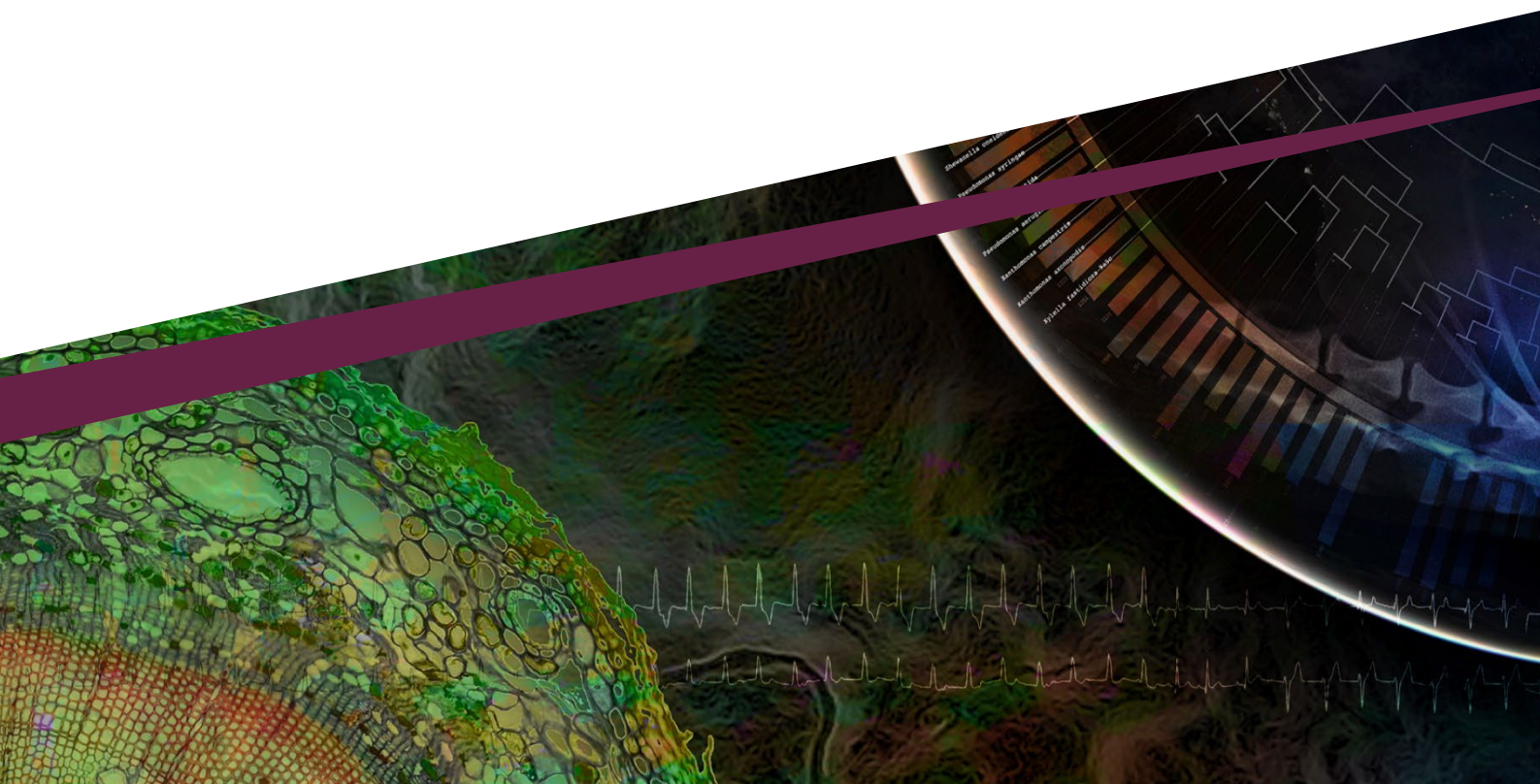


Tekniska korrigeringar av referensnivån för skog för perioden 2021–2025

Redovisning av regeringsuppdrag LI2024/02202

Slutredovisning av regeringsuppdrag (LI2024/02202) där Regeringen ger SLU i uppdrag att ”genomföra analyser och förbereda tekniska korrigeringar av referensnivån för skog för perioden 2021–2025 i enlighet med artikel 8.11 i 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 (LULUCF-förordningen).”



Förord

Sveriges lantbruksuniversitet fick enligt regeringsbeslut 28 november 2024 (N2024/02202) i uppdrag att förbereda tekniska korrigeringar av referensnivån för skog för perioden 2021–2025.

I uppdraget (se Bilaga A) ingick att ”genomföra analyser och förbereda tekniska korrigeringar av referensnivån för skog för perioden 2021–2025 i enlighet med artikel 8.11 i 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 (LULUCF-förordningen).”

Rapporten har tagits fram i dialog med Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen. Inom ramen för uppdraget har vidare dialog om tillämplig praxis för tekniska korrigeringar förts med Europeiska kommissionens expertorgan Joint Research Centre (JRC), Europeiska Miljöbyrån (EEA) och andra experter inom EU:s medlemsstater.

Denna rapport utgör slutredovisning av regeringsuppdraget. Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen har löpande informerats om arbetet och har också getts möjlighet att inkomma med synpunkter på utkast av den slutliga rapporten. Sveriges lantbruksuniversitet står ensamma bakom de resultat och slutsatser som redovisas i rapporten.

I arbetet har Mattias Lundblad, Carina Josefsson Ortiz, och Johan Stendahl från Institutionen för mark och miljö och Per-Erik Wikberg, Miriam Markström och Hans Petersson från Institutionen för skoglig resurshushållning medverkat.

Mattias Lundblad har varit projektledare för arbetet.

Innehåll

Sammanfattning	7
Summary	12
1. Inledning	16
1.1. Rapportering av LULUCF	17
1.2. Bokföring av LULUCF 2021–2025	18
1.2.1. Beskogad mark och avskogad mark.....	18
1.2.2. Brukad skogsmark	19
1.2.3. Brukad åkermark, betesmark och våtmark.....	20
1.2.4. No-debit rule och avräkning mot åtagandet 2021–2025.....	21
1.3. Teknisk korrigerig	22
1.3.1. Identifiera behov av teknisk korrigerig	23
2. Nuvarande referensnivå för skog	26
2.1. Metodöversikt ursprunglig referensnivå för skog.....	26
2.1.1. Kolpooler och övriga emissioner.....	27
2.1.2. Metodik	27
3. Revidering av referensnivå för skog – teknisk korrigerig	31
3.1. Identifiera inkonsistens mellan växthusgasrapporteringen och FRL.....	31
3.1.1. Kolpooler och utsläpp i referensnivån för skog jämfört med växthusgasrapporteringen	31
3.1.2. Jämförelse av nivåer i växthusgasrapporteringen jämfört med referensnivån för skog 2000–2009	33
3.2. Andra skäl till omräkningar av referensnivån för skog	35
3.2.1. Klimat.....	35
3.2.2. Areal brukad skogsmark	35
3.2.3. Startår för simuleringen	36
3.2.4. Antaganden för perioden 2010–2020	36
3.2.5. Antaganden för avverkade träprodukter	36
3.3. Identifierade behov av teknisk korrigerig av referensnivån för skog	37
3.3.1. Area	37
3.3.2. Levande biomassa och död ved	37
3.3.3. Stubbar, förna och markkol.....	39
3.3.4. Träprodukter	39
3.3.5. Övriga utsläpp och upptag.....	39
4. Konverteringsperiod för beskning	40
4.1. Räkneexempel.....	42
4.2. Diskussion och förtydliganden	43
5. Resultat och diskussion	45
6. Referenser	49

Sammanfattning

LULUCF-förordningen (EU) 2018/841 trädde i kraft 2018 och reglerar, tillsammans med de justeringar som gjordes i den reviderade LULUCF-förordningen 2023 (EU) 2023/839, hur sektorn markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk (LULUCF – Land Use, Land Use Change and Forestry) ska bokföras och tillgodoräknas i förhållande till medlemsstaternas åtaganden inom EU:s klimatramverk, ”fit for 55”. LULUCF omfattar bokföring i bokföringskategorierna beskogad mark, avskogad mark, brukad åkermark, brukad betesmark, brukad våtmark och brukad skogsmark. Åtagandet inom LULUCF innebär att summan av bokförda utsläpp och upptag för dessa bokföringskategorier inte får generera bokförda nettoutsläpp.

För bokföringskategorin brukad skogsmark innebär förordningen att upptag och utsläpp ska bokföras relativt en skoglig referensnivå (FRL) för perioden 2021–2025. Om nettoupptaget (summan av alla upptag och utsläpp av växthusgaser) i skogen är större under åtagandeperioden än den skogliga referensnivån bokförs ett upptag som får uppgå till högst 3,5 % av basårsutsläppen. Blir nettoupptaget lägre än referensnivån (t.ex. om avverkningarna blir högre relativt tillväxten än motsvarande förhållande i referensnivån) så erhålls ett bokfört underskott för brukad skogsmark.

Medlemsstaterna lämnade in sina första förslag på referensnivåer i slutet av 2018 och efter granskning och revideringar fastslogs referensnivåerna 2021 genom Kommissionens delegerade förordning (EU) 2021/268.

För att garantera att de metoder och data som används för att fastställa den föreslagna referensnivån för skog stämmer överens med de metoder som används i den årliga rapporteringen av utsläpp och upptag för brukad skogsmark till EU ska medlemsstaterna göra tekniska korrigeringar av referensnivån för skog om metoder och underlag i den årliga rapporteringen ändras.

Sveriges lantbruksuniversitet fick enligt regeringsbeslut 28 november 2024 (N2024/02202) i uppdrag att förbereda tekniska korrigeringar för perioden 2021–2025. Denna rapport redovisar en analys av vilka metoder i den årliga rapporteringen som ändrats, vilka dataunderlag (både de som används i rapporteringen och de som används i referensnivån för skog) som uppdaterats och andra skäl för att genomföra en teknisk korrektion av Sveriges referensnivå för skog.

En analys av om det finns inkonsistens mellan referensnivån för skog och den årliga rapporteringen visade att en teknisk korrektion behöver göras som omfattar beräkningarna för nettoinlagring i små träd, simuleringen av nettoinlagring av kol i stubbar, förna och markkol med Q-modellen och beräkningen av emissioner av lustgas och metan som baseras på historiska medelvärden. Vidare bedömdes att det finns behov av teknisk korrektion på grund av förändrade naturgivna förutsättningar vilket omfattar förändringar i skogstillstånd och tillväxt som inte beror på mänsklig aktivitet.

En korrigerad referensnivå för skog (FRL_{kor}) har tagits fram med följande förändringar i beräkningsförutsättningar jämfört med den ursprungliga referensnivån för skog (FRL):

Biomassa och död ved. Nya simuleringar med Heureka RegVis har genomförts baserat på tillståndet (biomassaförråd) på Riksskogstaxeringens permanenta provytor 2016–2020. Avverkning simulerades givet den relativa avverkningen (nettotillväxt¹ dividerat med avverkning), 2000–2009 och historisk bruttotillväxt. Den resulterande avverkningen i den första simuleringen användes tillsammans med aktuell relativ tillväxt 2016–2020 (bruttotillväxt dividerat med virkesförrådet storlek), för att simulera förändring i levande biomassa och död ved. Små träd ingick i simuleringen med Heureka RegVis (tidigare lades dessa till som en konstant). Förändringen i beräkningsförutsättningar för biomassa och död ved innebär att hänsyn tas till det senaste skogstillståndet innan åtagandeperioden börjar vilket också fångar in att tillväxten på senare år varit betydligt lägre än den historiska tillväxten.

Stubbar, förna, markkol (mineraljordar). En modell (Q-modellen) används för att simulera dessa kolpooler. En ny simulering genomfördes med förnainput från den nya Heurekasimuleringen. Dessutom gjorde en uppdelning av kolpoolerna så att stubbar redovisas separat från förna och markkol. I efterhand gjordes även en nivåjustering genom en jämförelse av den simulerade nivån och redovisade förändringar i dessa kolpooler för åren 2016–2020.

Träprodukter, HWP. En ny beräkning som baserades på avverkningen i den nya simuleringen som beskrivs ovan gjordes med bibehållet förhållande mellan träprodukter och bioenergi som i den ursprungliga referensnivån för skog (baserat på nivåerna under referensperioden 2000–2009).

Övriga emissioner. Utsläpp av koldioxid, lustgas och metan från dränerad torvmark, utsläpp av lustgas från skogsgödsling och utsläpp av metan och lustgas från brand beräknades som rapporterat genomsnitt för perioden 2016–2020. Tidigare användes medelvärdet för perioden 2000–2009.

¹ nettotillväxt=bruttotillväxt (total tillväxt) - naturlig avgång

Den korrigerade referensnivån (FRL_{kor}) för brukad skogsmark har fastställts till ett nettoupptag på $-45,6$ miljoner ton CO_2 -ekvivalenter år^{-1} för perioden 2021–2025 utan träprodukter och $-49,6$ miljoner ton CO_2 -ekvivalenter år^{-1} med träprodukter (Tabell S-1). Det betyder att nettoupptaget är $11,2$ respektive $10,9$ miljoner ton CO_2 -ekvivalenter år^{-1} större än i den ursprungliga referensnivån. Den tekniska korrektionen för referensnivån för brukad skogsmark uppgick därmed till $-11,2$ respektive $-10,9$ miljoner ton CO_2 -ekvivalenter år^{-1} (Tabell S-1)

Efter teknisk korrektion blev nettoinlagringen i levande biomassa $-20,3$ miljoner ton CO_2 år^{-1} för perioden 2021–2025. Det är $9,9$ miljoner ton CO_2 år^{-1} lägre än i den ursprungliga referensnivån vilket avspeglar effekten av att en lägre relativ tillväxt användes för beräkningen av den korrigerade referensnivån jämfört med den historiska tillväxtnivån som användes i den ursprungliga referensnivån.

Avverkade träprodukter bidrar i den korrigerade referensnivån med en nettoinlagring på $-4,1$ miljoner ton CO_2 år^{-1} . Jämfört med den ursprungliga referensnivån är nettoinlagringen i träprodukter $0,3$ miljoner ton CO_2 år^{-1} lägre, vilket mestadels beror på en lägre nettoinlagring i sågade trävaror. Detta är en effekt av att den simulerade avverkningen för den korrigerade referensnivån är något lägre än i den ursprungliga referensnivån.

Nettoinlagringen i död ved är lägre i den korrigerade referensnivån än i den ursprungliga vilket kan bero på att startförrådet (2008–2012) i den ursprungliga referensnivån var lägre än starttillståndet i den nya simuleringen (2016–2020), vilket resulterade i en snabbare förrådsupbyggnad givet att mortaliteten var densamma för båda perioderna.

Stubbar, förna och markkol på mineraljord står i den korrigerade referensnivån sammantaget för en nettoinlagring på $-33,0$ miljoner ton CO_2 år^{-1} vilket är $21,6$ miljoner ton CO_2 år^{-1} mer än i den ursprungliga referensnivån för skog. Stubbarna står för en nettoinlagring på $-7,3$ miljoner ton CO_2 år^{-1} medan markkol tillsammans med förna står för en nettoinlagring på $-23,9$ miljoner ton CO_2 år^{-1} . Död ved och stubbar står tillsammans för en nettoinlagring på $-9,0$ miljoner ton CO_2 år^{-1} .

Övriga emissioner baseras på de data som används i klimatrapporteringen och som representerar perioden 2016–2020 och skillnader jämfört med den ursprungliga referensnivån beror på omräkningar i den ordinarie klimatrapporteringen. Bland annat är CO_2 -utsläppen från dränerade marker högre än tidigare på grund av uppdaterade emissionsfaktorer för dränerad torvmark.

Det rapporterade totala nettoupptaget för brukad skogsmark åren 2021–2023 har i genomsnitt uppgått till $-31,6$ miljoner ton CO_2 -ekvivalenter år^{-1} utan träprodukter och $-36,6$ miljoner ton CO_2 -ekvivalenter år^{-1} med träprodukter (figur S-1). En preliminär bokföringsberäkning för brukad skogsmark baserad på rapporterade data för 2021–2023 samt korrigerad referensnivå resulterar i ett bokfört underskott för brukad skogsmark på $13,9$ miljoner ton CO_2 -ekvivalenter år^{-1} utan träprodukter och $12,9$ miljoner ton CO_2 -ekvivalenter år^{-1} med träprodukter.

Den slutliga bokföringen för hela LULUCF-sektorn beror på utvecklingen inom andra bokföringskategorier inom LULUCF samt möjligheten att använda s.k. flexibiliteter inom LULUCF-sektorn.

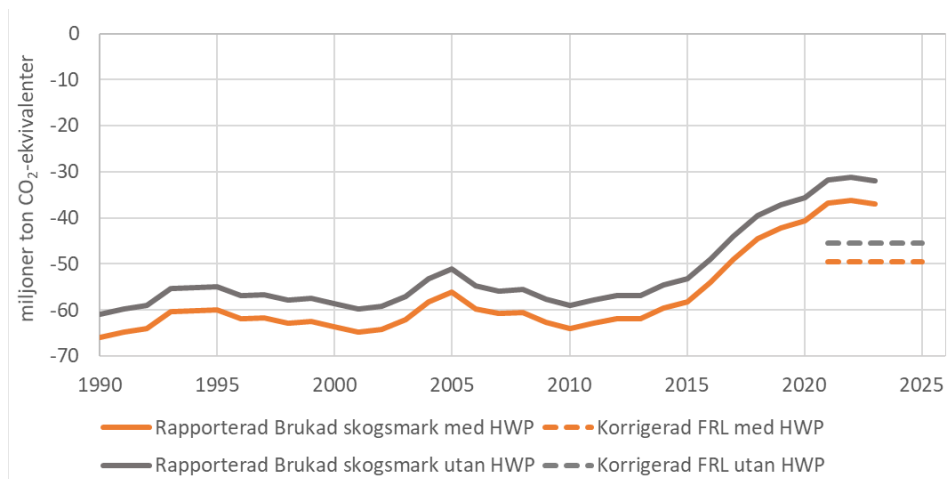
Den tekniska korrigeringen som presenteras här är en preliminär beräkning baserat på en analys av nuvarande referensnivå och den senaste klimatrapporeringen. Ytterligare analyser och korrigeringar kommer vara nödvändiga inför den slutliga redovisningen för perioden 2021–2025 som ska göras 2027. Det är därför lämpligt att göra en analys även i samband med 2026 års rapportering för att förbereda för den slutliga korrigeringen 2027.

I uppdragsbeskrivningen ingick även att analysera artikel 6.2 i LULUCF-förordningen som handlar om möjligheten att ändra konverteringstiden för beskogad mark från 20 till 30 år. Givet förutsättningarna i denna analys skulle effekten på det bokförda nettoupptaget för beskogad mark kunna bli en ökning av nettouttaget i storleksordningen 0,3–0,4 miljoner ton CO₂ år⁻¹ under åtagandeperioden. Givet de underlag som finns tillgängliga lämnas dock ingen rekommendation om att välja 20 eller 30 år som övergångsperiod eftersom det inte kan styrkas vetenskapligt.

Tabell S-1. Kolpooler och andra emissioner i referensnivån för brukad skogsmark 2021–2025. Ursprunglig FRL, korrigerad FRL (FRL_{korrr}) och teknisk korrektion (TC). Negativa värden (-) representerar nettoupptag av koldioxid från atmosfären.

[kt CO ₂ -ekvivalenter år ⁻¹]	FRL	FRL _{korrr}	TC
Levande biomassa, totalt	-30 236	-20 321	
<i>Virkesproduktionsmark (ca 21 300 kha)</i>	-15 127	-10 977	
<i>Produktiv skogsmark undantagen från virkesproduktion (ca 2 100 kha)</i>	-7 307	-6 109	
<i>Improduktiv skogsmark (ca 4 000 kha)</i>	-3 816	-2 493	
<i>Småträäd (Brösthöjdsdiameter<10 cm)</i>	-3 986	-742	
Död ved, totalt	-2 728	-9 028	
<i>Liggande och stående död ved</i>	-2 728	-1 762	
<i>Stubbar*</i>		-7 266	
Förna och markkol*	-8 644	-23 941	
Organogen mark (CO ₂ +DOC dränerad mark)	5 855	6 370	
Dränerad organogen mark (N ₂ O, CH ₄)	1 310	1 219	
Träprodukter (HWP), totalt	-4 373	-4 066	
<i>Sågade varor</i>	-3 479	-3 210	
<i>Träbaserade skivor</i>	185	169	
<i>Papper och pappskivor</i>	-1 079	-1 025	
Gödsling (N ₂ O)	23	20	
Mineralisering (N ₂ O)	0	0	
Indirekta utsläpp (N ₂ O)	4	3	
Brand (CO ₂ , N ₂ O, CH ₄)	69	14	
TOTALT EXKLUSIVE HWP	-34 348	-45 554	-11 206
TOTALT MED HWP	-38 721	-49 620	-10 899

* I FRL ingår stubbar i förna och markkol eftersom Q-modellen inte separerade dessa kolpooler



Figur S-1. Årlig rapportering av brukad skogsmark 1990–2023 med och utan träprodukter (HWP) samt korrigerad referensnivå för brukad skogsmark 2021–2025 (FRL_{korr}) med och utan träprodukter (HWP). Negativa värden (-) representerar nettoupptag av koldioxid från atmosfären.

Summary

The LULUCF Regulation (EU) 2018/841 entered into force in 2018. With the adjustments that was made in the revised regulation (EU) 2023/839 it regulates how the Land Use, Land Use Change and Forestry sector (LULUCF) is to be accounted for in relation to the Member States' commitments under the EU climate framework, "fit for 55". LULUCF includes accounting in the categories afforested land, deforested land, managed cropland, managed grassland, managed wetland and managed forest land. The commitment under LULUCF means that the sum of accounted emissions and removals for these accounting categories must not generate net emissions.

For the accounting category managed forest land, the regulation stipulates that removals and emissions are to be accounted for relative to a forest reference level (FRL) for the period 2021–2025. If reported net removals (the sum of all removals and emissions of greenhouse gases) in the forest are higher during the commitment period than the forest reference level, a removal is accounted for, which may amount to a maximum of 3.5 % of the base year emissions. If net removals are lower than the reference level (e.g. if the harvest levels are higher relative to growth than in the reference level) an emission debt is obtained.

Member States submitted their first proposals for reference levels at the end of 2018 and, after review and revisions, the reference levels for 2021 were established by the Commission Delegated Regulation (EU) 2021/268.

In order to ensure that the methods and data used to determine the proposed reference level for forests are consistent with the methods used in the annual reporting of emissions and removals for managed forest land to the EU, member states make technical corrections to the FRL if methods and data sources for the annual GHG-inventory are changed.

By the government decision of 28 November 2024 (N2024/02202), the Swedish University of Agricultural Sciences was commissioned to prepare such technical corrections for the period 2021–2025. This report provides an analysis of which methods in the annual reporting that have been changed, which data sources (both those used in the reporting and those used in the FRL) have been updated and other reasons for implementing a technical correction to the FRL for forests.

An analysis of whether there is any inconsistencies between the FRL and the annual reporting showed differences that requires a technical correction which

includes the methodology for net removals in small trees, the methodology for simulating carbon storage in stumps, branches and soil carbon with the Q model and the emissions of nitrous oxide and methane based on historical averages. Furthermore, it was assessed that there is a need for a technical correction due to changed natural conditions, which includes changes in forest condition and growth that are not due to human activity.

A revised FRL (FRL_{kor}) has been produced with the following changes in calculation assumptions compared to the original FRL:

Biomass and dead wood. New simulations with Heureka RegVis have been carried out based on the condition (biomass stock) of the NFI permanent sample plots 2016–2020. Felling was simulated given the relative felling 2000–2009 and historical growth. The resulting felling in the first simulation was used together with the current relative growth in 2016–2020 to simulate changes in living biomass and dead wood. Small trees were included in the simulation with Heureka RegVis (previously these were added as a constant). The change in the calculation assumptions for biomass and dead wood means that the latest forest condition before the commitment period begins is taken into account, which also captures the fact that growth in recent years has been significantly lower than the historical growth.

Stumps, litter, soil carbon (mineral soils). A model (the Q model) is used to simulate these carbon pools. A new simulation was carried out with litter input from the revised Heureka simulation. In addition, the carbon pools were separated to enable reporting stumps separately from litter and soil carbon. A subsequent level adjustment was also made by comparing the simulated level and reported changes in these carbon pools for the years 2016–2020.

Harvested wood products, HWP. A new calculation based on the harvesting in the new simulation described above was made while maintaining the ratio between wood products and bioenergy as in the original FRL (based on the levels during the reference period 2000–2009).

Other emissions. Emissions of carbon dioxide, nitrous oxide and methane from drained peatland, emissions of nitrous oxide from forest fertilization and emissions of methane and nitrous oxide from fire were calculated as reported averages for the period 2016–2020. Previously, the average for the period 2000–2009 was used.

The corrected reference level for managed forest land has been set at a net removal of -45.6 million tonnes of CO_2 equivalents year^{-1} for the period 2021–2025 without harvested wood products and -49.6 million tonnes of CO_2 equivalents year^{-1} with harvested wood products (Table ES-1). This means that the net removals are 11.2 respectively 10.9 million tonnes of CO_2 equivalents year^{-1} higher than the current FRL and that the technical correction amounts to -11.2 million tonnes of

CO₂ equivalents year⁻¹ without harvested wood products and -10.9 million tonnes of CO₂ equivalents year⁻¹ with harvested wood products (Table ES-1).

Net removals in living biomass were -20.3 million tonnes CO₂ year⁻¹ for the period 2021–2025. This is 9.9 million tonnes CO₂ year⁻¹ lower than in the original reference level, reflecting the effect of lower growth compared to the historical growth rate used in the original reference level. Harvested wood products contribute to the reference level with a net removal of -4.1 million tonnes CO₂ year⁻¹. Compared to the original reference level, removal in HWP is lower, especially for sawn wood products. This is an effect of the simulated harvest for the corrected reference level being lower than in the original reference level.

The net removal in dead wood is lower in the corrected reference level than in the original one, which may be due to the fact that the carbon stock in dead wood at the start of the simulation was lower in the original reference level than in the updated given that the mortality was on the same level.

The carbon pool for stumps, litter and soil carbon on mineral soil in the corrected reference level accounts for a net removal of -33.0 million tonnes of CO₂ year⁻¹ which is 21.6 million tonnes of CO₂ year⁻¹ higher than in the original FRL. The stumps account for a net removal of -7.3 million tonnes of CO₂ year⁻¹ and soil carbon together with the litter for a net removal of -23.9 million tonnes of CO₂. Dead wood and stumps together account for a net removal of -9.0 million tonnes of CO₂ year⁻¹. Other emissions are based on the data used in the climate reporting and which represent the period 2016–2020 and are therefore almost identical to the reported values 2021–2023.

Over the years of the current commitment period (2021–2023), total net removals for managed forest land have averaged -31.6 million tonnes of CO₂ equivalents per year excluding harvested wood products and -36.6 million tonnes of CO₂ equivalents per year including harvested wood products (Figure ES-1). With these levels of observed and reported net removals, managed forest land will result in an emission debt of 13.9 million tonnes of CO₂ equivalents per year excluding harvested wood products and 12.9 million tonnes of CO₂ equivalents per year including harvested wood products for the period 2021–2025.

The final accounting for the entire LULUCF sector also depends on the development of other LULUCF accounting categories and the possibility of using the available flexibilities in the LULUCF sector.

The technical correction presented here is a preliminary calculation based on an analysis of the current reference level and the latest climate reporting. Further analyses and corrections will be necessary for the final reporting for the period 2021–2025 to be made in 2027. It is therefore appropriate to carry out an analysis also along with the 2026 reporting in order to prepare for the final correction in 2027.

Table ES-1. Carbon pools and other emissions in the reference level for managed forest land 2021–2025. Original FRL, corrected FRL (FRL_{korr}) and technical correction (TC). Negative values (-) represent net removals of carbon dioxide from the atmosphere.

[1000 tonne CO ₂ -equivalents]	FRL	FRL _{korr}	TC
Living biomass, total	-30 236	-20 321	
<i>Timber production land (ca 21 300 kha)</i>	-15 127	-10 977	
<i>Productive forest land protected from forestry (ca 2 100 kha)</i>	-7 307	-6 109	
<i>Improductive forest land (ca 4 000 kha)</i>	-3 816	-2 493	
<i>Small trees (DBH<10 cm)</i>	-3 986	-742	
Dead wood, total	-2 728	-9 028	
<i>Lying and standing dead wood</i>	-2 728	-1 762	
<i>Stumps*</i>		-7 266	
Litter and soil carbon (mineral soils)*	-8 644	-23 941	
Organic soils (CO ₂ +DOCK)	5 855	6 370	
Drained organic soils (N ₂ O, CH ₄)	1 310	1 219	
Harvested wood products (HWP), total	-4 373	-4 066	
<i>Sawn wood</i>	-3 479	-3 210	
<i>Wood based panels</i>	185	169	
<i>Paper and paper products</i>	-1 079	-1 025	
Fertilization (N ₂ O)	23	20	
Mineralization (N ₂ O)	0	0	
Indirect emissions (N ₂ O)	4	3	
Biomass burning (CO ₂ , N ₂ O, CH ₄)	69	14	
TOTALT WO HWP	-34 348	-45 554	-11 206
TOTALT WITH HWP	-38 721	-49 620	-10 899

* In FRL, stumps were aggregated with litter and soil carbon since the Q-model previously did not separate these carbon pools

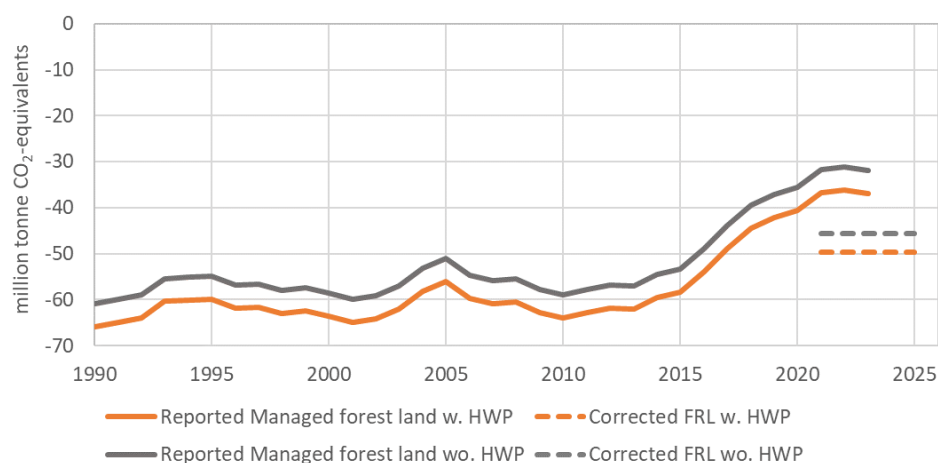


Figure ES-1. Annual reporting of Managed forest land 1990–2023 with and without harvested wood products (HWP) and corrected reference level (FRL_{korr}) for Managed forest land 2021–2025. Negative values (-) represent net removals of carbon dioxide from the atmosphere.

1. Inledning

Enligt gällande internationella överenskommelser på klimatområdet måste alla länder rapportera utsläpp av växthusgaser. Utsläppen redovisas årligen till UNFCCC och, för EU:s medlemsländer, också till EU-kommissionen. Utsläpp och upptag av växthusgaser delas upp i fem sektorer: Energi, Industriprocesser och produktanvändning (IPPU), Jordbruk, Markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk (Land use, Land use change and Forestry, LULUCF) och Avfall.

Inom EU regleras ländernas rapportering och bokföring i förhållande till EU:s övergripande klimatmål i ett flertal förordningar. LULUCF-förordningen från 2018 (EU) 2018/841 beskriver bokföringsregler för LULUCF för perioden 2021–2025. Ursprungligen skulle samma regler gälla även perioden 2026–2030 men en reviderad LULUCF-förordning antogs 2023 (EU) 2023/839 där omfattande förändringar både vad gäller åtagandet och bokföringen för LULUCF-sektorn infördes för perioden 2026–2030. Denna rapport rör dock de regler som gäller perioden 2021–2025.

Reglerna för perioden 2021–2025 innebär att varje medlemsstat har ett åtagande om att de totala bokförda nettoupptagen av växthusgaser från skog och markanvändning under perioden 2021–2025 inte ska utgöra en bokförd utsläppskälla. Bokföringen av de ingående aktiviteterna sker relativt olika referensnivåer. För skog används en referensnivå som varje medlemsstat själv beräknat och som därefter granskats och fastställts genom Kommissionens delegerade förordning (EU) 2021/268.

Eftersom referensnivån för skog baseras på en prognos över utvecklingen givet vissa fastställda förutsättningar och den information som fanns tillgänglig då referensnivån beräknades, inkluderar LULUCF-förordningen en möjlighet att göra tekniska korrigeringar av referensnivån. Utgångspunkten är att garantera att de metoder och data som används för att fastställa den föreslagna referensnivån för skog stämmer överens med dem som används i rapporteringen av brukad skogsmark.

Ett flertal metodförbättringar har genomförts i Sveriges årliga rapportering sedan referensnivån för skog antogs 2021. Dessutom har gradvisa förändringar i naturgivna förutsättningar inneburit att tillväxten de senaste åren påverkats negativt av framför allt torka och angrepp av skadegörare. Det finns därför behov av att göra

tekniska korrigeringar av referensnivån vilket Naturvårdsverket påtalat i en skrivelse till Regeringskansliet den 2 april 2024 (dnr KN2024/00791).

En slutlig korrigering av referensnivån behöver göras senast vid den slutliga avräkningen av måluppfyllelse som ska ske för perioden 2021–2025 i mars 2027. Det finns dock ett behov av att redan idag möjliggöra en rättvisande jämförelse mellan den årliga redovisningen och referensnivån för att identifiera behov av att förstärka sänkan eller minska utsläppen för måluppfyllnad. En analys av behov och beslut om eventuella åtgärder ska på så sätt kunna utgå från så bra underlag som möjligt.

Regeringen beslutade därför den 28 november 2024 att ge Sveriges Lantbruksuniversitet i uppdrag att genomföra analyser och förbereda tekniska korrigeringar av referensnivån för skog för perioden 2021–2025 i enlighet med artikel 8.11 i Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2018/841, uppdraget återfinns i bilaga A.

Denna rapport är SLU:s redovisning av detta uppdrag.

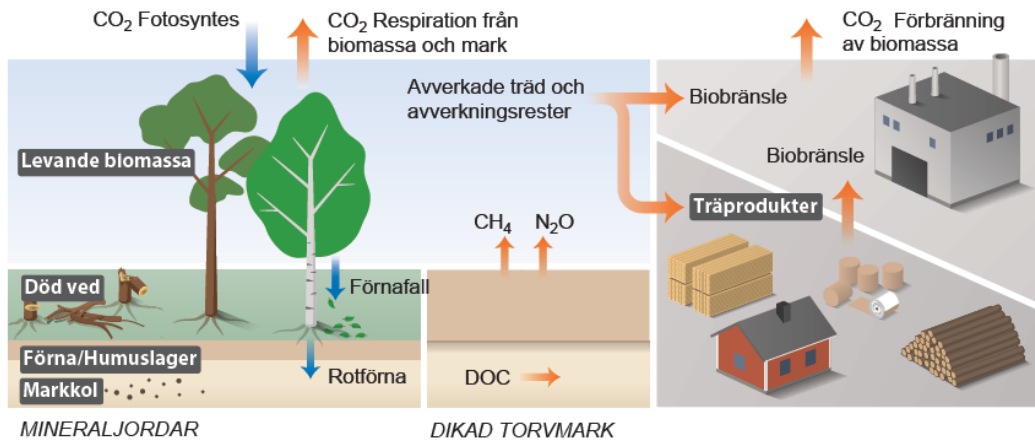
1.1. Rapportering av LULUCF

LULUCF-rapporteringen omfattar förändringar i kolförråd i levande biomassa, död ved (inkluderar stubbar), förna (inkluderar förna och markens humuslager) och markkol (Figur 1). I LULUCF-sektorn redovisas också växthusgasutsläpp från skogsgödsling, utsläpp av växthusgaser från dränerad mark (CO₂, N₂O, CH₄), utsläpp från torvproduktionsmark och producerad odlingstorv (CO₂, N₂O, CH₄), utsläpp av lustgas (N₂O) från mineralisering, utsläpp från bränder i skog samt inlagring av kol i trä- och pappersprodukter där kolet binds en kortare (papper) eller längre tid (sågade trävaror). Rapporteringen regleras inom EU av styrningsförordningen, (EU) 2018/1999.

För LULUCF redovisas förändringar i kolförrådet bara för brukad mark, dvs. skogsmark (omfattar såväl virkesproduktionsmark som formellt skyddad mark och improduktiv skogsmark), åkermark, betesmark och bebyggd mark. Det innebär att brukad skogsmark har en bredare tolkning än vad som normalt används i skogsbrukssammanhang. Markanvändningsförändringar hanteras i övergångsklasser där utsläpp och upptag redovisas under en 20-årig övergångsperiod innan marken övergår till att rapporteras i den nya markanvändningsklassen. Detta ger totalt 36 markanvändningskategorier.

LULUCF-rapporteringen utgör grunden för de bokföringskategorier som används för bokföring av LULUCF perioden 2021–2025 och som beskrivs i följande avsnitt.

Metoderna som används för att skatta arealer, markanvändningsförändringar och utsläpp och upptag av koldioxid och andra växthusgaser beskrivs i Sveriges inventeringsrapport (Naturvårdsverket 2025).



Figur 1. Figuren visar kolets kretslopp i förhållande till de kolpooler (vit text med grå bakgrund) som redovisas i klimatrapporeringen. Kolförrådsförändringar som rapporteras representerar skillnaden mellan inflödet och utflödet av kol för en kolpool. För kolpoolen levande biomassa representerar kolförrådsförändringen skillnaden mellan upptag genom fotosyntes och utsläpp på grund av respiration, avverkning och naturlig avgång.

1.2. Bokföring av LULUCF 2021–2025

För perioden 2021–2025 finns för första gången ett specifikt åtagande för LULUCF inom EU på medlemsstatsnivå. Åtagandet innebär att sektorn inte får generera några bokförda nettoutsläpp, givet bokföringsprinciperna nedan, för perioden 2021–2025. Bokföringsreglerna, dvs. hur mycket av rapporterade nettoupptag eller utsläpp som räknas med i ländernas bokföring, skiljer sig åt mellan rapporteringskategorierna, se artikel 6–8 i (EU) 2018/841 och motsvarande justeringar i (EU) 2023/839. Reglerna beskrivs i avsnitt 1.2.1 till 1.2.4.

1.2.1. Beskogad mark och avskogad mark

Beskogad mark är mark som konverteras från åkermark, betesmark, våtmark, bebyggd mark eller övrig mark till skogsmark. Avskogad mark innebär det omvända, dvs. mark som konverteras från skogsmark till åkermark, betesmark, våtmark, bebyggd mark eller övrig mark. Enligt det ramverk som används inom klimatrapporeringen idag (Naturvårdsverket 2025) redovisas marken i konverteringsklasserna i 20 år. Därefter redovisas den i den klass den konverterats till.

Artikel 6 i förordning beskriver bokföringen av beskogad mark och avskogad mark. Text nedan från reviderad förordning (EU) 2023/839:

” 1. Medlemsstaterna ska bokföra utsläpp och upptag från beskogad mark och avskogad mark, beräknade som de totala utsläppen och totala upptagen för vart och ett av åren under perioden 2021–2025.

2. Genom undantag från artikel 5.3, och senast 2025, får en medlemsstat, när markanvändning har konverterats från åkermark, betesmark, våtmark, bebyggd mark eller övrig mark till skogsmark, upp till 30 år efter dagen för den konverteringen, ändra kategoriseringen av sådan mark från mark som konverterats till skogsmark, till skogsmark som fortfarande är skogsmark, om en sådan ändring är vederbörligen motiverad på grundval av IPCC:s riktlinjer”

Med ändringarna av bokföringsreglerna för LULUCF (EU) 2018/841 genom den reviderade förordningen (EU) 2023/839, gäller dessa bokföringsregler av beskogad mark och avskogad mark endast perioden 2021–2025. För avskogad mark och beskogad mark bokförs alltså hela nettoupptaget eller nettoutsläppet för perioden 2021–2025.

En viktig skillnad jämfört med aktiviteterna beskogning och avskogning under Kyotoprotokollet är att beskogad mark och avskogad mark enligt LULUCF-förordningen verkar inkludera all konvertering till och från skogsmark så som den redovisas i den årliga rapporteringen, medan beskogning och avskogning definierades för Sverige avgränsades att omfatta endast konvertering till och från brukade markanvändningskategorier (jordbruksmark, betesmark och bebyggd mark). Konverteringar från våtmark och övrig mark till skogsmark och vice versa som observeras inom Riksskogstaxeringen beror på naturliga processer. Om samma principer tillämpas som under Kyotoprotokollet bör dessa konverteringar exkluderas från bokföringen.

1.2.2. Brukad skogsmark

Brukad skogsmark är mark som i klimatrapporeringen är mark som hör till kategorin ”skogsmark som förblir skogsmark” (Forest land remaining forest land). Detta avser i princip permanent skogsmark men den berörda markarealen ökar när mark som varit beskogad i 20 år överförs till den permanenta klassen och minskar när skogsmark konverteras till annan markanvändning.

Artikel 8 (framförallt paragraf 1 och 2) beskriver bokföringen av brukad skogsmark. Text nedan från reviderad förordning (EU) 2023/839:

”1. Varje medlemsstat ska bokföra utsläpp och upptag från brukad skogsmark, vilka ska beräknas som utsläpp och upptag under perioden 2021–2025 minus det värde som erhålls genom att den berörda medlemsstatens referensnivå för skog multipliceras med fem.

2. Om resultatet av den beräkning som avses i punkt 1 i den här artikeln är negativt i förhållande till en medlemsstats referensnivå för skog ska den berörda medlemsstaten i sin bokföring för brukad skogsmark inkludera totala nettoupptag motsvarande högst 3,5 % av den medlemsstatens utsläpp under basåret, eller den tidsperiod som anges i bilaga III, multiplicerat med fem.

Nettoupptag till följd av kolpooler av död ved och avverkade träprodukter, utom den kategori av papper som avses i artikel 9.1 a, inom markbokföringskategorin brukad skogsmark ska inte omfattas av denna begränsning.”

Paragraf 4 och 5 ger information om referensnivån:

”4. Medlemsstaterna ska fastställa sin referensnivå för skog baserat på de kriterier som anges i avsnitt A i bilaga IV. För Kroatien kan referensnivån för skog, utöver de kriterier som anges i avsnitt A i bilaga IV, också ta hänsyn till ockupationen av dess territorium samt krigstids- och efterkrigsomständigheter som hade en påverkan på skogsbruket under referensperioden.

5. 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.”

Innebörden av dessa regler är att bokförda utsläpp för brukad skogsmark beräknas relativt denna särskilt fastställda referensnivå (FRL) som baseras på hur skogsbruket bedrevs perioden 2000–2009. Dessutom begränsas bokföringen för de flesta kolpoolerna med ett tak (2,5 miljoner ton CO₂-ekvivalenter). För död ved och långlivade träprodukter finns ingen begränsning, vilket skapar större incitament för att öka inlagringen i dessa kolpooler.

1.2.3. Brukad åkermark, betesmark och våtmark

Brukad åkermark är 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. Brukad betesmark är mark 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. Våtmark är bara obligatorisk i bokföringen från 2026 men avser mark 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.

Artikel 7 (framförallt paragraf 1 och 2) beskriver bokföringen av brukad åkermark, betesmark och våtmark. Text nedan från reviderad förordning (EU) 2023/839:

”1. Varje medlemsstat ska bokföra utsläpp och upptag från brukad åkermark, beräknade som utsläpp och upptag under perioden 2021–2025 minus det värde som erhålls genom att medlemsstatens genomsnittliga årliga utsläpp

och upptag från brukad åkermark under basperioden 2005–2009 multipliceras med fem.

2. Varje medlemsstat ska bokföra utsläpp och upptag från brukad betesmark, beräknade som utsläpp och upptag under perioden 2021–2025 minus det värde som erhålls genom att medlemsstatens genomsnittliga årliga utsläpp och upptag från brukad betesmark under basperioden 2005–2009 multipliceras med fem.

3. Under perioden 2021–2025 ska varje medlemsstat som inkluderar brukad våtmark i sina åtaganden bokföra utsläpp och upptag från brukad våtmark, beräknade som utsläpp och upptag under den perioden minus det värde som erhålls genom att medlemsstatens genomsnittliga årliga utsläpp och upptag från brukad våtmark under basperioden 2005–2009 multipliceras med fem.”

4. Under perioden 2021–2025 ska de medlemsstater som i enlighet med artikel 2.2 har valt att inte inkludera brukad våtmark i sina åtaganden dock till kommissionen redovisa de utsläpp och upptag från 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.”

Innebörden av dessa regler är att brukad åkermark, betesmark och våtmark bokförs genom att jämföra det aktuella nettoupptaget eller nettoutsläppet under åtagandeperioden med motsvarande nettoupptag/nettoutsäpp för perioden 2005–2009.

1.2.4. No-debit rule och avräkning mot åtagandet 2021–2025

Artikel 4 (framförallt paragraf 1 och 2) beskriver åtagandet inom LULUCF-sektorn. Text nedan från reviderad förordning (EU) 2023/839:

”1. För perioden 2021–2025 ska varje medlemsstat, med beaktande av den flexibilitet som föreskrivs i artiklarna 12, 13 och 13a, säkerställa att utsläppen av växthusgaser inte överstiger upptagen av växthusgaser, beräknade som summan av de totala utsläppen och de totala upptagen inom dess territorium i alla de markbokföringskategorier som avses i artikel 2.1.”

Detta specifika åtagande för LULUCF innebär i praktiken att sektorn inte får generera några bokförda nettoutsäpp perioden 2021–2025, givet bokföringsprinciperna ovan. Eventuellt överskott, dvs. bokfört nettoupptag, får användas i begränsad omfattning för att balansera underskott i andra sektorer för att klara målet i den icke-handlande sektorn (ESR, Effort Sharing Regulation), (EU) 2018/842 och 2023/857. För Sveriges del får högst 2,45 miljoner ton CO₂ användas

under perioden 2021–2025. Ett underskott, måste balanseras av överskott i andra sektorer eller genom handel.

Flexibiliteter och mekanism för naturliga störningar

LULUCF-förordningen innehåller två s.k. flexibiliteter som medlemsstaterna kan använda för att uppnå sitt åtagande. Den ena omfattar möjligheten att överlåta bokförda överskott i LULUCF till en annan medlemsstat (Artikel 12.2). Den andra är en flexibilitet för brukad skogsmark som gäller under perioden 2021–2025 och innebär att medlemsstater kan få kompensation för bokförda underskott inom brukad skogsmark. För att kunna få sådan kompensation krävs att de totala utsläppen inom LULUCF-sektorn i EU inte överstiger de totala upptagen inom LULUCF-sektorn under perioden 2021–2025. Kompensationen är begränsad till fastställda nivåer som för Sveriges del innebär att maximalt 23,75 miljoner ton koldioxidekvivalenter kan användas under perioden 2021–2025 (Naturvårdsverket 2024).

För åtagandeperioden 2021–2025 är det också möjligt att räkna av vissa utsläpp till följd av naturliga störningar på brukad skogsmark och beskogad mark. De utsläpp som får exkluderas är de utsläpp som överstiger en fastställd basnivå som beräknas baserat på historiska utsläpp från naturliga störningar (Naturvårdsverket 2024).

1.3. Teknisk korrigerings

Förordning (EU) 2018/841 som beskriver hur LULUCF-sektorn ska bokföras 2021–2025 innehåller information i artikel 8 (paragraf 11) om att medlemsländerna vid behov ska lämna in teknisk korrigerings:

”11. För att säkerställa överensstämmelse i enlighet med punkt 5 i den här artikeln ska medlemsstaterna vid behov till kommissionen överlämna tekniska korrigerings som inte kräver ändringar av de delegerade akter som antagits i enlighet med punkterna 8 och 9 i den här artikeln senast de datum som anges i artikel 14.1.”

Artikel 14 paragraf 1 anger när en teknisk korrigerings senast kan göras (text från (EU) 2023/839):

”1. Senast den 15 mars 2027 för perioden 2021–2025, och senast den 15 mars 2032 för perioden 2026–2030, ska medlemsstaterna överlämna en efterlevnadsrapport, baserad på årliga dataset, till kommissionen om mängden totala utsläpp och totala upptag under den berörda perioden för varje markbokföringskategori som anges i artikel 2.1 a–f för perioden 2021–2025 och i artikel 2.2 a–j för perioden 2026–2030, med tillämpning av de bokföringsregler som fastställs i denna förordning.”

Det finns möjlighet att lämna in tekniska korrigeringar löpande om behov uppstår och de tabeller som lämnas till EU i januari varje år inkluderar denna möjlighet (Annex XX enligt artikel 24 i genomförandeförordningen (EU) 2020/1208).

Den tekniska korrigeringen ändrar inte referensnivån i sig (enligt hänvisningen i artikel 8.8 och 8.9). Med detta avses att den tekniska korrigeringen bara används vid avräkningen för att fastställa bokförda utsläpp och upptag. I praktiken beräknas en ny referensnivå för skog (FRL_{korr}) men eftersom den beslutade referensnivån för skog inte kan ändras beräknas en teknisk korrigering (TC) som skillnaden mellan FRL_{korr} och beslutad referensnivå för skog. Vid avräkningen läggs TC till den beslutade referensnivån för skog så att bokföringen blir korrekt. Den tekniska korrektionen beräknas som:

$$TC = FRL_{korr} - FRL$$

Där: TC = Teknisk korrektion,
 FRL_{korr} = Den omräknade referensnivån och
 FRL = Den fastslagna referensnivån enligt (EU) 2021/268.

1.3.1. Identifiera behov av teknisk korrigering

I artikel 8.11 i LULUCF-förordningen beskrivs att teknisk korrigering ska göras för att säkerställa överensstämmelse enligt artikel 8.5, dvs. att: *”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.”*

I rapporten *Guidance on developing and reporting Forest Reference Levels in accordance with Regulation (EU) 2018/841* (Forsell et al. 2018) beskrivs hur referensnivån för skog kan (rapporten är vägledande och är inget bindande beslut) tas fram och i avsnittet om hur projektioner av nettoupptag ska göras beskrivs även i vilka situationer som teknisk korrigering kan behöva göras. Behovet av teknisk korrigering beror på hur respektive situation hanterades i den ursprungliga referensnivån för skog så det är inte givet hur justeringar ska göras. De olika situationerna som nämns listas nedan tillsammans med beskrivning:

- **Klimat.** Om medlemslandet räknade med effekter (t.ex. tillväxthöjande effekter) av klimatförändringar i referensnivån för skog är det lämpligt att göra en teknisk korrektion med en simulering som bygger på faktiska väderförutsättningar för åtagandeperioden. Tanken är att en medlemsstat varken ska missgynnas eller gynnas av hur tillväxten påverkades av naturliga effekter under åtagandeperioden. Det bör också analyseras om korrektion ska göras för naturligt förändrad nedbrytning av död biomassa och förändrad mortalitet.

- **Area.** Arean för permanent skogsmark förändras genom beskogning som skett för mer än 20 (alternativt 30) år sedan och genom avskogning. Det är därför lämpligt att göra en teknisk korrigering i efterhand givet den faktiska observerade arealen under åtagandeperioden.
- **Startår för simuleringen.** Som grundalternativ i den tekniska vägledningen startar simuleringen av referensnivån för skog 2010, det nämns också att modellerna ska kunna reproducera historiska data. I förordningen finns ingen information om startår, där finns bara information om referensperioden för skogsskötselns intensitet (2000–2009). I vägledningen anges att medlemsländerna kan göra en teknisk korrektion för att hantera eventuella skillnader mellan predikterat och rapporterat nettoupptag från startåret för simuleringen fram till åtagandeperiodens början, t.ex. för perioden 2011–2020 om simuleringen startade 2010. Man lyfter också fram att det kan vara lämpligt att utgå från ett senare, mer representativt skogstillstånd för att bättre spegla åldersrelaterade faktorer.
- **2010–2020.** Antagande för perioden 2010–2020 får inte ändras avseende skötseln jämfört med referensperioden 2000–2009. Detta tolkas som att det gäller om simuleringen startade 2010.
- **Träprodukter (HWP).** Teknisk korrektion för träprodukter är bara aktuell om förutsättningarna för avverkning och därmed inflödet till kolpoolen ändras genom teknisk korrektion av t.ex. levande biomassa.

I slutet av 2024 publicerade European Joint Research Center (JRC) en rapport om teknisk korrigering (European Commission 2024) där man lyfter ett antal konkreta exempel som i grunden tar sin utgångspunkt i de punkter som lyftes i vägledningen (se lista ovan). I rapporten grupperar man exemplen som kan föranleda teknisk korrigering enligt:

- Förändringar i metoden för att beräkna referensnivån för skog
- Förändringar i växthusgasinventeringen såsom
 - Nya kolpooler eller utsläpp av icke CO₂
 - Om modellerna har inbyggd klimatkänslighet kan en korrigering med aktuellt klimat behövas
 - Omräknade data för naturliga störningar
 - Ändrad areal för brukad skogsmark
 - Ändringar i historiska data för träprodukter
 - Andra typer av omräkningar som påverkar indata till referensnivån för skog
- Andra typer av metodmässig inkonsistens.

Utifrån vad som beskrivits ovan ska vid behov teknisk korrigerings göras, åtminstone i samband med slutredovisningen av första åtagandeperioden i Submission 2027. De refererade rapporterna är inte skarpa vägledningar som länderna måste följa och frågeställningar och process för en eventuell teknisk korrigerings kommer sannolikt diskuteras de kommande åren, t.ex. i samband med den årliga inventeringsworkshopen vid JRC. I avsnitt 3.2 redovisas hur de olika aspekterna bör hanteras för teknisk korrigerings av Sveriges referensnivå för skog.

En teknisk korrektion ska vara objektiv och framförallt syfta till ökad metodmässig konsistens mellan rapportering och referensnivån för skog. Genom att det inte finns entydiga riktlinjer finns en risk att teknisk korrektion även görs utifrån subjektiva och strategiska bedömningar. Det är därför viktigt att genomförandet är transparent och i övrigt utförs utifrån rapporteringens grundprinciper. Det är först i samband med granskningen av Submission 2027 som det klargörs vad som slutligen accepteras som teknisk korrigerings.

2. Nuvarande referensnivå för skog

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 i enlighet med LULUCF-förordningen (Ministry for the Environment 2019).

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 gav 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 det första förslaget till referensnivå för skog baserades på det sistnämnda och att ”kontinuerligt hållbar skogsbrukspraxis” enligt förordningen är likställigt med att Sverige ur ett resursperspektiv bedriver en hållbar skogsförvaltning. Därför sattes den relativa avverkningen i referensnivån till 100 % av tillväxten på virkesproduktionsmark. I utvärderingen av ländernas förslag enades man dock slutligen om att avverkningsnivån ska baseras på faktisk avverkning under referensperioden 2000–2009. I det slutliga förslaget till referensnivå sattes den relativa avverkningen (nettotillväxt² dividerat med avverkningen) till 84 % för produktionsskog (virkesproduktionsmark + lämnad hänsyn) vilket motsvarar 77 % för all skogsmark.

2.1. Metodöversikt ursprunglig referensnivå för skog

Nedan beskrivs kortfattat vad som ingick i beräkningarna, vilka modeller och metoder som användes samt vilka data som utgjorde underlag för beräkningarna. För ytterligare information hänvisas till “Revised National forestry accounting plan for Sweden, 2019” (Ministry for the Environment 2019).

² nettotillväxt=bruttotillväxt (total tillväxt) - naturlig avgång

2.1.1. Kolpooler och övriga emissioner

De kolpooler som ingår är: Biomassa ovan jord, biomassa under jord, förna, död ved inklusive stubbar, organiskt kol i mark och avverkade träprodukter (HWP). Samtliga kolpooler följer samma definitioner som i Sveriges rapportering till EU och Klimatkonventionen. Utöver förändringar i kolpooler ingår även utsläpp av växthusgaser för gödsling av skogsmark (lustgas), kväve mineralisering i samband med kolförrådsförändring (lustgas), dränerad mark (koldioxid, lustgas, metan och DOC och brand (koldioxid, lustgas och metan).

2.1.2. Metodik

Skogens utveckling simulerades med Heureka RegVis (Wikström et al. 2011). Heureka RegVis är primärt utvecklat för storskaliga och långsiktiga konsekvensberäkningar och underliggande modeller är baserade på empiriska data. Startvärdet för simuleringen bygger på mätta data från Riksskogstaxeringens permanenta fältprovvytor. Kända träd-, bestånds- och ståndortsvariabler sätter därför grundförutsättningarna för tillväxt och avverkning. 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.

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. Framskrivningarna sker i femårssteg och åtgärder som olika avverkningsformer, föryngring, gödsling och annan skötsel simuleras i varje framskrivningsperiod. I arbetet med den ursprungliga referensnivån för anpassades Heureka RegVis modeller för att bättre motsvara metodiken i den årliga rapporteringen. Tillväxt- och avgångfunktioner för improduktiv skogsmark togs fram och funktionalitet för simulering av ägoslagsförändringar implementerades. I rapporteringen ska arealer för olika markanvändningsklasser och övergångar mellan dessa redovisas (Sveriges lantbruksuniversitet 2018).

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 (Ågren & Bosatta 1996). Den har tidigare använts i flera nationella studier som undersökt kolbalansen i skogen och marken i Sverige (Ågren & Hyvönen 2003., Ågren et al. 2007, Ortiz et al. 2014, Gustavsson et al. 2017). I modellen tillförs marken förna som kohorter³ av döda barr, finrötter, grenar, grova rötter, stubbar, stammar och markvegetation som alla har olika kvalitet initialt. För markkolsmodelleringen aggregerades ytvisa data till regional nivå (4 regioner) innan körningarna med Q-modellen gjordes. Tillförseln

³ En kohort avser här en mängd förna av specifikt ursprung vars nedbrytning följs över tid.

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. 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).

För dränerad organogen mark användes samma beräkningsmetod som i Sveriges klimatrapporering. Den dränerade arealen organogen mark 2010 på brukad skogsmark multipliceras med emissionsfaktorer uppdelat på markens näringsstatus och klimatområde.

Utsläppen från avverkade träprodukter (Harvested Wood Products, HWP) beräknades med samma metod som i rapporteringen till EU och Klimatkonventionen. I simuleringarna av referensnivån antogs att den avverkade volymen timmer och massaved fördelades mellan halvfabrikat (sågade trävaror, träbaserade skivor och pappersprodukter) och energi som under referensperioden 2000–2009 i enlighet med LULUCF-förordningens Annex IV A. Återvinningen av papper antogs motsvara medelåtervinningen av papper inom EU (dit merparten av exporten går) under referensperioden.

Utsläpp av växthusgaser utöver förändringar i kolpooler redovisas i referensnivån för skog enligt följande:

- Utsläpp av lustgas vid gödning av skogsmark baseras på tillförd mängd kväve. Utsläppen som ingår i referensnivån utgörs av de rapporterade genomsnittliga utsläppen av lustgas genom skogsgödning för perioden 2000–2009.
- Utsläpp av lustgas vid mineralisering av kväve i samband med kolförrådsförändring baseras på rapporterade genomsnittliga utsläpp för Skogsmark som förblir skogsmark för perioden 2000–2009.
- För dränerad mark redovisas utsläpp av koldioxid, lustgas, metan och DOC (se beskrivningen ovan för organogen mark).
- Utsläpp av koldioxid, lustgas och metan från brand baseras på rapporterade genomsnittliga utsläpp från skogsbränder för perioden 2000–2009. Eftersom Heureka RegVis inte inkluderar brand räknas även utsläppen av koldioxid med, i klimatrapporeringen inkluderas utsläppen av koldioxid vid brand på förrådsförändring på Riksskogstaxeringens permanenta provtytor.

Simuleringarna baserades på data från Riksskogstaxeringens stickprov som består av permanenta och tillfälliga provtytor. Eftersom rapporteringen av LULUCF-sektorn till EU och Klimatkonventionen baseras på det permanenta stickprovet utnyttjades endast det permanenta stickprovet i simuleringarna.

Beräkningsförutsättningar

Startläget för simuleringen i Heureka utgjordes av Riksskogstaxeringens permanenta ytor mätta mellan 2008–2012. Startåret blir alltså 2010. Samtliga provytor oavsett ägoslag användes i simuleringarna.

Avsatta provytor i form av formellt skyddad eller frivilligt skyddad produktiv skogsmark hanterades separat genom att inga åtgärder tilläts där i simuleringen. All annan mark (virkesproduktionsmark, improduktiv skogsmark, åkermark, betesmark, bebyggd mark, etc.) sattes in i en och samma domän⁴. De åtgärder som kopplats till den domänen tilläts endast på virkesproduktionsmark. Separata simuleringar gjordes för olika styrtabellsområden⁵ 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 83 % av nettotillväxten på virkesproduktionsmark vilket motsvarar kvoten mellan avverkning och tillväxt för perioden 2000–2009. Inställningarna för t.ex. föryngring och gödsling och annan skogsskötsel togs därför i huvudsak från SKA-VB 08 (Skogsstyrelsen 2008), 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 som i tidigare nationella simuleringar av skogsresursens utveckling.

Arealer för de olika markanvändningskategorierna vid startläget styrdes av den ägoslagsbestämning som utförts av Riksskogstaxeringens fältpersonal. En viss justering utfördes som en anpassning till kolrapporteringen. Ägoslagen översattes sedan till kolrapporteringens markanvändningsklasser. Markanvändningsförändringar inkluderas baserat på genomsnittlig konvertering till och från skogsmark för perioden 2000–2009.

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 (Claesson et al. 2015).

Som torvmark räknas mark med torvdjup mer än 30 cm samt att mer än 50 % av ytan täcks av torv.

⁴ Domäner kan beskrivas som olika kategorier av skog beroende på beståndsegenskaper, såsom trädslag eller ålder men kan även skapas baserat på geografisk belägenhet eller andra karaktäristika.

⁵ Styrtabellsområde är det område där en viss uppsättning skötselinställningar gäller.

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.

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 prioritetstal⁶ som i sin tur beräknats med hjälp av markägarnas beteende som det observerats av Riksskogstaxeringen.

Gödsling styrs av en bestämd areal som togs från SKA-VB 08 (Skogsstyrelsen 2008). Även här styr prioritetstal vilka ytor som gödslas.

⁶ Prioritetstal är en parameter som givet provytornas egenskaper avgör vilka ytor som ska påverkas av en viss åtgärd.

3. Revidering av referensnivå för skog – teknisk korrigering

Behovet av teknisk korrigering kan ha att göra med inkonsistens mellan referensnivån för skog och rapportering (avsnitt 3.1 nedan) eller orsaker som har att göra med att andra förutsättningar ändrats (avsnitt 3.2 nedan).

3.1. Identifiera inkonsistens mellan växthusgasrapporteringen och FRL

3.1.1. Kolpooler och utsläpp i referensnivån för skog jämfört med växthusgasrapporteringen

I detta avsnitt jämförs definition och beräkning av kolförrådsförändringar i växthusgasrapporteringen och nuvarande referensnivå för skog. Vissa skillnader kan behöva accepteras med tanke på att referensnivån för skog baseras på modellberäkningar och rapporteringen i huvudsak på mätta data men om skillnaderna är stora ska bokföringen korrigeras genom en teknisk korrigering där skillnader identifierats.

Tabell 1 sammanfattar vilka kolpooler som ingår i rapporteringen och i referensnivån för skog och hur beräkningarna går till. De viktigaste skillnaderna är att små träd beräknas med en konstant i referensnivån för skog och numera genom mätningar (av trend) i växthusgasinventeringen samt att stubbar, förna och markkol som redovisas separat i växthusgasrapporteringen aggregeras i simuleringen med Q-modellen som användes för FRL-beräkningen.

Tabell 1. Kolpooler som ingår i växthusgasrapporteringen (Submission 2025) och beslutad FRL. Definitioner och identifierade skillnader.

	Nettoutsläpp/upptag Växthusgas- rapporteringen	Nettoutsläpp/up ptag FRL	Kommentar, behov av justering
Levande biomassa	Återinventering av biomassaförråd på Riksskogstaxeringens permanenta provytor. Småträäd inkluderas med trendberäkning.	Simuleras med Heureka RegVis. Småträäd ingår som en konstant.	Definitionsmässigt lika. Småträäd behöver justeras i FRL.
Stående och liggande död ved	Återinventering av volym död ved på Riksskogstaxeringens permanenta provytor	Simuleras med Heureka RegVis	Definitionsmässigt lika. Ingen justering behövs.
Stubbar	Inflöde utifrån avverkningsstatistik medan utflöde beräknas med nedbrytning enligt Melin et al. 2009	Ingår i simuleringen med Q-modellen.	Stubbar skapas utifrån avverkning (från inventering eller simulerad). Nedbrytning olika. Eventuellt överlapp med markkol. Justering behövs för att separera stubbar från förna/markkol och för att se till att ingen dubbelräkning förekommer.
Förna	Återinventering av kolförråd på Markinventeringens permanenta provytor	Ingår i simuleringen med Q-modellen	Definitionsmässigt lika. Justering behövs för att separera stubbar från förna/markkol.
Markkol (mineraljord)	Återinventering av kolförråd på Markinventeringens permanenta provytor	Ingår i simuleringen med Q-modellen	Definitionsmässigt lika. Justering behövs för att separera stubbar från förna/markkol.
Markkol (torvjord)	Arealer från Markinventeringen och emissionsfaktorer	Rapporterat genomsnitt 2000– 2009 (Submission 2019).	Definitionsmässigt lika. Uppdatering av historiska data (emissionsfaktorer och arealer) innebär behov av teknisk korrektion.
Gödsling (N₂O)	Arealer från Skogsstyrelsen och emissionsfaktorer.	Rapporterat genomsnitt 2000– 2009 (Submission 2019).	Definitionsmässigt lika. Uppdatering av historiska data kan föranleda teknisk korrektion.
Dränerad mark (N₂O, CH₄)	Arealer från Markinventeringen och emissionsfaktorer	Rapporterat genomsnitt 2000– 2009 (Submission 2019).	Definitionsmässigt lika. Uppdatering av historiska data (emissionsfaktorer och arealer för startperiod för simulering) innebär behov av teknisk korrektion.

Mineralisering (N₂O)	Baseras på markkolsberäkningar	Rapporterat genomsnitt 2000–2009 (Submission 2019).	Definitionsmässigt lika. Bör baseras på simulerade arealförändringar/markkolsberäkningar under åtagandeperioden.
Brand (N₂O, CH₄)	Arealer från Myndigheten för samhällsskydd och beredskap och emissionsfaktorer	Rapporterat genomsnitt 2000–2009 (Submission 2019).	Definitionsmässigt lika men CO ₂ ingår i FRL men inte i rapporteringen där CO ₂ ingår i kolförrådsförändring i biomassa. Uppdatering av historiska (startperiod för simulering) data kan föranleda teknisk korrektion
Träprodukter (HWP)	Baseras på produktionsstatistik från skogsindustrin	Baseras på avverkning från Heureka och fördelning på kategorier 2000–2009	Uppdateras om nya resultat tas fram för trädbiomassa

3.1.2. Jämförelse av nivåer i växthusgasrapporteringen jämfört med referensnivån för skog 2000–2009

Det är också viktigt att identifiera skillnader som beror på hur väl modellerna som används kan simulera verkliga kolförrådsförändringar. I Tabell 2 redovisas upptag och utsläpp för perioden 2000–2009 enligt Submission 2019 (som utgjorde grunden för nuvarande FRL), Submission 2025 och för perioden 2021–2025 för beräknad referensnivå för skog.

I den årliga rapporteringen till klimatkonventionen och EU görs varje år omräkningar som beror på ändringar i metodik eller att de dataunderlag som används för beräkningarna har uppdaterats. Metodförändringar kan innebära att de emissionsfaktorer som används för vissa utsläppskategorier reviderats och föranleder en omräkning även av historiska data. Dataunderlagen som hämtas från de inventeringar som utgör grunden för rapporteringen (Riksskogstaxeringen och Markinventeringen) uppdateras löpande varje år när ett nytt inventeringsår med data läggs till och därför måste antingen några år eller ibland hela tidsserien revideras.

I Tabell 2 syns tydligt effekten av de omräkningar som görs för hela tidsserien för framförallt förna och markkol (mineraljord) genom den stora skillnaden mellan rapporterade värden för Submission 2019 och Submission 2025. Detta föranleder en teknisk korrigerings av de pooler som ingår i simuleringen med Q-modellen.

Skillnaden för levande biomassa 2000–2009 mellan submissionerna beror på ett mindre identifierat fel i underliggande biomassadata men detta påverkar inte

kalibreringen av Heureka-modellen eftersom utgångspunkten är förrådet 2008–2012.

Skillnaderna för förna och markkol beror på omräkningar av hela tidsserien mellan 1990 och 2023. Detta beror på att beräkningen av förändring över tid baseras på en trendberäkning över tre inventeringsomgångar där den sista omgången löpande kompletteras då fler återinventerade ytor från Markinventeringen succesivt tillkommer. I Submission 2025 användes tre kompletta inventeringar (1993–2002, 2003–2012 och 2013–2022).

För torvjordar beror skillnaden både på att arealen har uppdaterats men också på att de emissionsfaktorer som används för att beräkna utsläpp av koldioxid, metan och lustgas har reviderats.

Dessutom används numera växthusgaspotentialer (GWP) enligt IPCC:s fjärde utvärderingsrapport (IPCC 2007) i klimatrapporeringen vilket gör att GWP100 för lustgas ändrats från 298 till 265 och att GWP100 för metan ändrats från 25 till 28. Detta påverkar alla utsläppskällor för metan och lustgas.

Tabell 2. Upptag och utsläpp för perioden 2000–2009 enligt submission 2019, 2025 och framtagna FRL i kton CO₂-ekvivalenter

	Submission 2019 medel 2000–2009	Submission 2025 medel 2000–2009	FRL 2021–2025
Levande biomassa	-30 378	-30 666	-30 236
Stående och liggande död ved	-1 804	-1 817	-2 728
Stubbar	-6785	-8 071	Ingår i markkol
Förna	11 732	-2 608	Ingår i markkol
Markkol (mineraljord)	-14 670	-20 895	Ingår i markkol
Totalt markkol inkl. stubbar och förna	-9 723	-33 392	-8 644
Markkol (torvjord)	5 788	6 478	5 855
Dränerad mark (N ₂ O, CH ₄)	1 217	1 274	1 310
Gödsling (N ₂ O)	20	21	23
Mineralisering (N ₂ O)	0	0	0
Indirekta utsläpp (N ₂ O)	4	3	4
Brand (N ₂ O, CH ₄)	8	8	69*
Träprodukter (HWP)	-8 902	-9 092	-4 373

* I FRL har CO₂ lagts till för brand eftersom brand inte simuleras i Heureka RegVis

3.2. Andra skäl till omräkningar av referensnivån för skog

3.2.1. Klimat

Det var frivilligt att beakta effekter av ett förändrat klimat i modellerna som användes för referensnivån för skog. I den ursprungliga referensnivån för skog som togs fram för Sverige användes en ansats där tillväxten antogs öka med ökad temperatur i linje med RCP4.5.

Regeringen pekar i uppdragstexten (bilaga A) särskilt på att väderbetingade förutsättningar påverkat tillväxten på annat sätt än den ökade tillväxt som ges av RCP4.5 vilket kan leda till revision av referensnivån för skog. Den minskade tillväxt som observerats de senaste 10 åren och särskilt åren efter 2018 har gett en betydligt större minskning i tillväxt än den tillväxtökning som beror på RCP4.5 över den korta period som avses i referensnivån för skog. Den historiska relativa tillväxten, det vill säga löpande tillväxt i förhållande till virkesförrådet, har under de senaste åren legat 0,28 % under medelvärdet för perioden 1985–2020 (Figur 2). I SKA 22 (Eriksson et al. 2022) gjordes simuleringar med och utan klimateffekt. RCP4.5 gav en ökning av den relativa tillväxten med 0.1 % under den första simuleringsperioden och 0,5 % högre i slutet av simuleringsperioden på 100 år.

För att på ett så korrekt sätt som möjligt simulera de verkliga naturgivna förutsättningarna, kan det vara lämpligt att i en slutlig korrigering inte inkludera antagandet om den tillväxthöjande effekten enligt RCP4.5 utan att istället i så stor utsträckning som möjligt, använda faktisk tillväxt. Åtgärder under perioden 2021–2025 kan påverka tillväxten (avverkning, gödsling och andra mänskliga insatser) och därför bör effekter på tillväxten som orsakas av naturliga faktorer särskiljas från andra faktorer (skötseffekter) för att göra det möjligt att använda den observerade tillväxten under åtagandeperioden i referensen.

För att ta hänsyn till den naturliga variationen, dvs. tillväxtförändringar som beror på naturliga förutsättningarna, baseras tillväxt i simuleringen för den tekniska korrektionen i denna rapport på den relativa tillväxten perioden 2016–2020. Möjligheten att i en slutlig korrigering av referensnivån för skog i Submission 2027 ta hänsyn till faktisk tillväxtförändring som beror på naturgivna förutsättningar under åtagandeperioden bör undersökas.

3.2.2. Areal brukad skogsmark

Ansatsen vad gäller areal brukad skogsmark är tydlig. I efterhand måste referensnivån för skog räknas om att motsvara den mark som utgjorde brukad skogsmark i perioden 2021–2025 vilket kan göras först vid den slutliga tekniska korrektionen i Submission 2027. Sverige valde att simulera referensnivån för skog med en dynamisk areal för brukad skogsmark baserat på historisk

markanvändningsförändring och det logiska är således att räkna om referensnivån för skog så att areal brukad skogsmark i referensen följer rapporterad areal under hela perioden. JRC (European Commission 2024) menar att man ska utgå från den areal som var brukad skogsmark 2021–2025 och korrigera referensnivåns areal i efterhand.

Arealen för brukad skogsmark för den tekniska korrektionen baseras i denna rapport på senast redovisade arealen i klimatrapporteringen.

3.2.3. Startår för simuleringen

Simuleringen av den ursprungliga referensnivån för skog för Sverige startar 2010 baserat på underlag från Riksskogstaxeringen för åren 2008–2012. Detta motsvarar grundalternativet i den tekniska vägledningen. Genom att tillståndet i skogen och även redovisade utsläppsnivåer förändrats kraftigt sedan 2010 är det rimligt att starta simuleringen för referensnivån för skog med senast tillgängliga information, i Sveriges fall med senast tillgänglig information från Riksskogstaxeringen. Det gör också att de eventuella förändringar som beror på åtgärder under perioden 2010–2020 inte kommer påverka utfallet i bokföringen eftersom effekten inkluderas i starttillståndet. Detta är också något som lyfts fram i vägledningen för att medlemsländerna ska kunna hantera eventuella skillnader mellan predikterat och rapporterat nettoupptag för mellanperioden. Att utgå från ett senare skogstillstånd kommer bättre spegla de faktorer som avgör utvecklingen framåt.

För att fånga in aktuellt skogstillstånd inklusive aktuell tillväxt utgår simuleringen i denna tekniska korrektion från Riksskogstaxeringen stickprov 2016–2020.

3.2.4. Antaganden för perioden 2010–2020

Inga justeringar behöver göras eftersom simuleringen börjar en senare period, se avsnitt 3.2.3.

3.2.5. Antaganden för avverkade träprodukter

Avverkade träprodukter måste räknas om med avverkningsnivåer från den nya Heurekasimuleringen. Kvoten mellan bioenergi och produkter som fastställs för perioden 2000–2009 ska dock hållas konstant.

3.3. Identifierade behov av teknisk korrigering av referensnivån för skog

En teknisk korrigering ska syfta till att öka konsistensen mellan referensnivån för skog och rapportering under åtagandeperioden så att bokföringen blir så korrekt som möjligt, dvs. att skillnader mellan rapportering och referensnivån för skog bero på vidtagna åtgärder i skogsbruket för att öka nettoupptaget eller som leder till minskat nettoupptag och helst inte förändringar som beror på naturgivna förutsättningar.

Här summeras de tekniska korrigeringar och hur de implementeras i de faktiska beräkningarna som redovisas i denna rapport. I stort handlar det om en ny simulering med Heureka-modellen givet reviderade förutsättningar och de följd effekter det får för andra kolpooler.

3.3.1. Area

Arealen i Heurekasimuleringen sätts till arealen för brukad skogsmark enligt koldatabasen för perioden 2016–2020. Beskogad mark tillkommer med 413 221 ha år⁻¹ för beskogad mark över 20 år och mark försvinner med 346 942 ha år⁻¹ genom avskogning.

3.3.2. Levande biomassa och död ved

Heurekamodellen ger utvecklingen för levande biomassa och död ved.

Tillstånd

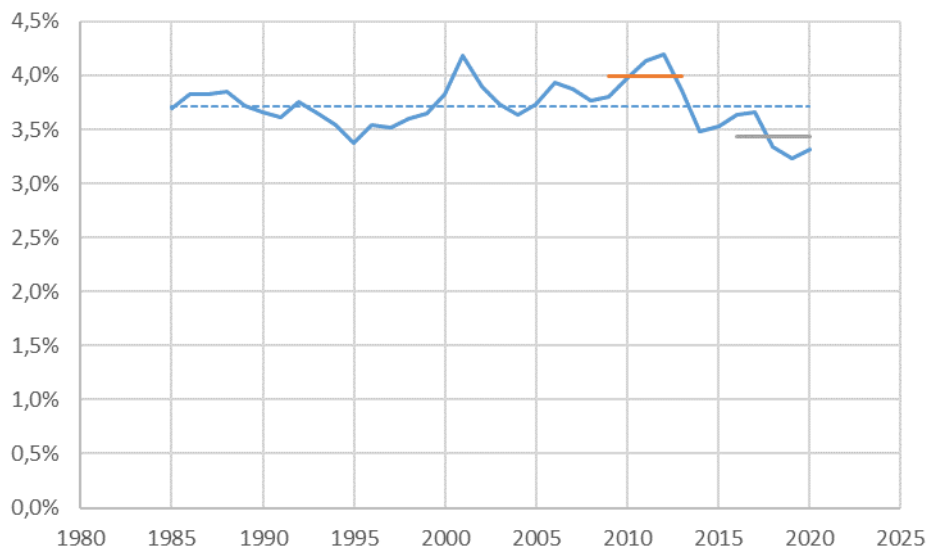
För att ta hänsyn till att de naturgivna förutsättningarna ändrats används koldatabasen för perioden 2016–2020 som starttillstånd i en ny simulering med Heurekamodellen.

Avverkning

Avverkningsnivån tas fram med en simulering av aktuellt starttillstånd och med genomsnittlig historisk tillväxt samt avverkningsintensitet som för perioden 2000–2009, dvs. att 84 % av den tillgängliga tillväxten avverkas på virkesproduktionsmark inklusive hänsyn lämnad vid slutavverkning, vilket motsvarar 77 % av den totala tillväxten på all skogsmark. Detta ger en avverkningsnivå i absoluta tal motsvarande den ursprungliga referensnivån för skog.

Tillväxt

Den historiska relativa tillväxten, det vill säga löpande tillväxt i förhållande till virkesförrådet, har under de senaste åren (2016–2020) legat 0,28 % under medelvärdet för perioden 1985–2020. För att anpassa tillväxten i simuleringarna till den observerade nedgången justerades tillväxtfaktorn i Heureka RegVismodellen ner från 1 till 0.92 vilket betyder att den absoluta tillväxten blev 8 % lägre än icke justerad tillväxt. RCP4.5 tillämpades när referensnivån för skog togs fram och för att säkerställa att tillväxtjusteringen inte påverkats på två olika sätt utan med tillväxtfaktorn enbart har RCP4.5 även använts i den tekniska korrekturen. Figur 2 nedan visar hur den relativa tillväxten förändrats under de senaste 35 åren.



Figur 2. Relativ tillväxt, löpande tillväxt/virkesförråd, på produktiv skogsmark enligt Riksskogstaxeringen (blå), blå streckad linje är medelvärdet för hela tidsserien, orange är femårsmedel för 2009–2013, och grå är femårsmedel för 2015–2019. Formellt avsatta arealer ingår ej före 2003.

Skogsskötsel

Referensen för brukad skogsmark baseras på dokumenterade principer för skogsbruk 2000–2009 och specificeras utifrån inställningar enligt SKA-VB 08 (Skogsstyrelsen 2008) och SKA 15 (Claesson et al. 2015). Samma specifikation används i den uppdaterade simuleringen men med startår 2018 (2016–2020). Det innebär att 87 % av nettotillväxten avverkades på virkesproduktionsmark medan avverkningen sattes till noll på hänsynsytor, frivilliga avsättningar, reservat och improduktiv skogsmark (enligt 1 § Skogsvårdslagen Lag 2008:662).

3.3.3. Stubbar, förna och markkol

Den version av Q-modellen som användes i den ursprungliga FRL-beräkningen aggregerade stubbar, förna och markkol i en kolpool. I syfte att dela upp stubbar från markkol och förna utfördes en utredning som bedömde när en stubbe brutits ned så mycket att den hör till markkolspolen (Josefsson Ortiz & Lundblad 2024).

Eftersom simuleringen av levande biomassa korrigeras måste även simuleringen av markkol, förna och stubbar korrigeras då indata till Q-modellen i form av förna av olika fraktioner beror av utvecklingen av biomassaförrådet och avverkningsnivån.

För att simuleringen med Q-modellen ska bli jämförbar och konsistent med rapporterade siffror görs därför en efterkalibrering genom att justera resultaten i simuleringen med rapporterade data för perioden 2016–2020 i enlighet med IPCC:s rapporteringsriktlinjer från 2006 (IPCC 2006). Kvoten mellan rapporterat och simulerat kolupptag används för att justera simuleringsresultaten framåt i tiden. Ambitionen är att en reviderad Q-modell, kalibrerad mot markinventeringens data ska kunna ge så likartade resultat som möjligt men en skillnad i förändringsskattning på bara någon promille av förrådet kan innebära skillnader på många miljoner ton koldioxid. Orsaker för att simulerade resultat skiljer sig i nivåer med rapporterat beror på att modellen är kalibrerad och testat mot förråd och tidigare rapporterade kolförändringar.

Modellen initierades med en 100 års spin-up-period (jämfört med 20 år i aktuell FRL). Detta var nödvändigt då spin-up-perioden behöver vara längre än det tar för en stubbe att övergå i markkol för att inte påverka mark respektive stubbpoolerna vid utvärderingstiden.

3.3.4. Träprodukter

Träprodukter räknas om med de data som kommer av den uppdaterade Heureka-simuleringen. Samma kvot för bioenergi och produkter som tidigare används.

3.3.5. Övriga utsläpp och upptag

Utsläpp från dränerad torvmark, skogsgödsling, indirekta utsläpp och skogsbränder räknas om med rapporterat medelvärde för perioden 2016–2020.

4. Konverteringsperiod för beskogning

I uppdragsbeskrivningen ingår att SLU även ska ”analysera artikel 6.2 i LULUCF-förordningen och redovisa förslag till tillämpning av artikeln inklusive teknisk korrigering som följer av dess tillämpning”.

Artikeln avser möjligheten att beräkna nettoupptag från beskogad mark med 30 års övergångsperiod istället för 20 år:

”2. Genom undantag från artikel 5.3 får en medlemsstat, när mark konverteras från åkermark, betesmark, våtmark, bebyggd mark eller övrig mark till skogsmark, överföra sådan mark från mark som konverterats till skogsmark till skogsmark som fortfarande är skogsmark, 30 år efter konverteringsdagen, om så är vederbörligt motiverat i enlighet med IPCC-riktlinjerna.”

I grunden handlar detta även om att ändra den ordinarie rapporteringen där konverteringsperioden är 20 år för alla markanvändningskategorier. Ett syfte med att erbjuda denna möjlighet var att skapa starkare incitament för beskogningsåtgärder i länder där skogstillväxten är långsammare. Det var förmodligen också en viktig förhandlingsfråga eftersom man med det nya regelverket inom EU gick ifrån de regler som användes under Kyotoprotokollet, där aktiviteten nybeskogning räknades för all mark som beskogats sedan 1990, dvs. kontinuerlig ackumulering av konverterad areal. Med 20-årsregeln minskar den areal som räknas som beskogad relativt kraftigt jämfört med om Kyotoreglerna skulle kvarstått. Men hänvisningen till IPCC-riktlinjerna innebär också att det bör finnas andra argument än rent bokföringsmässiga för att en ändring ska vara motiverad. Detta tolkas som att förändringen först måste ske i den årliga inventeringen som lämnas till FN och EU varje år innan en ändring kan föranleda en teknisk korrektion av referensnivån för brukad skogsmark.

Beskogad mark avser mark som konverterats från övriga markkategorier till skogsmark. Ackumulering av beskogad mark börjar så långt tillbaka i tiden som det finns data. Ackumuleringen pågår (för närvarande) i 20 år och därefter bokförs marken i kategorin brukad skogsmark. Förordningen öppnar således upp för att ändra tiden i ackumuleringsklassen från 20 till 30 år om det kan motiveras utifrån IPCC:s rapporteringsriktlinjer från 2006 (IPCC 2006). IPCC har definierat sex markkategorier (skogsmark, åkermark, betesmark, bebyggd mark, våtmark och

övrig mark) som ska täcka hela land och sötvattensarealen i ett land. I rapporteringen till UNFCCC rapporteras all areal, men emissioner eller upptag rapporteras normalt enbart för brukad mark. Men i LULUCF-förordningens artikel 2 har man, genom att basera bokföringen på rapporteringskategorierna enligt klimatkonventionen, inkluderat all mark i bokföringen oavsett om den i ordinarie rapportering ansetts som brukad eller ej. Vid ett av de möten som regelbundet ordnas av JRC, där medlemsstaternas inventeringsexperter har möjlighet att dela erfarenheter av att implementera LULUCF-förordningen, nämndes att detta egentligen inte var tanken. Meningen var att kunna följa samma indelning av brukad mark och ej brukad mark som gjorts tidigare. Men eftersom detta inte uttrycks explicit i förordningen har vi i denna analys räknat med alla konverteringar till skogsmark.

För att förstå innebörden med konverteringsklasser kan man gå tillbaka till IPCC:s reviderade rapporteringsriktlinjer från 1996. Dessa riktlinjer var anpassade efter enkla beräkningsrutiner där en areal för en markanvändningskategori multiplicerades med en utsläppskonstant för att beräkna ett utsläpp. Exempelvis utgjorde åkermark som övergivits för 0–20 år sedan en sådan kategori. I IPCC:s rapporteringsriktlinjer för LULUCF från 2003 (IPCC 2003) konstaterades att det var rimligt med en linjär 20 årig konverteringsklass innan markkoelet från en markkategori hade stabiliserats i en jämnvikt för den markkategori marken hade konverterats till. Åter avsågs den enklaste rapporteringsmetoden (Tier 1). Det konstaterades att dessa processer kunde ta längre tid under boreala förhållanden. I IPCC:s rapporteringsriktlinjer från 2006 (IPCC 2006) bekräftas att 20 år kan användas som standard-konverteringsperiod för att biomassa, markkol och föna ska komma i balans i nya kategorin skogsmark. Nytt i 2006 års riktlinjer var således att man även hänvisar till när alla kolpooler är i balans. Är alla kolpooler i balans blir ju nettoupptaget noll. Vi får inte glömma bort att det i IPCC:s vägledning i grunden handlar om en grov s.k. Tier 1 metod. I verkligheten kommer sannolikt kolpooler aldrig vara helt i balans och särskilt inte under en så kort period efter beskogning. Vidare tillämpar Sverige inte Tier 1 utan designbaserad sampling som utgör Tier 3, dvs. den mest avancerade metoden.

Det finns emellertid inga hinder att ta fram och använda en nationell framtagen konverteringstid för land som konverterats (här beskogats) men det finns inget vetenskapligt belägg att anta att en kolpool är i balans efter en så pass kort tid. Under lång tid har alltså 20-årsregeln tillämpats för alla konverteringar mellan markkategorier för flertalet länder under rapportering enligt Klimatkonventionen. Markkonverteringar kunde byggas upp före basåret 1990 dvs. för att få ”rätt fördelning” av markkategorier 1990 var det lämpligt att ackumuleringen startades från 1970 eller tidigare. Vidare, av oklar anledning, bestämdes att konverteringsklasserna skulle utgöra bokföringsenheter där olika marktyper kunde bokföras olika. Enligt Kyotoprotokollet fanns två undantag för 20-årsregeln då

aktiviteten avskogning ackumulerade all mark (från 1990) som konverterats från skogsmark till andra brukade markkategorier och aktiviteten nybeskogning det omvända. I praktiken spelade inte ackumuleringen av avskogning någon roll då de största emissionerna inträffade just vid avskogningstillfället och sedan var emissionerna tämligen stabila. Ackumuleringen av nybeskogad mark innebar att nettoinlagringen i trädbiomassa gradvis ökade och eftersom träd växer relativt sakta i Sverige ansågs kontinuerlig ackumulering bokföringsmässigt fördelaktigt för Sverige. Viktigt var också att aktiviteterna avskogning och nybeskogning bokfördes utan bokföringstak medan aktiviteten skogsbruk bokfördes med ett bokföringstak. Detta tak var satt till ca 2,13 miljonerton CO₂ år⁻¹ i bokfört nettoupptag samtidigt som nettoupptaget under skogsbruk var mycket större. Detta är förklaringen till att det var särskilt fördelaktigt att bokföra större delen av nettoupptaget under nybeskogning än under skogsbruk. Bokföringen av brukad skogsmark begränsas även under perioden 2021–2025 av ett tak vilket analogt med bokföringen under Kyotoprotokollets andra åtagandeperiod skapar incitament för en längre ackumuleringsperiod för beskogad mark. I den kommande bokföringsperioden 2026–2030 är taket borttaget vilket avsevärt minskar den bokföringsmässiga fördelen med 30 i stället för 20 år.

4.1. Räkneexempel

För att bedöma betydelsen av att använda 20 alternativt 30 års konverteringstid i bokföringssammanhang för brukad skogsmark gjorde SLU en mindre undersökning 2021. Beräkningarna utgick från den ordinarie konventionsrapporteringen (övergångsperiod 20 år) som jämfördes med ackumulering enligt Kyotoprotokollet där ackumuleringen började 1990 och 29 år framåt. Samma beräkningsgrund användes för båda skattningarna, dvs. de metoder som används i den ordinarie klimatrapporeringen till EU och FN idag användes för att beräkna kolförrådsförändringar i biomassa, dött organiskt material och markkol. Observera att konverteringar från övrig mark och våtmark till skogsmark inte ingick eftersom de inte ingick i definitionen av nybeskogning enligt Kyotoprotokollet.

Samma beräkningsmodell har använts här men kompletterat med konvertering från våtmark och övrig mark till skogsmark. Eftersom det är okänt hur stor del av den organogena marken (torvjordar) som är dränerad har ett spann räknats fram där de lägre utsläppen innebär en lika stor andel dränerad mark som för skogsmark generellt och den andra att all konverterad mark är dränerad. Sannolikt ligger det någonstans däremellan men att marken är dränerad kan i sig ha lett till att den bedömts vara konverterad.

Med de förutsättningarna landar nettot för beskogad mark i den kalkyl som genomförts här mellan ett nettoupptag på -0,22 miljoner ton CO₂-ekvivalenter och ett nettoutsläpp på 0,19 miljoner ton CO₂-ekvivalenter för 20-års konverteringstid

och mellan ett nettoupptag på -0,15 miljoner ton CO₂-ekvivalenter och ett nettoupptag på -0,59 miljoner ton CO₂-ekvivalenter för 30-års konverteringstid beroende på hur stor andel av marken som bedöms vara dränerad (Tabell 3).

Skillnaden mellan 20- respektive 30 års konverteringstid blev därmed 0,34 till 0,37 miljoner ton CO₂ ökat nettoupptag med en längre konverteringstid. En stor del av ökningen i nettoupptag härleddes till förändring av levande biomassa, men sannolikt kunde skillnaden vara ännu större om inte de unga skogarna börjat gallras. Upptaget i levande biomassa kompenseras av ett utsläpp av markkol. Beakta dock att de presenterad resultaten avser skillnaden under ett specifikt år.

Sammantaget är konsekvenserna av att byta från 20 till 30 års konverteringstid för beskogad mark liten i förhållande till det totala nettoupptaget för brukad skogsmark och motsvarar ca 1 % av nuvarande nettoupptag. Samtidigt innebär skillnaden förstås en direkt konsekvens för bokföringen så konsekvensen relativt övriga bokföringskategorier beror på hur utfallet blir särskilt för brukad skogsmark.

Tabell 3. Nettoupptag/utsläpp för Beskogad mark med 20- respektive 30-års konverteringsperiod. Positiva värden betyder utsläpp, negativa betyder ett upptag.

Nettoupptag/utsläpp 2018 [miljoner ton CO ₂ år ⁻¹]	20 år	30 år	Skillnad**
Levande biomassa	-0,40	-0,89	0,48
Dött organiskt material	-0,06	-0,09	0,03
Markkol, mineraljord	-0,13	-0,16	0,03
Markkol, organogen mark*	0,38– 0,79	0,55– 0,98	-0,17– -0,20
Totalt	-0,22– 0,19	-0,59– -0,15	0,37– 0,34
Areal 2018 [1000 ha]			
Areal fastmark	241	293	52
Areal organogen mark	76	88	12
Total areal	317	381	64

* Spannet som anges avser om all organogen mark är dränerad med dike (högre utsläpp) eller bara en mindre andel i linje med permanent skogsmark (lägre utsläpp)

** En positiv skillnad innebär ett större nettoupptag eller lägre utsläpp medan en negativ skillnad innebär lägre nettoupptag eller ökade utsläpp.

4.2. Diskussion och förtydliganden

Observera att skattningen i räkneexemplet ovan endast representerar ett år eftersom dataunderlaget inte sträcker sig över en längre tidsperiod. Skattningen baseras på tillgängliga underlag och bättre underlag behövs för en säkrare skattning, t.ex. hur den beskogade marken fördelas på olika marktyper.

Konvertering till skogsmark under Kyotoprotokollet avsåg endast brukad mark, men enligt LULUCF-förordningen finns inga tydliga undantag så sannolikt ingår även konvertering från våtmark och övrig mark till skogsmark. Därför lades konvertering av våtmark och övrig mark till i denna analys.

En del av skillnaden för utsläppen från markkol beror på att mark som avger växthusgaser kommer ackumuleras 20 eller 30 år och innebär en större areal i 30-årsklassen vilket gör att utsläppen från mark ökar motsvarande drygt 30 % av det ökade nettoinlagringen i levande biomassa jämfört med 20-årsklassen.

Den redovisade beräkningen är inte en prognos över tänkbart utfall. Det slutliga utfallet beror både på hur mycket mark som beskogas men också på hur mycket mark som redan finns i kategorin och som kommer lämna klassen under bokföringsperioden. Mark kan också lämna kategorin (oavsett övergångsperiod) om marken t.ex. avskogas eller byter ägoslag av annan anledning.

Möjligheten att välja 20 eller 30 års övergångsperiod är en politisk kompromiss. Det finns inget vetenskapligt stöd för att välja det ena eller andra och den generella övergångsperioden på 20 år som föreskrivs av IPCC är ursprungligen en grov förenkling för att särskilja ungskogar från äldre skogar i metodriktlinjerna.

Riksskogstaxeringen definierar skogsmark enligt FAO. För att registrera en ägoslagsförändring i Riksskogstaxeringen krävs enbart att FAO-definitionen uppfylls (i praktiken behöver det inte finnas träd på provytan) och att ingen annan markanvändning är dominerande på provytan. Från den inventering som provytan byter ägoslag betraktas ytan vara skogsmark. Skogsmark täcker in en mycket stor variation i skogs och marktyper och i inventeringen och rapporteringen görs ingen skillnad om eller när marken beskogades eller om den alltid varit skogsmark. Regeln om övergångstid på 20 år blir därmed bara en allokeringsfråga för rapporteringen.

Givet de underlag som finns tillgängliga lämnas ingen rekommendation om att välja 20 eller 30 år som övergångsperiod eftersom det inte kan styrkas vetenskapligt. En grundläggande genomgång av när marken kan betraktas ha nått en ny balans (om detta bedöms vara vägledande) skulle sannolikt leda till betydligt längre övergångsperioder i storleksordning med en omloppstid.

En ändring till från 20 år till 30 år påverkar nuvarande arbete med att ta fram inventeringen men är att betrakta som arbete av teknisk natur. Att utföra förändringen innebär initialt en kostnad för att implementera ändringen i de databaser som genererar rapporteringsunderlaget. Bedömningen är att detta motsvarar en arbetsinsats av ca 2–3 veckor. Om ändringen ska införas i Submission 2026 bör ett beslut fattas omgående. Då kan ändringsarbetet utföras redan när datahanteringen påbörjas under våren/sommaren. Tidsschemat för rapporteringen påverkas sannolikt inte av detta.

5. Resultat och diskussion

Starttillståndet för simuleringen för den korrigerade referensnivån (FRL_{kor}) representerar perioden 2016–2020. Först simulerades avverkningen som en andel av genomsnittlig tillväxt. Den relativa avverkningen på brukad skogsmark var 77 % (samma relativa avverkning som i den ursprungliga referensnivån) och resulterade i en avverkning på 83,2 miljoner m^3sk^7 på brukad skogsmark för perioden 2021–2025. Tillväxten för simuleringen av den korrigerade referensnivån baserades på den relativa tillväxten 2016–2020 vilken var 0,28 % under normaltillväxt och uppgick till 101,5 miljoner m^3sk 2021–2025 (Tabell 4).

Tabell 4. Avverkning och tillväxt från Riksskogstaxeringen för referensperioden 2000–2009, startperioden för den nya Heureka-simuleringen 2016–2020 och för åtagandeperioden 2021–2025 för FRL och den korrigerade FRL (FRL_{kor}).

[miljoner m^3sk]	Observerad		FRL	FRL_{kor}
	2000– 2009	2016– 2020	2021– 2025	2021– 2025
Avverkning brukad skogsmark				
Produktionskog (ex. röjning)	77,2	82,7	84,7	83,1
Avsatt mark formellt och frivilligt	0,2	0,6	0	0
Improduktiv skogsmark	0,05	0,10	0,05	0,07
Totalt	77,4	83,4	84,8	83,2
Nettotillväxt (bruttotillväxt - naturlig avgång)				
Produktionskog inkl hänsyn	95,0	97,1	101,2	94,7
Avsatt mark formellt och frivilligt	6,4	5,0	6,0	4,9
Improduktiv	2,5	3,0	2,6	1,9
Totalt	103,9	105,1	109,8	101,5
Relativ avverkning (avverkning/nettotillväxt)				
Produktionsskog	0,81	0,85	0,84	0,88
Totalt brukad skogsmark	0,74	0,79	0,77	0,81
Annan avverkning				
Röjning	1,4	1,6	3,8	2,8
Avskogning*	1,1	1,1	1,7	1,7
Annan markanvändning	1,6	1,3	1,6	1,6
Döda träd	2,5	4,2	2,5	2,5
Total avverkning	82,9	90,5	91,8	90,1

*ingår i avverkning på brukad skogsmark

⁷ m^3sk , skogskubikmeter. Måttet innefattar trädens hela stamvolym ovanför normal stubbhöjd vilket innebär att såväl topp som bark räknas med. Dock ingår ej grenar, stubbar eller rötter.

Den totala arealen brukad skogsmark (28 161 kha) var något högre än i den ursprungliga referensnivån genom att mindre mark lämnat brukad skogsmark (avskogning) än vad som tillkommer (beskogning). Den mark som årligen tillkommer är brukad åkermark, brukad betesmark eller tidigare bebyggd mark som beskogats 20 år tidigare medan den mark som lämnar brukad skogsmark avskogas till åkermark, betesmark eller bebyggd mark. Båda beräknas utifrån ett genomsnitt för perioden 2000–2009. Länderna har i efterhand möjlighet att korrigera resultaten baserat på den verkliga utvecklingen av förändrad markanvändning under perioden 2021–2025. Givet antagandet att konvertering från våtmark och övrig mark ingår i beskogad mark kan övergång till och från dessa ägoslag behöva inkluderas i en slutlig teknisk korrektion. Det handlar dock om obetydliga nettoarealer (lika stora arealer tillkommer som försvinner) och därmed marginella upptag och utsläpp.

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.

Den korrigerade referensnivån (FRL_{kor}) för brukad skogsmark har fastställts till ett nettoupptag på -45,5 miljoner ton CO_2 -ekvivalenter år^{-1} för perioden 2021–2025 utan träprodukter och -50,7 miljoner ton CO_2 -ekvivalenter år^{-1} med träprodukter (Tabell 5). Det betyder att nettoupptaget är 11,1 respektive 12,0 miljoner ton CO_2 -ekvivalenter år^{-1} större än i den ursprungliga referensnivån. Den tekniska korrektionen för referensnivån för brukad skogsmark uppgick därmed till -11,1 respektive -12,0 miljoner ton CO_2 -ekvivalenter år^{-1} (Tabell 5).

Efter teknisk korrektion blev nettoinlagringen i levande biomassa -20,3 miljoner ton CO_2 år^{-1} för perioden 2021–2025. Det är 9,9 miljoner ton CO_2 år^{-1} lägre än i den ursprungliga referensnivån vilket avspeglar effekten av att en lägre relativ tillväxt användes för beräkningen av den korrigerade referensnivån jämfört med den historiska tillväxtnivån som användes i den ursprungliga referensnivån.

Det är dock högre än genomsnittet för åren 2021–2023 i den senaste utsläppsstatistiken som redovisats till EU där nettoinlagringen i levande biomassa är -2,0 miljoner ton CO_2 . Det betyder att levande biomassa för närvarande (för de tre första åren i åtagandeperioden) bidrar med ett bokfört underskott.

Avverkade träprodukter bidrar i den korrigerade referensnivån med en nettoinlagring på -4,1 miljoner ton CO_2 år^{-1} . Jämfört med den ursprungliga referensnivån är nettoinlagringen i träprodukter 0,3 miljoner ton CO_2 år^{-1} lägre, vilket mestadels beror på en högre nettoinlagring i sågade trävaror. Detta är mestadels en effekt av att den simulerade avverkningen för den korrigerade referensnivån är något lägre än i den ursprungliga referensnivån (Tabell 4).

Nettoinlagringen i död ved är lägre i den korrigerade referensnivån än i den ursprungliga vilket kan bero på att startförrådet (2008–2012) i den ursprungliga referensnivån var lägre än starttillståndet i den nya simuleringen (2016–2020),

vilket resulterade i en snabbare förrådsuppbyggnad givet att mortaliteten var densamma för båda perioderna.

Kolpoolen för stubbar, förna och markkol på mineraljord som simuleras med Q-modellen räknades om med resultaten från Heureka. Därefter gjordes en efterkalibrering för att korrigera för att den rapporterade nettoinlagringen i dessa kolpooler räknats om sedan den ursprungliga referensnivån togs fram. Stubbar, förna och markkol på mineraljord står i den korrigerade referensnivån sammantaget för en nettoinlagring på -33,0 miljoner ton CO₂ år⁻¹ vilket är 22,6 miljoner ton CO₂ år⁻¹ mer än i den ursprungliga referensnivån för skog. Stubbarna står för en nettoinlagring på -7,3 miljoner ton CO₂ år⁻¹ medan markkol tillsammans med förna står för en nettoinlagring på -23,9 miljoner ton CO₂ år⁻¹. Död ved och stubbar står tillsammans för en nettoinlagring på -9,0 miljoner ton CO₂ år⁻¹.

Övriga emissioner baseras på de data som används i klimatrapporteringen och som representerar perioden 2016–2020 och skillnader jämfört med den ursprungliga referensnivån beror på omräkningar i den ordinarie klimatrapporteringen. Bland annat är CO₂-utsläppen från dränerade marker högre än tidigare på grund av uppdaterade emissionsfaktorer för dränerad torvmark.

Det rapporterade totala nettoupptaget för brukad skogsmark åren 2021–2023 har i genomsnitt uppgått till -31,6 miljoner ton CO₂-ekvivalenter år⁻¹ utan träprodukter och -36,6 miljoner ton CO₂-ekvivalenter år⁻¹ med träprodukter (figur S-1). En preliminär bokföringsberäkning för brukad skogsmark baserad på rapporterade data för 2021–2023 samt korrigerad referensnivå resulterar i ett bokfört underskott för brukad skogsmark på 13,9 miljoner ton CO₂-ekvivalenter år⁻¹ utan träprodukter och 12,9 miljoner ton CO₂-ekvivalenter år⁻¹ med träprodukter.

Den slutliga bokföringen för hela LULUCF-sektorn beror på utvecklingen inom andra bokföringskategorier inom LULUCF samt möjligheten att använda s.k. flexibiliteter inom LULUCF-sektorn.

Den viktigaste orsaken till skillnaden mellan den korrigerade referensnivån och rapporterade värden 2021–2023 är sannolikt att den verkliga tillväxten är ännu lägre än den simulerade (som representerar femårsperioden 2016–2020). Detta resulterar i en rekordlåg rapporterad nettoinlagring i levande biomassa.

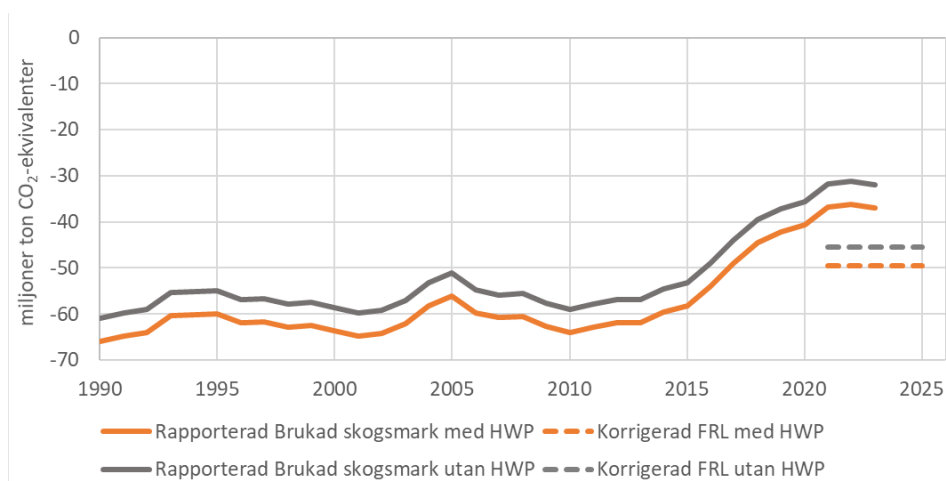
Huruvida en teknisk korrektion kan göras för att i ännu högre grad fånga in naturliga variationer i tillväxt behöver analyseras vidare och senast i samband med den slutliga tekniska korrektionen som ska lämnas in 2027.

Den tekniska korrigerings som presenteras här är en preliminär beräkning baserat på en analys av nuvarande referensnivå och den senaste klimatrapporteringen. Ytterligare analyser och korrigeringar kommer vara nödvändiga inför den slutliga redovisningen för perioden 2021–2025 som ska göras 2027. Det är därför lämpligt att göra en analys även i samband med 2026 års rapportering för att förbereda för den slutliga korrigeringen 2027.

Tabell 5. Kolpooler och andra emissioner i referensnivån för brukad skogsmark 2021–2025. Ursprunglig FRL, korrigerad FRL (FRL_{korr}) och teknisk korrektion (TC). Negativa värden (-) representerar nettoupptag av koldioxid från atmosfären.

[kt CO ₂ -ekvivalenter år ⁻¹]	FRL	FRL _{korr}	TC
Levande biomassa, totalt	-30 236	-20 321	
Virkesproduktionsmark (ca 21 300 kha)	-15 127	-10 977	
Produktiv skogsmark undantagen från virkesproduktion (ca 2 100 kha)	-7 307	-6 109	
Improduktiv skogsmark (ca 4 000 kha)	-3 816	-2 493	
Småträdd (Brösthöjdsdiameter < 10 cm)	-3 986	-742	
Död ved, totalt	-2 728	-9 028	
Liggande och stående död ved	-2 728	-1 762	
Stubbar*		-7 266	
Förna och markkol*	-8 644	-23 941	
Organogen mark (CO ₂ +DOC dränerad mark)	5 855	6 370	
Dränerad organogen mark (N ₂ O, CH ₄)	1 310	1 219	
Träprodukter (HWP), totalt	-4 373	-4 066	
Sågade varor	-3 479	-3 210	
Träbaserade skivor	185	169	
Papper och pappskivor	-1 079	-1 025	
Gödsling (N ₂ O)	23	20	
Mineralisering (N ₂ O)	0	0	
Indirekta utsläpp (N ₂ O)	4	3	
Brand (CO ₂ , N ₂ O, CH ₄)	69	124	
TOTALT EXKLUSIVE HWP	-34 348	-45 554	-11 206
TOTALT MED HWP	-38 721	-49 620	-10 899

* I FRL ingår stubbar i förna och markkol eftersom Q-modellen inte separerade dessa kolpooler



Figur 3. Årlig rapportering av brukad skogsmark 1990–2023 med och utan träprodukter (HWP) samt korrigerad referensnivå för brukad skogsmark 2021–2025 (FRL_{korr}) med och utan HWP. Negativa värden (-) representerar nettoupptag av koldioxid från atmosfären.

6. Referenser

Bosatta E., Ågren G. I. (1996). Theoretical analyses of carbon and nutrient dynamics in soil profiles. *Soil Biology and Biochemistry*, Volume 28, Issues 10–11, Pages 1523-1531.

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 A., Eggers J., Lundström A., Roberge J-M and Wikberg P-E. (2022). Skogliga konsekvensanalyser 2022 - material och metod. Tekniskt underlag. Skogsstyrelsens rapport 2022/08

European Commission: Joint Research Centre, Korosuo, A., Blujdeja, V.N.B., Pilli, R. and Grassi, G. 2024. Technical corrections for the forest reference levels under the LULUCF regulation (EU) 2018/841

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.

Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2018/1999 av den 11 december 2018 om styrningen av energiunionen och av klimatåtgärder samt om ändring av Europaparlamentets och rådets förordningar (EG) nr 663/2009 och (EG) nr 715/2009, Europaparlamentets och rådets direktiv 94/22/EG, 98/70/EG, 2009/31/EG, 2009/73/EG, 2010/31/EU, 2012/27/EU och 2013/30/EU samt rådets direktiv 2009/119/EG och (EU) 2015/652 och om upphävande av Europaparlamentets och rådets förordning (EU) nr 525/2013.

Europaparlamentets och Rådets förordning (EU) 2023/839 av den 19 april 2023 om ändring av förordning (EU) 2023/841 vad gäller tillämpningsområdet, förenkling av reglerna för rapportering och efterlevnadskontroll och fastställande av medlemsstaternas mål för 2030 och av förordning (EU) 2018/1999 vad gäller förbättrad övervakning, rapportering, uppföljning av framsteg och översyn.

Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2023/857 av den 19 april 2023 om ändring av förordning (EU) 2018/842 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) 2018/1999.

Forsell N, Korosuo A, Federici S, Gusti M, Rincón-Cristóbal J-J, Rüter S, Sánchez-Jiménez B, Dore C, Brajterman O and Gardiner J. (2018). 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*, Volume 67, Pages 612-624.

IPCC (2003). Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Krug T., Kruger, D., Pipatti, R., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K., and Wagner, F. (Eds.). IPCC/OECD/IEA/IGES, Hayama, Japan. ISBN 4-88788-003-0.

IPCC (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.

IPCC (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp

Josefsson Ortiz, Carina & Lundblad, Mattias. (2024). Harmonisering av rapporteringen av brukad skogsmark och FRL. SMED Rapport 2024:1.

Kommissionens genomförandeförordning (EU) 2020/1208 av den 7 augusti 2020 om struktur, format, inlämningsförfaranden och granskning gällande medlemsstaternas rapportering av information i enlighet med Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2018/1999 och om upphävande av kommissionens genomförandeförordning (EU) nr 749/2014

Kommissionens delegerade förordning (EU) 2021/268 av den 28 oktober 2020 om ändring av bilaga IV till Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2018/841 vad gäller de referensnivåer för skog som medlemsstaterna ska tillämpa under perioden 2021–2025

Melin Y. Petersson H., Nordfjell T. (2009). Decomposition of stump and root systems of Norway spruce in Sweden—A modelling approach. *Forest Ecology and Management*, Volume 257, Issue 5, Pages 1445–1451.

Ministry for the Environment (2019). Revised National forestry accounting plan for Sweden. M2019/00180/K1.

Naturvårdsverket (2024). Naturvårdsverkets Analys av hur EU:s reviderade ansvarsfördelningsförordning och LULUCF-förordning ska tillämpas i Sverige. Skrivelse 2024-02-01. Ärendenummer: NV-06194-23, NV-06193-23

Naturvårdsverket (2025). National Inventory Report Sweden 2025: Greenhouse Gas Emission Inventories 1990–2023 – Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change

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

Sveriges lantbruksuniversitet (2018). Underlag för en svensk bokföringsrapport för brukad skogsmark inklusive skoglig referensnivå. SLU ID: SLU.ua.2018.2.6-3343

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 and Bioenergy*, Volume 70, Pages 230–238.

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

Ågren G. I., Hyvönen R. (2003). Changes in carbon stores in Swedish forest soils due to increased biomass harvest and increased temperatures analysed with a semi-empirical model. *Forest Ecology and Management*, Volume 174, Issues 1–3, Pages 25–37.

Ågren, G.I., Hyvönen, R. & Nilsson, T. (2007). Are Swedish forest soils sinks or sources for CO₂—model analyses based on forest inventory data. *Biogeochemistry* 82, 217–227.

BILAGA A



Regeringen

Regeringsbeslut

17

2024-11-28
LI2024/02202

Landsbygds- och infrastrukturdepartementet

Sveriges lantbruksuniversitet
Box 7070
750 07 Uppsala

Uppdrag till Sveriges lantbruksuniversitet att förbereda tekniska korrigeringar av referensnivån för skog för perioden 2021–2025

Regeringens beslut

Regeringen ger Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) i uppdrag att genomföra analyser och förbereda tekniska korrigeringar av referensnivån för skog för perioden 2021–2025 i enlighet med artikel 8.11 i 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 (LULUCF-förordningen).

SLU ska identifiera och beskriva behov av och möjligheter till tekniska korrigeringar, samt förbereda tekniska korrigeringar. Behovet av tekniska korrigeringar ska bedömas utifrån de uppdateringar av dataunderlag och metoder som har skett i den årliga utsläppsinventeringen, t.ex. i fråga om dataunderlaget för beräkning av kolförrädsförändringar i skogsmark, samt de klimat- och väderbetingade förändringar i skoglig tillväxt, exempelvis torka och angrepp av skadegörare, som har observerats sedan referensnivån för skog för perioden 2021–2025 fastställdes. I de fall vägval finns ska universitetet identifiera och beskriva dessa. SLU ska analysera eventuella behov av att kalibrera antaganden om tillväxtförändringar som en följd av klimatscenariot RCP4,5. Universitetet ska även analysera artikel 6.2 i LULUCF-förordningen och redovisa förslag till tillämpning av artikeln inklusive teknisk korrigering som följer av dess tillämpning. Redovisningen av tekniska korrigeringar ska utformas i ett sådant format att de kan överlämnas till Europeiska kommissionen.

SLU ska dessutom vid behov föreslå en process och nästa steg för att identifiera, förbereda och genomföra eventuella ytterligare tekniska korrigeringar fram till överlämnandet av en efterlevnadsrapport den 15 mars 2027 till kommissionen, i enlighet med artikel 14.1 i LULUCF-förordningen.

SLU bör samordna uppdraget med Naturvårdsverkets arbete med underlag till klimatredovisning enligt 2 a § första stycket 1 förordningen (2012:989) med instruktion för Naturvårdsverket.

SLU ska genomföra uppdraget i samarbete med Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen. SLU ska vidare föra dialog om tillämplig praxis för tekniska korrigeringar med Europeiska kommissionens expertorgan Joint Research Centre (JRC), Europeiska Miljöbyrån (EEA) och andra experter inom EU:s medlemsstater. SLU ska även föra dialog med Miljömålsberedningen (M 2010:04) och Utredningen om en robust skogspolitik som ser skogen som en resurs (LI 2024:02).

SLU ska löpande informera Regeringskansliet (Landsbygds- och infrastrukturdepartementet och Klimat- och näringslivsdepartementet) om hur arbetet med uppdraget fortskrider.

SLU ska senast den 31 mars 2025 lämna en slutredovisning av uppdraget till Regeringskansliet (Landsbygds- och infrastrukturdepartementet). Redovisningen av uppdraget ska hänvisa till diarienumret för detta beslut.

För uppdraget får SLU under 2024 använda högst 500 000 kronor, som ska redovisas mot det under utgiftsområde 20 Klimat, miljö och natur för budgetåret 2024 uppförda anslaget 1:2 Miljöövervakning m.m., anslagsposten 4 Klimatpolitiska handlingsplanen. Medlen betalas ut engångsvis efter rekvisition till Naturvårdsverket senast den 15 december 2024. Medel som inte har använts för avsett ändamål ska återbetalas senast den 30 december 2025 till Naturvårdsverket. Vid samma tidpunkt ska en ekonomisk redovisning av använda medel lämnas till Naturvårdsverket. Redovisning, rekvisition och återbetalning ska hänvisa till diarienumret för detta beslut.

Skälen för regeringens beslut

LULUCF-förordningen innebär en skyldighet för EU:s medlemsstater att inte minska nettoupptagen av växthusgaser från skog och markanvändning under perioden 2021–2025 jämfört med en referensnivå. För markkategorin

brukad skogsmark används en referensnivå för skog som beräknats av varje medlemsstat och granskats och fastställts genom kommissionens delegerade förordning (EU) 2021/268 av den 28 oktober 2020 om ändring av bilaga IV till Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2018/841 vad gäller de referensnivåer för skog som medlemsstaterna ska tillämpa under perioden 2021–2025.

Enligt artikel 8.11 i LULUCF-förordningen ska medlemsstaterna, för att säkerställa överensstämmelse med artikel 8.5, vid behov överlämna tekniska korrigeringar till kommissionen. 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. Naturvårdsverket har i en skrivelse den 2 april 2024 redogjort för att Sverige behöver göra tekniska korrigeringar av referensnivån (KN2024/00791). Naturvårdsverket påpekar att metodförbättringar genomförts i den årliga rapporteringen sedan referensnivån för skog antogs vad gäller hur Sverige beräknar kolförrädsförändringar i mineraljordar på skogsmark, s.k. markkol. Vidare pekar myndigheten på att de naturgivna förutsättningarna som den skogliga referensnivån beslutades utifrån har förändrats, t.ex. genom att tillväxten de senaste åren har påverkats negativt av framför allt torka och angrepp av skadegörare.

Referensnivån tillämpar klimatscenariot RCP4,5 vilket påverkar antaganden om tillväxtförändringar. Vid framtagandet av referensnivån för skog har regeringen informerat riksdagen om sin avsikt att, i enlighet med artikel 6.2 i LULUCF-förordningen och IPCC:s riktlinjer, basera arealen beskogad mark på en övergångsperiod på 30 år för att på ett så korrekt sätt som möjligt avspegla nordiska förutsättningar (M2019/00180). Övergången till 30 år medför också behov av en teknisk korrigering av referensnivån för skog.

Referensnivån behöver vara korrigerad senast vid den slutliga avräkningen av måluppfyllelse som ska ske för perioden 2021–2025 i mars 2027. Det är emellertid lämpligt att förbereda för korrigeringar så snart som möjligt för att den årliga redovisningen av data till EU ska kunna jämföras med referensnivån för skog på ett rättvisande sätt och för att eventuella åtgärder som vidtas ska utgå från så korrekta data som möjligt.

Regeringen beräknar att 1 miljon kronor kommer att avsättas för uppdraget för 2025 under förutsättning att riksdagen anvisat medel för det aktuella anslaget.

På regeringens vägnar



Peter Kullgren



Emilie Molin

Kopia till

Statsrådsberedningen/EUK
Finansdepartementet/BA
Klimat- och näringslivsdepartementet/KL, Nm och Me
Miljömålsberedningen (M 2010:04)
2024 års skogspolitiska utredning (LI 2024:02)
Naturvårdsverket
Skogsstyrelsen