont.**

<b>Svealand</b>					
<b>Regeneration method</b>	<b>Dry</b>	<b>Mesic</b>	<b>Moist</b>		
Plantation	39	70	70		
Sowing	2	3	1		
Seed trees	59	23	21		
Extensive	0	4	8		
<b>Soil scarification</b>	<b>Dry</b>	<b>Mesic</b>	<b>Moist</b>		
Plant./Sow	70	87	80		
	1	0	0		
	30	13	20		
Seed trees	62	72	36		
	0	0	0		
	38	28	44		
<b>Regeneration species</b>	<b>Dry</b>	<b>&lt; 22</b>	<b>22-26</b>	<b>&gt; 26</b>	<b>Moist</b>
Pine	49	74	24	1	17
Spruce	50	25	75	97	77
Birch	0	1	1	1	6
Contorta	1	1	0	0	0
<b>Götaland</b>					
<b>Regeneration method</b>	<b>Dry</b>	<b>Mesic</b>	<b>Moist</b>		
Plantation	51	84	53		
Sowing	3	0	0		
Seed trees	41	12	40		
Extensive	4	4	7		
<b>Soil scarification</b>	<b>Dry</b>	<b>Mesic</b>	<b>Moist</b>		
Plant./Sow	66	79	72		
	0	0	0		
	34	21	28		
Seed trees	72	43	14		
	0	0	0		
	20	57	86		
<b>Regeneration species</b>	<b>Dry</b>	<b>&lt; 22</b>	<b>22-26</b>	<b>&gt; 26</b>	<b>Moist</b>
Pine	20	26	16	4	4
Spruce	78	67	80	93	93
Birch	2	2	4	4	3
Contorta	0	0	0	0	0

## 4: Forest reference level

### 4.1: Forest reference level and detailed description of the development of the carbon pools

The FRL for Sweden amounts to -30 037 kt CO<sub>2</sub>-equivalents for the period 2021-2025.

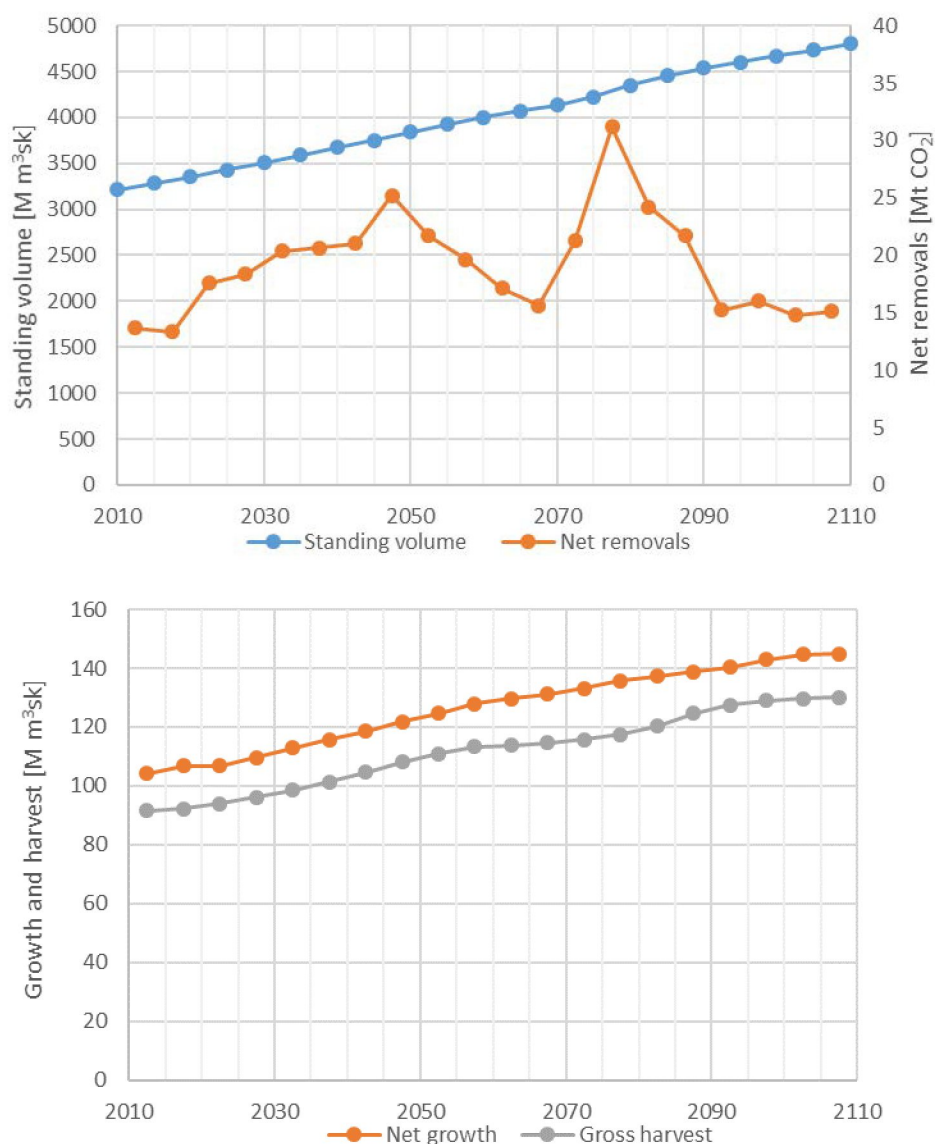
In table 11 below the results for the FRL are shown by carbon pool and other included emissions. Figure 16 illustrate that the standing volume of timber is steadily increasing while maintaining a high sustainable harvest. In table 12 the net growth and harvest for different forest types are presented for the years 2010-2030.

**Table 11.** Average annual carbon stock changes, other emissions and the resulting FRL for Sweden 2021-2025.

[kt CO <sub>2</sub> -equivalents]		2021-2025
<b>Living biomass</b>	Total	-17 570
	<i>Productive forest land managed for wood supply (ca 19800 kha)</i>	1 998
	<i>Productive forests set-aside for nature conservation (ca 3600 kha)</i>	-15 926
	<i>Non-productive forest land (ca 4000 kha)</i>	-3 641
<b>Mineral soils</b>	Dead wood	-2 083
	Litter, Soil	-9 614
<b>Organic soils</b>	Dead wood	-271
	Litter, Soil (CO <sub>2</sub> +DOC from drained soils)	5 209
	Drained organic soils (N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> )	1 189
<b>HWP</b>	Total	-6 992
	<i>Sawn wood</i>	-5 634
	<i>Wood panels</i>	80
	<i>Paper and paper board</i>	-1 438
<b>Fertilisation (N<sub>2</sub>O)</b>		23
<b>Mineralization (N<sub>2</sub>O)</b>		0
<b>Indirect emissions (N<sub>2</sub>O)</b>		4
<b>Biomass burning (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>)</b>		69
<b>TOTAL WITHOUT HWP</b>		<b>-23 045</b>
<b>TOTAL WITH HWP</b>		<b>-30 037</b>

**Table 12.** Annual harvest, net increment in five year periods from 2010.

		-2015	-2020	-2025	-2030
<b>Harvest</b>	Productive forest land managed for wood supply	87.0	89.6	91.2	90.9
[M m <sup>3</sup> sk]	Productive forest land for nature conservation	0	0	0	0
	Non-productive forest land	0	0	0	0
<b>Net increment</b>	Productive forest land managed for wood supply	89.9	91.9	91.5	93.6
[M m <sup>3</sup> sk]	Productive forest land for nature conservation	11.7	12.3	12.8	13.4
	Non-productive forest land	2.7	2.7	2.6	2.6
	<b>All managed forest land</b>	<b>104.2</b>	<b>106.9</b>	<b>106.8</b>	<b>109.5</b>



**Figure 16.** Simulated timber volumes and annual net removals in Living biomass (upper panel) and net increment and harvest (lower panel).

**Table 13.** Areas for managed forest land in the FRL for Sweden 2010-2030.

Areas [kha]	2010	2015	2020	2025	2030
Productive forest land (total)	23 355	23 299	23 240	23 183	23 127
Forest land available for wood supply	19 743	19 687	19 628	19 571	19 515
Productive forest land set-aside for nature conservation	3 612	3 612	3 612	3 612	3 612
<i>Voluntary set-aside</i>	1 345	1 345	1 345	1 345	1 345
<i>Protected areas within stands</i>	1 487	1 487	1 487	1 487	1 487
<i>Forest reserves</i>	780	780	780	780	780
Non-productive forest land skogsmark	4 037	4 030	4 024	4 018	4 009
<b>All managed forest land</b>	<b>27 392</b>	<b>27 329</b>	<b>27 264</b>	<b>27 201</b>	<b>27 136</b>



#### *4.2: Consistency between the forest reference level and the latest national inventory report*

The same carbon pools and other greenhouse gas emissions are included in the FRL as the carbon pools and emissions reported to the EU and the UNFCCC<sup>88</sup>.

The same methodology is used for carbon pools and other emissions in the FRL as is used in the greenhouse gas inventory. See the description of methods for details.

Due to small differences in the definitions of land use categories and accounting categories respectively the results are not 100% comparable. The initial state (2010) of the FRL is based on the same sample units as the Swedish reporting to the EU and the UNFCCC. Due to slightly different rules for land use change the initial state in 2010 is not exactly the same. E.g. basing the FRL on the average management 2000-2009, makes the different approaches less comparable after 2010.

Otherwise, the same methodologies are used for carbon pools and other emissions in the FRL as is used in the greenhouse gas inventory. See the description of methods for details.

When the new regulation enters into force for the annual reporting (Submission 2022), the FRL and the national inventory report will be fully consistent.

#### *4.3: Calculated carbon pools and greenhouse gases for the forest reference level*

The forest reference level for Sweden includes changes in the carbon pools Living biomass (above and below ground), Dead wood, Litter, Soil carbon and Harvested wood products. No carbon pools have been omitted in the forest reference level for Sweden.

The forest reference level also includes emissions from forest fertilization (N<sub>2</sub>O), from drained organic soils (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> and DOC), mineralization (N<sub>2</sub>O) and biomass burning (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub>).

---

<sup>88</sup> National Inventory Report Sweden 2018.

## References

- 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>.
- 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., 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>
- Fridman J, Ståhl G. A three-step approach for modelling tree mortality in Swedish forests. *Scandinavian Journal of Forestry Research*, 16, 455–466

### 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

Guidance on developing and reporting Forest Reference Levels in accordance with Regulation (EU) 2018/841

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.

Muukkonen P., Lehtonen A., 2004 Needle and branch biomass turnover rates of Norway spruce (*Picea abies*), *Canadian Journal of Forest research*. 34, 2517–2527.

Muukkonen, P. & Mäkipää, R. 2006. Empirical biomass models of understorey vegetation in boreal forests according to stand and site attributes. *Boreal Environment Research*, 11, 355-369.

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

Ortiz CA, Lundblad M., Liski J., Stendahl J., Karlton, E. Lehtonen A., Gardenas AI 2009. Measurements and models – a comparison of quantification methods for SOC changes in forest soils. SMED Report No 31 2009

Ortiz, C.A., Lundblad, M., Lundstrom, A., 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.

Report for Sweden on assessment of projected progress, March 2017. In accordance with articles 13 and 14 under Regulation (EU) No 525/2013 of the European parliament and of the Council Decision a mechanism for monitoring and reporting greenhouse gas emissions and for reporting other information at national and Union level relevant to climate change and repealing Decision No 280/2004/EC

SLU 2018. Underlag för en svensk bokföringsrapport för brukad skogsmark inklusive skoglig referensnivå. Delredovisning av regeringsuppdrag (beslut N208/01213/SK).

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

Skogsstyrelsen (2008): Skogliga konsekvensanalyser 2008 – SKA-VB 08, Rapport 25:2008.

UNECE 2016. Pilot project on the system for the Evaluation of the Management of Forest (SEMAFOR). Geneva Timber and Forest Discussion Paper 66.

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

Ågren & Bosatta, 1996. Theoretical ecosystem ecology. Cambridge University Press.

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

Ågren G. et al. 2007. Are Swedish forest soils sinks or sources for CO<sub>2</sub> - modelling and measuring. Biogeochemistry, 82, 217-227.