

Fakta skog

Foto: Mats Hämerz

Sveriges klimatrapportering – markanvändning och skogsbruk

Mattias Lundblad, Erik Karlton, Johan Stendahl, Anna Lindahl, Hans Petersson, Per-Erik Wikberg, Martin Bolinder

SLU sammanställer Sveriges rapportering av utsläpp och upptag av växthusgaser från markanvändning och skogsbruk.

Om man undantar markanvändning och skogsbruk var Sveriges utsläpp av växthusgaser under 2020 46 miljoner ton CO₂-ekvivalenter.

Markanvändning och skogsbruk bidrog samma år till ett nettoupptag på 40 miljoner ton CO₂-ekvivalenter, varav skogsmark stod för 96 %.

Det största nettoupptaget av kol i levande biomassa sker i produktions-skog, men upptaget per arealenhet är något större i skog som skogsägar-na frivilligt undantagit från skogsbruk

SLU sammanställer sedan 2001 Sveriges rapportering av utsläpp och upptag av växthusgaser från markan-vändning och skogsbruk till FN:s klimatkonvention (UNFCCC) på uppdrag av Naturvårdsverket inom ramen för SMED (Svenska Miljö-EmissionsData). I rapporteringen ingår förrådsförändringar i kolpooler och utsläpp av andra växthusgaser från all brukad mark i Sverige, mot-svarande 74 % av den svenska land- och sötvattensarealen.



Rapportering till EU och FN

Enligt gällande internationella avtal måste varje industrialiserat land rapportera sin klimatpåverkan. Utsläppen redovisas i årliga rapporter till FN:s klimatkonvention och, för EU:s medlemsländer, till EU-kommissionen.

Redovisningen baseras på metoder framtagna av FN:s Internationella klimatpanel (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC). Utsläpp och upptag av växthusgaser redovisas i fem sektorer:

- Energi
- Industriprocesser och produktanvändning (IPPU)
- Jordbruk
- Markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk (*Land use, Land use change and Forestry*, LULUCF)
- Avfall

Ländernas årliga utsläppsredovisningar är tillgängliga på klimatkonventionens hemsida.¹ Där finns också ländernas inventeringsrapporter

(*National Inventory Report*, NIR) som beskriver använda underlag och metoder. I Sverige är det Naturvårdsverket som ansvarar för rapporteringen.² Figur 1 visar alla rapporterade svenska utsläpp och upptag för perioden 1990–2020.

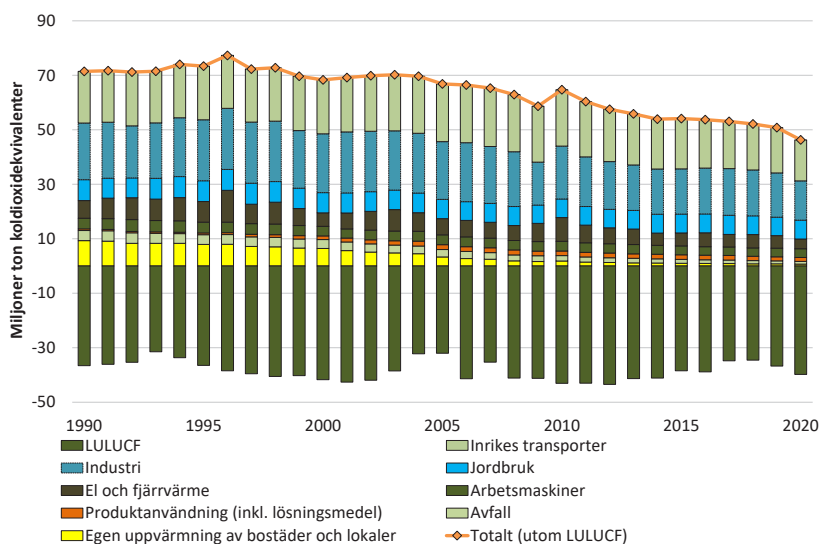
¹ www.unfccc.int

² Naturvårdsverket. Territoriella utsläpp och upptag av växthusgaser. www.naturvardsverket.se.

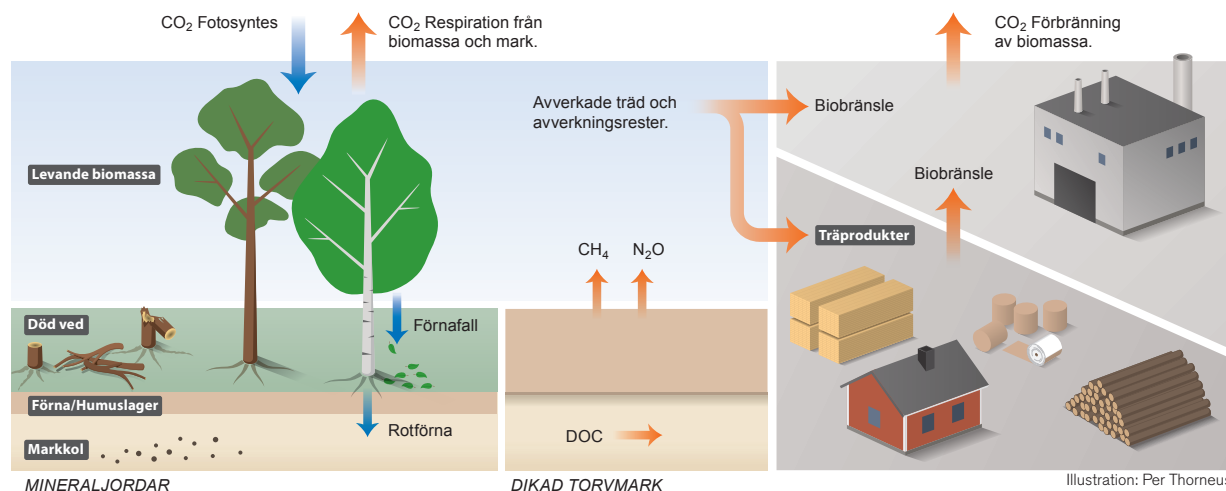
Rapportering från markanvändningssektorn

LULUCF-rapporteringen omfattar förändringar i kolförråd i levande biomassa, död ved (inkluderar stubbar), förna (inkluderar förna och markens humuslager) och markkol (figur 2). I LULUCF-sektorn redovisas också växthusgasutsläpp från skogsgödsling, utsläpp av växthusgaser från dränerad mark, utsläpp från torvproduktionsmark och producerad odlingstorf, utsläpp av lustgas 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).

För LULUCF redovisas förändringar i kolförråd bara för "brukad mark", dvs. skogsmark (virkesproduktionsmark, formellt skyddad mark och improduktiv skogsmark), jordbruksmark, betesmark och bebyggd mark (fördelningen framgår av figur 3).



Figur 1. Utsläpp och upptag inom Sveriges gränser. Utsläppen (utom LULUCF) var 46 miljoner ton koldioxidekvivalenter år 2020, och har minskat med 35 procent sedan 1990. Nettopptaget (upptag-utsläpp) i LULUCF-sektorn följer ingen tydlig trend men har varierat mellan 31 och 44 miljoner ton koldioxidekvivalenter över hela rapporteringsperioden och var 40 miljoner ton koldioxidekvivalenter 2020. Källa: www.naturvardsverket.se

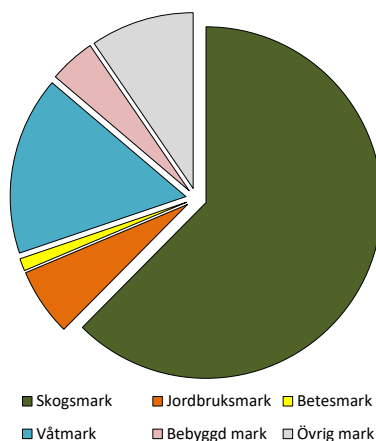


Figur 2. Figuren visar kolets kretslopp i förhållande till de kolpooler (vit text med grå bakgrund) som redovisas i klimatrapporteringen. Kolförrådsförändringar som rapporteras representerar skillnaden mellan inflödet och utflödet av kol för en kolpool. För kolpoolen levande biomassa representerar kolförrådsförändringen skillnaden mellan upptag genom fotosyntes och utsläpp på grund av respiration, avverkning och naturlig avgång.

Rapporteringen har fokus på utsläpp och upptag som kan påverkas av människan. Därför rapporteras inga upptag och utsläpp från obrukade våtmarker eller kalvfjäll. En annan viktig avgränsning är att det endast är obligatoriskt att redovisa utsläpp för kategorier där det finns en av IPCC godkänd beräkningsmetod.³ Detta ökar möjligheten att jämföra ländernas rapportering med varandra och bedöma utvecklingen mot nationella och internationella utsläppsmål.

Markanvändningsförändringar hanteras i övergångsklasser. Utsläpp och upptag redovisas under en 20-årig övergångsperiod innan marken övergår i nya markanvändningsklasser. Totalt ger det 36 markanvändningskategorier.

³ www.ipcc.ch



Figur 3. Fördelning av arealer på de markanvändningskategorier som ingår i den svenska LULUCF-rapporteringen. Källa: www.naturvardsverket.se

Underlag och metodik för LULUCF-rapporteringen

De viktigaste underlagen i rapporteringen av LULUCF-sektorn utgörs av Riksskogstaxeringen (RT) och Markinventeringen (MI), som båda utförs vid SLU. Härifrån hämtas data över såväl arealer som kolförråd. Beräkningar för LULUCF-sektorn bygger även på statistik från Statistiska Centralbyrån, Skogsstyrelsen, Jordbruksverket, Sveriges geologiska undersökningar, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap samt Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut.

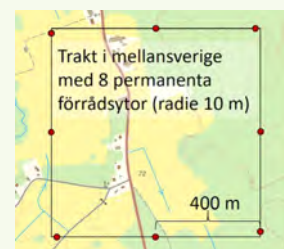
Förändringar i kolförråd beräknas som skillnaden i förråd mellan två tidpunkter, normalt skillnaden mellan två inventeringstillfällen (RT eller MI). Förrådsutvecklingen kan också

simuleras med matematiska modeller. Det görs till exempel för åkermarkens kolförråd. Om varken inventeringar eller modeller kan användas så beräknas upptag eller utsläpp med utsläppsfaktorer som är representativa för kolpoolen, aktiviteten eller marktypen (National inventory report, Sweden 2022).

Sverige har valt att rapportera förändringsförändringar för de flesta kolpooler. Det ger en metodmässig och rimlig konsistens över tid eftersom skattningen baseras på återinventerade provytor på alla brukade ägoslag inom RT. Alternativet hade varit att göra skattningen efter tillväxt och avgång. Det skulle innebära att variablerna mäts på olika provytor eller med andra datakällor samt, av mättekniska skäl, för olika tidsperioder.

Riksskogstaxeringen är en årlig stickprovsinventering av Sveriges hela landareal, exklusive kalvfjäll och bebyggd mark. Ca 30 000 permanenta provytor (kartan till vänster och figuren till höger) används i klimatrapporteringen. Totalt inventeras 6 000 provytor årligen i en femårig cykel. De viktigaste variablerna från RT som används i klimatrapporteringen är markanvändning, trädbiomassa och död ved.

Markinventeringen utförs integrerat med Riksskogstaxeringen och markvariablerna mäts på en delmängd av ytorna i en tioårig cykel. Provytorerna är ordnade i kluster (s.k. trakter), och hälften av traktens provytor används inom markinventeringen. Jordmånsbeskrivning och humusprovtagnings utförs på alla dessa provytor, och på hälften av dem tas även mineraljordsprover. Varje år utförs inventering och provtagning på ca 2 000 permanenta provytor. Proverna används för analys av markens kemiska egenskaper och för bestämning av svampsamhällets artsammansättning med hjälp av DNA-metoder.



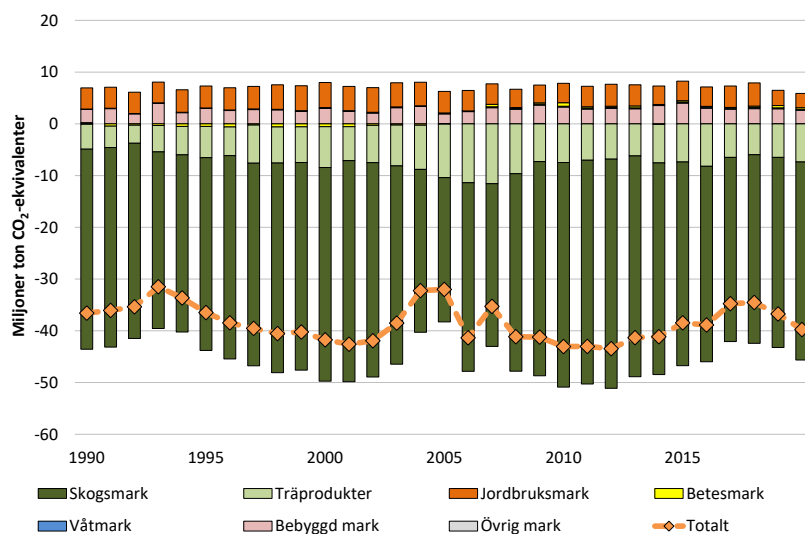
Utsläpp från fossila bränslen och biobränslen rapporteras på olika sätt

De flesta utsläpp av växthusgaser rapporteras vid utsläppskällan inom respektive sektor. Koldioxidutsläpp från biobränslen ingår däremot i LULUCF-sektorn som en del av sektorns nettokolbalans. Nettokolbalansen inkluderar upptag via trädens tillväxt och avgång via nedbrytning, bränder och avverkning. Allting som tas bort från skogen, till exempel all biomassa som används till biobränslen, blir ett utsläpp i beräkningen av nettokolbalansen. För att undvika dubbelräkning rapporteras därför inte utsläppen från användningen av biobränslen i energisektorn. Däremot redovisas utsläppen från bioenergianvändningen som information för att utsläppsstorleken ska vara känd. Beräkningsprincipen har rekommenderats av IPCC för att göra beräkningarna för markanvändningssektorn enklare och fånga upp samspelet mellan energi- och markanvändningssektorerna. Om produkter från skogen ersätter fossila alternativ så minskar utsläppen i övriga sektorer, men ersättningseffekten kvantifieras inte separat i rapporteringen.

Utsläpp och upptag från markanvändningssektorn 1990-2020

Nettoupptaget i LULUCF-sektorn 2020 var knappt 40 miljoner ton varav skogsmarken står för 96 %. Under perioden 1990–2020 har nettoupptaget varierat mellan drygt 31 och drygt 43 miljoner ton CO₂-ekvivalenter per år (figur 4). Det största nettoupptaget av kol sker i levande trädbiomassa och markkol, och det största nettoutsläppet kommer från dränerad torvmark (tabell 1, figur 5).

Nettoupptaget i levande trädbiomassa har varit relativt stabilt sedan 1990, men minskade 2005 och 2007 efter stormarna Gudrun och Per. Torråret 2018, liksom senare års angrepp av granbarkborre, tenderar också att ha minskat nettoupptaget eftersom tillväxten minskat. Genom att det tar minst fem år att inventera ett helt stickprov tar det flera år innan dessa störningar liksom effekten av en eventuell ökning av avverkningsnivåerna får fullt genomslag i rapporteringen.



Figur 4. Nettoupptag (negativa värden) och nettoutsläpp (positiva värden) fördelat på markanvändningskategorier och träprodukter (HWP). Källa: www.naturvardsverket.se

Det sker en inlagring i mineraljordar för skogsmark, jordbruksmark och betesmark. Det är dock svårt att urskilja några betydande trender i tidsserierna. För jordbruksmark varierar förrädsförändringen över tid mellan att vara en källa och en sänka beroende på årliga variationer i skördenivåer och väderförutsättningar.

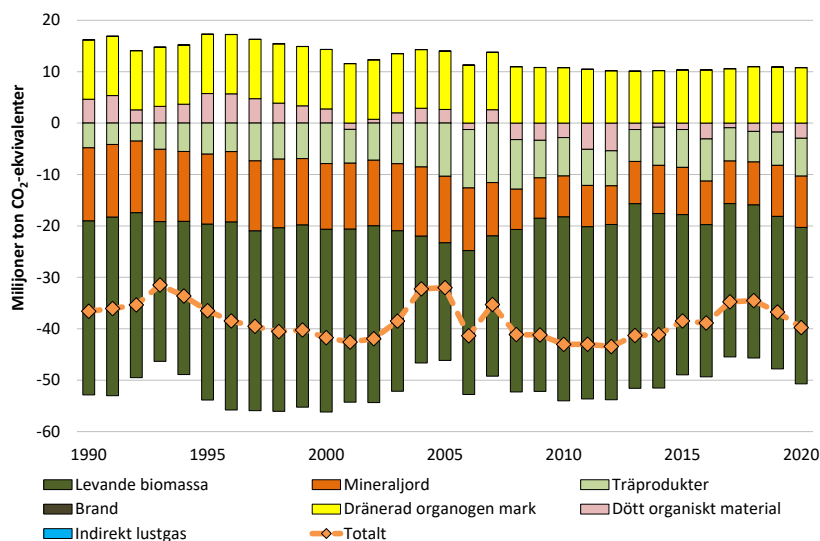
Dränerad organogen mark är en betydande källa för växthusgasutsläpp. De totala utsläppen från dessa marker på 10,8 miljoner ton CO₂-ekvivalenter 2020 motsvarar ca 20 % av Sveriges totala territoriella utsläpp (exklusive LULUCF).

Tabell 1. Nettoupptag (-) och utsläpp (+) från kolpooler och andra utsläpp fördelat på markanvändningskategorier inom LULUCF-sektorn år 2020.

	Skogsmark	Jordbruksmark	Betesmark	Våtmark	Bebyggd mark	Övrig mark	Totalt
Utsläpp (+) och nettoupptag (-) 2020 [1000 t CO₂-ekvivalenter]							
Levande biomassa	-31 150	-286	141		869	19	-30 407
Dött organiskt material ^a	-3 210	36	-96		322	4	2 943
varav död ved	-6 217						
varav förna	3 007						
Mark	-3 965	3 010	255	181	1 317	-1	797
varav mineraljord	-10 983	-164	48		1 116	-1	-9 984
varav dränerad organogen mark (CO ₂ , N ₂ O, CH ₄)	7 018	3 174	207	181	201	0	10 781
Gödsling	30						30
Mineralisering (N ₂ O)	13	4	5		106		128
Indirekta emissioner ^b (N ₂ O)							5
Brand (N ₂ O, CH ₄) ^c	2						2
Träprodukter ^b							-7 375
Totalt	-38 280	2 764	306	181^d	2 614	22	-39 765
Arealer (1000 ha)							
Mineraljord	24 032	2 673	481		1 885		-
Organogen mark	4 140	136	33	7 415 ^e	33		-
varav dränerad	1 036	136	22	6 ^d	33		
Totalt	28 172	2 809	514	7 415	1 918	4 302	45 130

Grå celler innebär att emissioner/upptag inte redovisas för den kategorin

^a Död ved och förna särredovisas bara för skogsmark, ^b Särredovisas inte per kategori, ^c Avgång av CO₂ från bränder ingår i nettot för kolpoolen Levande biomassa, ^d Torvproduktionsmark. Här ingår markemissioner och avgång från odlingsstov, ^e Här ingår all våtmark oavsett marktyp, inklusive sjöar och vattendrag.



Figur 5. Nettoppdrag (negativa värden) och nettoutsläpp (positiva värden) fördelat på kolpooler, träprodukter (HWP) och andra utsläpp. Källa: www.naturvardsverket.se

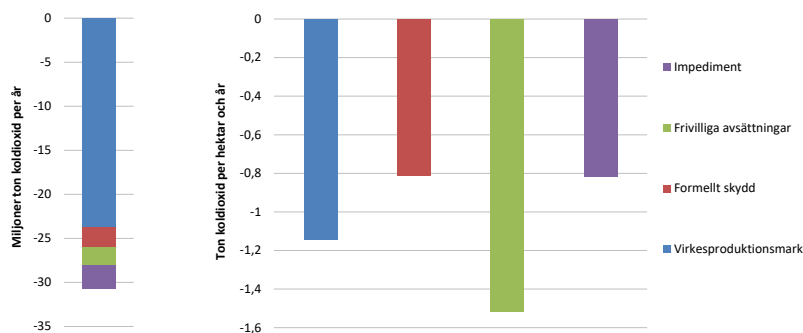
För bebyggd mark genereras utsläpp genom att naturmarker exploateras och att kol som finns bundet i biomassa och mark frigörs. Utsläppen har legat på mellan 2 och drygt 4 miljoner ton CO₂ per år under perioden 1990–2020. Avskogningen balanseras i viss mån av att drygt 10 000 hektar jordbruks- och betesmark årligen beskogas. Nettoppdraget för sådan mark ligger på ca 1 miljon ton CO₂-ekvivalenter per år.

Nettoppdraget är störst på virkesproduktionsmark

I rapporteringen redovisas det sammanlagda nettoppdraget i skog på nationell nivå. Det inkluderar både skogsmark som är undantagen från och som används för virkesproduktion. För de flesta kolpooler är det inte möjligt att dela upp redovisningen ytterligare men för levande bio-

massa kan vi beräkna nettoppdraget uppdelat på olika skogstyper.

Av det totala nettoppdraget i levande biomassa på 30,7 miljoner ton CO₂ 2016 (sista året med fullständig provtagning, figur 6) bidrog virkesproduktionsmark inklusive hänsynsytor med 23,8 miljoner ton CO₂ (20,8 miljoner hektar), formellt skyddad mark med 2,2 miljoner ton CO₂ (2,7 miljoner hektar), frivilliga avsättnings- ar med 2,0 miljoner ton CO₂ (1,3 miljoner hektar) och icke-produktiv skogsmark med 2,7 miljoner ton CO₂ (3,3 miljoner hektar) (Grundberg m.fl. 2022). Nettoppdraget var 1,14 ton CO₂ per hektar för virkesproduktionsmark och 0,94 ton CO₂ per hektar för skogsmark undantagen för virkesproduktion. Högst nettotillväxt per areal 2016 har frivilligt avsatt produktiv skogsmark. Det beror



Figur 6. Nettoppdrag i biomassa på skogsmarkskategorier 2016. Totalt per kategori (vänster) och per hektar (höger).

på att de relativt unga skogarna som avsatts växer bra och att ingen andel av arealen avverkas.

Nettoppdraget för skogar som undantas för skogsbruk förväntas minska med tiden när skogen mer och mer närmar sig naturskogskaraktär och självgallringen ökar. För virkesproduktionsmark avgörs nettot av tillväxten minus avverkningen. De senaste åren har den totala avverkningens andel av tillväxten på virkesproduktionsmark varierat mellan 80 och 90 %. Nettoppdraget för all skog fördelar sig ganska jämnt över landet där vardera drygt 20 % av nettoppdraget sker i Götaland, Svealand och södra Norrland och resterande 35 % sker i norra Norrland.

LULUCF i klimatpolitiken

Nationellt

Sveriges klimatramverk innehåller ett mål om att Sverige ska uppnå netto nollutsläpp av växthusgaser år 2045, för att därefter ha negativa utsläpp. Målet innebär att de svenska utsläppen av växthusgaser från alla sektorer utom LULUCF ska vara minst 85 % lägre år 2045 jämfört med utsläppen år 1990. De återstående 15 % av utsläppen får balanseras genom kompletterande åtgärder som bland annat inkluderar ökad kolsänka i LULUCF. Hur de kompletterande åtgärderna ska räknas är inte fastställt men tanken är att bara ökat upptag eller minskade utsläpp genom additionella åtgärder, dvs. åtgärder som annars inte hade genomförts, får inkluderas. Det kan till exempel handla om återvätning av dikad torvmark, beskogning av åkermark eller åtgärder som ökar nettoinlagringen i skog.

Internationellt

Kyotoprotokollet från 1997 och Parisavtalet från 2015 konkretiserade arbetet med Klimatkonventionen genom ländernas åtaganden om utsläppsminskningar. Avtalen reglerar framförallt de fossila utsläppen men en del av de rapporterade flödena i LULUCF ingår också i bokföringen av ländernas åtaganden. I enlighet

med reglerna för Kyotoprotokollets andra åtagandeperiod (2013–2020), som precis slutredovisats, bokför Sverige utsläpp och upptag för avskogning, beskogning och skogsbruk. Särskilda bokföringsregler gäller för de olika aktiviteterna, exempelvis jämförs utsläpp och upptag för skogsbruk med en fastställd referensnivå som är en prognos för nettoupptaget 2013–2020 och som också begränsas med ett bokföringstak. Bidraget från LULUCF under Kyotoprotokollets andra åtagandeperiod blev årliga bokförda nettoutsäpp på 3 miljoner ton CO₂-ekvivalenter från avskogning, ett nettoupptag på 1,1 miljoner ton CO₂-ekvivalenter för beskogning och ett nettoupptag på 2,5 miljoner ton CO₂-ekvivalenter.

EU

Inom EU:s klimatravverk från 2021 regleras LULUCF-sektorn genom en särskild förordning för LULUCF-sektorn (EU 2018/841). Jämfört med Kyotoprotokollet har bokföringen utökats så att större arealer ingår i de fastslagna kategorierna beskogad mark, avskogad mark, brukad skogsmark, brukad åkermark, brukad betesmark och brukad våtmark. Rapporteringen följer därmed det format som används av Klimatkonventionen, det vill säga i huvudsak ingår växthusgasbalanser för all ”brukad mark”.

Bokföringsreglerna skiljer sig åt mellan kategorierna. För den viktigaste kategorin brukad skogsmark, bokförs utsläpp eller upptag relativt en särskilt fastställd 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).

Det finns dock ingen begränsning för kolpoolerna död ved och långlivade träprodukter, vilket skapar större incitament för att öka inlagringen i dessa kolpooler.

Avskogad mark och beskogad mark bokförs för hela det redovisade nettoupptaget eller nettoutsäppet. Brukad åkermark, betesmark och våtmark bokförs genom att jämföra det aktuella nettoupptaget eller nettoutsäppet med motsvarande nettoupptag/nettoutsäpp för perioden 2005–2009.

För första gången finns nu ett specifikt åtagande som innebär att LULUCF-sektorn inte ska ha några bokförda nettoutsäpp för perioden 2021–2025. Eventuellt bokfört överskott, dvs. nettoupptag, får användas för att, i begränsad omfattning, balansera bokförda underskott i andra sektorer. Ett bokfört underskott i LULUCF måste istället balanseras av överskott i andra sektorer eller genom handel.

Ersättning av fossila produkter med skogsprodukter beaktas indirekt i bokföringen men kvantifieras inte. Om till exempel bioenergi från LU-LUCF ersätter fossil energi bokförs det som minskade utsläpp i energisektorn eftersom bioenergin redan bokförts som utsläpp i LULUCF i samband med avverkningen. Det innebär också att skogsprodukter som exporteras inte ger några ersättnings-effekter i bokföringen.

Dagens bokföringsregler för LULUCF är krångliga och stimulerar inte nödvändigtvis till åtgärder för att öka kolinbindningen. Detta beror på att klimatnyttan balanseras mot nyttan av virkesproduktion eller bevarad biodiversitet, samt på att reglerna förhandlats fram under lång tid där alla länder måste vara överens. Ursprungligen skulle regelverket gälla även perioden 2026–2030, men ett nytt förslag från EU-kommissionen är nu under förhandling inom EU.

Ämnesord

Klimatrapportering, LULUCF, markanvändning.

>> Läs mer

National Inventory Report Sweden, 2022. Greenhouse Gas Emission Inventories 1990–2020 submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol.

Grundberg, K-E., Jalkanen, K., Petersson, H., Wikberg, P-E., Lundblad, M. 2022. Fördelning av kolpoolsförändringar på olika skogstyper. SMED Rapport Nr 1 2022.

Författare

Mattias Lundblad, forskare, Inst. för mark och miljö, SLU. mattias.lundblad@slu.se

Erik Karlton, forskare FLK, Inst. för mark och miljö, SLU. erik.karlton@slu.se

Johan Stendahl, forskare FLK, Inst. för mark och miljö, SLU. johan.stendahl@slu.se

Anna Lindahl, miljöanalytiker, Inst. för mark och miljö, SLU. anna.lindahl@slu.se

Hans Petersson, forskare FLK, Inst. för skoglig resurshushållning, SLU. hans.petersson@slu.se

Per-Erik Wikberg, miljöanalytisspecialist, Inst. för skoglig resurshushållning, SLU. per-erik.wikberg@slu.se

Martin Bolinder, forskare, Inst. för ekologi, SLU. martin.bolinder@slu.se

Fakta skog

ISSN: 1400-7789. Produktion: SLU, Fakulteten för skogsvetenskap 2022. Ansvarig utgivare: goran.ericsson@slu.se.

Redaktör: mats.hannerz@silvinformation.se. Illustratör: Fredrik Saarkoppel, Kobolt Media AB.

