

Sammanfattning av de metoder som används i Sveriges klimatrapporering av LULUCF-sektorn

Mattias Lundblad¹, Erik Karlton¹, Hans Petersson², Per-Erik Wikberg², Martin Bolinder³

¹Inst. för Mark och miljö, ²Inst. för skoglig resurshushållning, ³Inst. för Ekologi

Detta dokument är en översiktlig beskrivning av beräkningarna av utsläpp och upptag för Sveriges klimatrapporering av LULUCF-sektorn.

Följande områden för rapportering under Klimatkonventionen, Kyotoprotokollet och EU beskrivs i detta dokument:

Skattning av arealer	2
Definitioner av de markanvändningskategorier som Sverige använder för rapportering till UNFCCC	3
Skattning av arealer med hjälp av Riksskogstaxeringen	4
Definition av aktiviteter enligt Kyotoprotokollet	6
Beräkning av kolförrådsförändringar	8
Definition av kolpooler	9
Metodik för beräkning av kolförrådsförändringar	10
Beräkning av övriga emissioner	15
Träprodukter (HWP)	17

För mer detaljerad information hänvisas till den årliga inventeringsrapporten¹.

¹ National Inventory Report Sweden 2017 submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. Naturvårdsverket.

Skattning av arealer för rapportering under Klimatkonventionen, Kyotoprotokollet och EU

Enligt Klimatkonventionen (UNFCCC) ska utsläpp och upptag av växthusgaser rapporteras årligen. Riktlinjerna för hur rapporteringen ska gå till uppdaterades 2013² och i princip gäller att alla utsläpp och upptag ska redovisas om metodik finns tillgänglig i IPCC:s riktlinjer³. När det gäller markanvändningssektorn handlar det i huvudsak om att redovisa utsläpp och upptag från brukad mark från 1990 och framåt för skogsmark, jordbruksmark, betesmark, bebyggd mark, annan mark och våtmark. Inom vissa ramar är det möjligt för länderna att själva definiera dessa markanvändningskategorier och kategorins status som brukad eller obrukad mark.

Sverige har valt att betrakta skogsmark, jordbruksmark, betesmark och bebyggd mark som brukade kategorier medan annan mark och våtmark anses obrukade. En liten andel våtmark som används för torvbrytning anses dock brukad. Sveriges definitioner av dessa markanvändningskategorier beskrivs nedan.

Om mark konverteras från en kategori till en annan rapporteras den under en separat kategori i tjugo år för att därefter rapporteras i den kategori den konverterats till. Det innebär att totalt 36 kategorier för markanvändning ska redovisas enligt matrisen i figur 1. Vissa kategorier behöver inte redovisas separat (included elsewhere, IE) eller förekommer inte alls (not occurring, NO) eller kan inte redovisas beroende på valda definitioner (not applicable, NA).

Table 4.1 LAND TRANSITION MATRIX

Areas and changes in areas between the previous and the current inventory year⁽¹⁾

Inventory 2011

Submission 2017 v2
SWEDEN

TO:\nFROM:	Forest land (managed)	Forest land (unmanaged)	Cropland	Grassland (managed)	Grassland (unmanaged)	Wetlands (managed)	Wetlands (unmanaged)	Settlements	Other land	Total unmanaged land	Initial area
	(kha)										
Forest land (managed) ⁽²⁾	28219,46	NA	0,44	0,37	NA	NA	26,55	13,84	7,30	IE	28267,95
Forest land (unmanaged) ⁽²⁾	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	IE	IE,NA
Cropland ⁽²⁾	11,58	NA	2907,08	11,30	NA	NA	NO	7,95	NO	IE	2937,91
Grassland (managed) ⁽²⁾	4,17	NA	3,76	473,55	NA	NA	NO	0,94	NO	IE	482,42
Grassland (unmanaged) ⁽²⁾	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	IE	IE,NA
Wetlands (managed) ⁽²⁾	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	IE	IE,NA
Wetlands (unmanaged) ⁽²⁾	20,48	NA	1,15	2,03	NA	NA	7256,35	NO	1,18	IE	7281,18
Settlements ⁽²⁾	7,51	NA	NO	NO	NA	NA	NO	1810,67	NO	IE	1818,18
Other land ⁽²⁾	8,40	NA	NO	0,06	NA	NA	5,70	0,17	4313,89	IE	4328,22
Total unmanaged land ⁽³⁾	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
Final area	28271,59	IE,NA	2912,43	487,30	IE,NA	IE,NA	7288,60	1833,57	4322,37	IE	45115,86
Net change⁽⁴⁾	3,64	IE,NA	-25,48	4,88	IE,NA	IE,NA	7,42	15,39	-5,85	IE	0,00

Figur 1. Matrisen ovan redovisas för varje rapporteringsår och visar den årligen konverterade arealen i varje kategori. Vissa kategorier behöver inte redovisas separat (included elsewhere, IE) eller förekommer inte alls (not occurring, NO) eller kan inte redovisas beroende på valda definitioner (not applicable, NA).

² UNFCCC Decision 24/CP.19. Revision of the UNFCCC reporting guidelines on annual inventories for Parties included in Annex I to the Convention.

³ IPCC 2006, 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.

Definitioner av de markanvändningskategorier som Sverige använder för rapportering till UNFCCC

Skogsmark (Forest land)

Skogsmark definieras som ett sammanhängande markområde om minst 0,5 ha med en kronslutenhet av minst 10 % och en minimihöjd av 5 m, där de senare variablerna avser moget tillstånd *in situ*. Beskogad mark med en bredd mindre än 10 m och skogsbilvägar eller kraftledningsgator med en bredd större än 5 m anses ej utgöra Skogsmark. Definitionen avviker från FAO:s definition då minimibredden på Skogsmark är satt till 10 m (FAO 20 m) och att skogsbilvägar exkluderas (FAO inkluderar dessa) men varken bredd eller skogsbilvägar omfattas av Klimatkonventionens beslut.

Definitionen av Skogsmark motsvarar nästan internationell skogsmark enligt FAO. Eftersom även andra ägoslag kan uppfylla dessa krav har både FAO och Sverige lagt till att det är den förhärskande markanvändningen som slutligen avgör ägoslag.

Brukad Skogsmark omfattar all Skogsmark under definitionen ovan. Till brukad Skogsmark räknas således också delar av skogsmark i reservat och delar av skogsmark som utgör skogliga impediment. Detta innebär också att Sverige inte rapporterar någon obrukad Skogsmark.

I nationell statistik om skog används oftast benämningen produktiv skogsmark. Det är den del av skogsmark enligt ovan där skogsproduktionen överstiger 1 m³sk per år vilket är drygt 80% av den totala skogsmarksarealen på ca 28 Mha som ingår i klimatrapporteringen.

Jordbruksmark (Cropland)

Jordbruksmark definieras som all mark som används till växtodling och som regelmässigt plöjs. Till Jordbruksmark hänförs också mindre angränsande områden som kan omfatta trädvegetation.

I Riksskogstaxeringen motsvarar detta ägoslagsdefinitionen för Åkermark. Åkermark definieras som mark som används till växtodling eller bete och som regelmässigt plöjs eller hävdas genom slätter. Hit hänförs också angränsande markområden där uthuggning för åkermarken regelmässigt sker. Dessutom inkluderas mark som används för yrkesmässig odling av köksväxter, frukt, bär, gräsmattor, pyntegrönt, energiskog samt klara fall av julgransodlingar på tidigare åkermark.

All Jordbruksmark enligt denna definition anses brukad. Detta innebär att Sverige inte rapporterar någon obrukad Jordbruksmark.

Betesmark (Grassland)

Till Betesmark räknas mark som väsentligen används till bete och som inte plöjs regelmässigt. Ägoslaget kännetecknas ofta av tuvor, sten, viss buskvegetation eller hög markfuktighet. Dessa marker är dessutom vanligtvis sämre belägna i förhållande till bebyggelse än Jordbruksmark. Detta motsvarar ägoslaget Naturbete i Riksskogstaxeringen. Grästäckt mark kan också förekomma på andra ägoslag än Betesmark såsom i fjällen eller på impediment. Den typen av gräsmarker kan inte särredovisas och ingår därför i andra ägoslag än Betesmark. All Betesmark anses brukad.

Bebyggd mark (Settlements)

Bebyggd mark omfattar alla typer av bebyggelse såsom hus och tomter, bostadsområden och städer, vägar, järnvägar, idrottsanläggningar, kraftledningar i skog (kraftledningar som korsar annan mark hänförs till den aktuella markkategorin), flygfält, hamnområden och industriområden. I bebyggd mark ingår Riksskogstaxeringens ägoslag Väg och järnväg, Kraftledning inom skogsmark, Mark med bebyggelse och Annan mark. All Bebyggd mark anses brukad.

Träd kan förekomma på Bebyggd mark och mäts på Riksskogstaxeringens underliggande ägoslag Väg och järnväg, Kraftledning inom skogsmark och Annan mark. Eventuellt förekommande träd på Bebyggd mark enligt Riksskogstaxeringen mäts ej. All Bebyggd mark anses brukad.

Våtmark (Wetlands)

Våtmark inkluderar land som regelbundet är täckt eller mättad med vatten, åtminstone under en del av året. Inkluderar sjöar, sumpmarker, vattendrag (>2 m bredd), dammar och myrar som inte klassas som skog. Detta motsvarar ägoslagen Myr och Sötvatten i Riksskogstaxeringen. Myr definieras som våtmark med vanligen torvbildande växtsamhällen. Marken behöver dock ej vara torvmark i den meningen att torvdjupet överstiger 30 cm. I Myr ingår mossar och kärr. Till Sötvatten räknas sjöar och vattendrag av alla slag, även grävda kanaler, minst 2 m breda, samt dammar. Vattendrag smalare än 2 m förs till närliggande ägoslag.

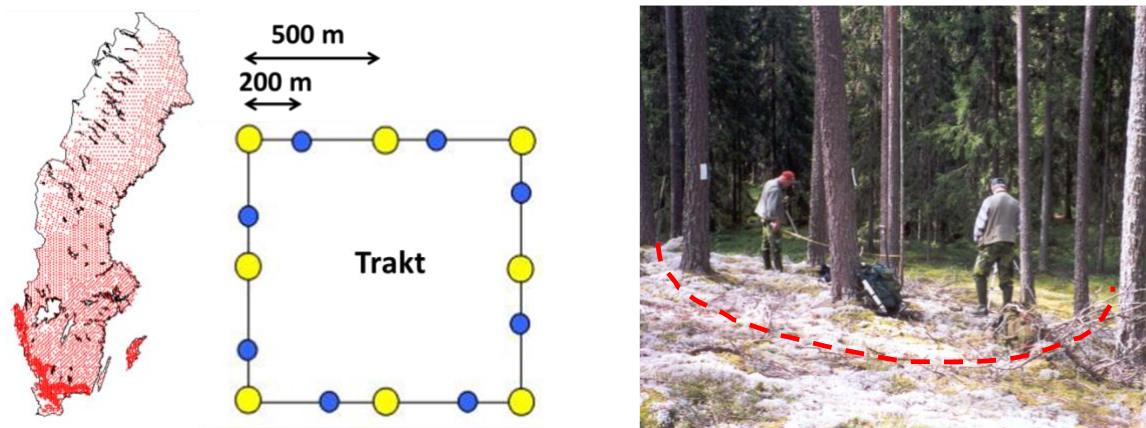
Våtmark anses obrukad utom de områden som används till torvbrytning eller dammanläggningar.

Annan mark (Other land)

Annan mark omfattar all mark som inte inkluderas under något av de övriga markanvändningsslagen och består främst av de nationella ägoslagen Berg och vissa andra impediment, Fjäll och Annat klimatimpediment, i RT. Här hamnar också delar av ägoslag som inte passar in någon annanstans. All Annan mark anses obrukad.

Skattning av arealer med hjälp av Riksskogstaxeringen

IPCC:s krav på spårbarhet ställer stora krav på underliggande data. Mycket få länder har bra skattningar av utsläpp/ upptag vid basåret men å andra sidan har många länder förbättrat sina inventeringssystem sedan 1990 främst genom att utveckla befintliga eller etablera nya Riksskogstaxeringar (t.ex. Danmark och Irland). Arealen brukad och obrukad mark bör överensstämma med all land och sötvattensareal och arealer rapporteras för all mark.



Figur 2. Provytorna är organiserade i trakter som utgör stickprovsenhet. Ca tusen permanenta trakter (rött) eller 6000 permanenta provytor inventeras årligen över landet. Eftersom en femårig inventeringscykel tillämpas används totalt ca 30000 provytor i beräkningarna. Varje provyta har ett skattat eller interpolerat värde för biomassan varje år.

Den Svenska Riksskogstaxeringens ca 30 000 permanenta provytor (figur 2) täcker all mark och sötvattensareal förutom fjällerna och städer⁴. Genom arealbaserade skattningar, där varje provytas areal representerar en större areal, går det att på landsnivå skatta kolpoolsförändringar matchade till markanvändning och förändrad markanvändning.

⁴ Ranneby, B., Cruse, T., Häktlund, B., Jonasson, H., and Swärd, J. 1987. Designing a new national forest survey for Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 177, 29 p.

Kolpooler och arealer mäts objektivt och noggrant på provytorna. Avvikelse från ett teoretiskt sant värde (t.ex. av all levande biomassa i Sverige) bör då statistiskt sett främst bero på slumpen – dvs. på provytornas slumpmässiga position.

Denna slumpvariation minimeras med en permanent design vilket innebär att positionen för ett rutnät av provtytor lottas för att därefter låsas. Eventuella förändringar av kolpooler vid återinventeringar representerar då faktiska förändringar och beror ej på att provytorna efter omlottning, som är fallet vid en tillfällig design, råkat hamna på en ny plats. Således är en permanent design kraftfull vid skattning av förändring. Designen är också ett krav om både brutto och nettoförändringar av markanvändningskategorier ska kunna spåras över tiden vilket är ett krav under både UNFCCC och Kyotoprotokollet.

Det finns ytterligare två övergripande variabler som utöver designen påverkar skattningens noggrannhet. Dessa är populationen i sig och stickprovets omfattning. Givet design och stickprovstorlek kan man t.ex. förvänta sig mer noggranna skattningar av biomassa för likåldriga "granåkrar" än för blandskogar. Detta beror på att de förra rumsligt mer eller mindre håller samma biomassa per areal medan blandskogars biomassa kan variera t.ex. mellan luckor och trädgångar. Populationens inverkan på noggrannheten går inte att åtgärda – men den kan minskas om t.ex. populationen delas in i förväntade likformiga enheter (stratifiering). Riksskogstaxeringen har bedömt att ca 30 000 permanenta provtytor är en lämplig omfattning av stickprovet.

Riksskogstaxeringens 16 ägoslag (markanvändningskategorier) har översatts till IPCC:s sex kategorier. Detta har gjorts objektivt, men ibland har dock ägoslag och gränser mellan ägoslag korrigerats på provytorna för att undvika inkonsistenta förändringar som berott på att fältpersonal bedömt ägoslag olika över tiden, t.ex. när fältpersonal bedömt olika ägoslag vid två följande inventeringar fast samtliga träd förekommit vid båda inventeringarna. Alla sådana manuella och automatiska korrigeringar finns dokumenterade och spårning är möjlig mellan den databas som används vid klimatrapporteringen och Riksskogstaxeringens ordinarie databas.

Arealer för mark där markanvändningen ändrats befinner sig i en s.k. konverteringskategori, t.ex. "*Forest land converted to Settlement*" i tjugio år för att därefter flyttas över till den senare markanvändningskategorin, t.ex. "*Settlement remaining Settlement*"⁵.

Eftersom Riksskogstaxeringens provtytor som används för rapporteringen lades ut 1983-1987 byter en hel del provtytor ägoslag från konverteringskategorin till en permanent kategori under senare delen av rapporteringsperioden.

Total rapporterad areal är konstant över tiden och detta beror på att skattningarna är baserade på alla ca 30 000 permanenta provtytor. De sista fyra rapporterade åren omfattar ett gradvis minskande inventerat stickprov från ca 24 000 ned till 6 000 provtytor för det senast inventerade året och detta beror på att en femårig inventeringscykel tillämpas. För att erhålla en noggrannare skattning för de sista fyra åren extrapoleras data 0 till 4 år per inventeringscykel så att alla de fem inventeringscyklerna inbegriper inventerade eller mätta data för alla provtytor fram till det sista rapporterade året. Rapporteringen för senare år baseras därför på både extrapolerade och mätta data. Efterhand när en provyta på nytt återinventerats i fält används alltid det inventerade värdet och ersätter då det tidigare extrapolerade värdet. Därför uppdateras (eller räknas om) de senaste fem årens data varje år. Omräkningar tillåts då syftet är att öka noggrannheten av skattningar. IPCC föreslår också att en femårig inventeringscykel är lämplig. När ett enskilt års skattning baseras på alla provtytor ska landets totala areal överensstämma med tidigare år.

Man bör beakta att rapporterade arealer för ovanliga konverteringskategorier är osäkra eftersom de är sällsynta i stickprovet. Vidare är rapporterade arealer för senare år mer svårtolkade eftersom dels dess arealskattningar baseras på färre stickprovsenheter och dels på grund av att många provtytor efter tjugio år i

⁵ IPCC 2006

konverteringskategorier, börjar byta kategori. Arealen i varje konverteringskategori representerar alltså inte hur stor areal som konverterats under det senaste året utan ett "nettoflöde". Skulle exakt samma areal konverteras till kategorin varje år registreras förr eller senare samma ackumulerade areal varje år för konverteringskategorin. Denna ackumulerade areal borde då kunna beräknas som årlig konverterad areal multiplicerad med tjugo.

Definition av aktiviteter enligt Kyotoprotokollet

Medan rapporteringen under Klimatkonventionen avser brukad mark indelas rapporteringen enligt Kyotoprotokollet (KP) i aktiviteter som i olika omfattning kan användas till att möta ländernas åtaganden om utsläppsminskningar.

Under KP:s andra åtagandeperiod (2013-2020) är det obligatoriskt att rapportera och bokföra kolpoolsförändringar för nybeskogning/återbeskogning (Afforestation/Reforestation, AR), avskogning (Deforestation, D) och skogsbruk (Forest management, FM). Det är också möjligt (men frivilligt) att rapportera och bokföra någon av aktiviteterna "bruk av åkermark" (Cropland management, CM), "bruk av betesmark" (Grazing land management, GM), "förnyelse av vegetation" (Revegetation, RV) och "dränering och restaurering av våtmarker" (Wetland drainage and rewetting, WDR). Sverige redovisar bara de obligatoriska aktiviteterna under KP:

Ny-/återbeskogad mark avser mark som från 1990 och framåt konverterats från brukad mark som ej är skogsmark till skogsmark medan avskogning avser mark som konverterats i omvänd riktning. I praktiken utgör därmed ny-/återbeskogning, mark som konverterats från jordbruksmark, betesmark eller bebyggd mark till skogsmark. Arealer för ny-/återbeskogad och avskogad mark ackumuleras från 1990 och kolpoolsförändringar rapporteras under respektive åtagandeperiod (för närvarande den andra åtagandeperioden 2013-2020). I KP används begreppet "mänskligt påverkad" som Sverige har likställt med "brukad". Detta begrepp har diskuterats i flera år och anses accepterats av parterna under Kyotoprotokollet.

Sverige har valt att definiera aktiviteten skogsbruk som aktiviteter på skogsmark enligt Klimatkonventionen. Därmed är arealen under aktiviteterna skogsbruk och ny-/återbeskogning mer eller mindre densamma som under Klimatkonventionens skogsmark och mark som konverterats till skogsmark.

Nybeskogning/Återbeskogning (Afforestation/Reforestation, AR)

Nybeskogning definieras som en markanvändningsförändring direkt orsakad av människan och där man omvandlar mark som inte varit skogsmark under minst 50 år till skogsmark genom plantering, fröspridning med utsäde och/eller genom mänsklig påverkan som gynnar en naturlig fröspridning. I praktiken anses alla markanvändningsförändringar från brukad mark (jordbruksmark, betesmark eller bebyggd mark) till skogsmark enligt definitionerna under UNFCCC vara direkt påverkade av människan.

Återbeskogning definieras som en markförändring direkt orsakad av människan och där man återbeskogar mark (genom plantering, fröspridning med utsäde och/eller genom mänsklig påverkan som gynnar en naturlig fröspridning) som tidigare varit beskogad men som däremellan har varit omställd till icke-skogsbruksmark.

Aktiviteten begränsas till att omfatta nybeskogning/återbeskogning av landområden som inte täcktes av skogsarealer den 31 december 1989. Landområden kan enbart lämna aktiviteten i samband med avskogning.

Skattningar av ny-/återbeskogning baseras på faktiska iakttagelser i fält. Nybeskogning och återbeskogning rapporteras tillsammans.

Avskogning (Deforestation, D)

Avser en markanvändningsförändring direkt orsakad av människan där tidigare skogsmark aktivt överförs till annan brukad mark. Det är här viktigt att kunna skilja på avverkning där fortsatt skogsproduktion skall ske och

avverkning för andra ändamål. Skattningar av avskogning baseras på faktiska iakttagelser i fält och dessa markområden kan aldrig lämna aktiviteten i rapportering och bokföring oavsett vad som händer med markområdet.

Skogsbruk (Forest management, FM)

Skogsbruk definieras som ett tillämpningssystem för förvaltning och användning av skogsmark med syftet att uppfylla relevanta ekologiska (inkl. biologisk mångfald), ekonomiska och sociala funktioner hos skogen på ett uthålligt sätt. Detta motsvarar i stort de arealer som enligt UNFCCC rapporteras som skogsmark plus mark som konverterats till skogsmark minus KP:s areal under ny-/återbeskogning. Mark kan lämna aktiviteten efter avskogning och land kan tillkomma om obrukad mark beskogas.

Bruk av åkermark (Cropland management)

Bruk av åkermark definieras som markanvändning där jordbruksgrödor produceras eller de landområden som används för träd eller som tillfälligt inte används för växtodling. Motsvarar mark som rapporteras under jordbruksmark enligt UNFCCC och som inte bokförs under annan aktivitet såsom avskogning. Sverige har inte valt att bokföra denna aktivitet under Kyotoprotokollet. Däremot redovisas den till EU, dock utan att ingå i avräkning mot några satta utsläppsmål. Detta kommer dock bli aktuellt efter år 2020.

Bruk av betesmark (Grazing land management)

Bruk av betesmark definieras som det markanvändningssystem som används för att föda upp boskap på betesmarker med syftet att styra mängden och typen av vegetation och boskap som produceras. Motsvarar mark som rapporteras under betesmark enligt UNFCCC och som inte bokförs under annan aktivitet såsom avskogning. Sverige har inte valt att bokföra denna aktivitet under Kyotoprotokollet. Däremot redovisas den till EU, dock utan att ingå i avräkning mot några satta utsläppsmål. Detta kan dock bli aktuellt efter år 2020.

Förnyelse av vegetation (Revegetation)

Förnyelse av vegetation (Revegetation) definieras som en av människan direkt orsakad aktivitet som syftar till att öka kolinlagringen inom ett landområde genom att etablera en vegetation som minst täcker en area av 0,05 hektar och vars vegetation inte passar in under definitionerna av aktiviteterna nybeskogning respektive återbeskogning. Sverige har inte valt att bokföra denna aktivitet under Kyotoprotokollet. Detta kan dock bli aktuellt efter år 2020.

Dränering och restaurering av våtmarker (Wetland drainage and rewetting)

Dränering och restaurering av våtmarker definieras som ett system för skötsel av våtmarker genom dränering och återvätning på organogen mark som täcker minst 1 hektar. Verksamheten gäller för all mark som har dränerats sedan 1990 och all mark som har restaurerats sedan 1990 och som inte redovisas inom någon annan aktivitet under KP. Dränering definieras som en beslutad och kontrollerad sänkning av grundvattennivån, restaurering genom återvätning definieras som en beslutad och kontrollerad återföring av vatten (delvis eller fullständig). Sverige har inte valt att bokföra denna aktivitet under Kyotoprotokollet. Detta kan dock bli aktuellt efter år 2020.

Beräkning av kolförrådsförändringar för rapportering under Klimatkonventionen, Kyotoprotokollet och EU

Sverige rapporterar årligen upptag och utsläpp av växthusgaser enligt de regler som fastställts av Klimatkonventionen⁶. I IPCC:s metodriktlinjer⁷ specificeras metodiken som ska användas för beräkningar av utsläpp och upptag av växthusgaser.

Under Klimatkonventionen ska kolpoolsförändringar rapporteras för levande biomassa (ovan och under mark), dött organiskt material (för skogsmark uppdelat i förna och död ved) och organiskt kol i mark som redovisas separat för mineraljord respektive organogena jordar (tabell 1).

Det är tillåtet (sannolikt mest av praktiska skäl) att utelämna förändringar som härrör från små obetydliga pooler som t.ex. små träd och örter. Det viktiga är att träd som står för större delen av den totala biomassan ingår och för Sveriges del avses således alla levande träd högre än 1,3 m. Död ved avser stående eller liggande döda träd eller rester av nedbrutna träd samt stubbar. Organiskt kol i marken avser levande och döda organiska partiklar som är mindre än ca 2 mm. Gränsen mellan död ved och organiskt kol i marken är satt så att allt dött organiskt material omfattas men enbart en gång. Under Kyotoprotokollet (KP) är kraven på att rapportera kolpooler högre än för UNFCCC och om en pool utelämnas måste man bevisa att den inte utgör en källa. Under Kyotoprotokollet rapporteras alltid fem kolpooler.

Tabell 1. Samma kolpooler rapporteras under både KP och UNFCCC men aggregeringen är lite annorlunda.

Klimatkonventionen	Kyotoprotokollet
Levande biomassa	Levande biomassa ovan jord Levande biomassa under jord
Dött organiskt material (DOM)	Död ved (även UNFCCC skogsmark Förna har denna uppdelning)
Organiskt kol i marken	Organiskt kol i marken
Mineraljordar	Mineraljordar
Organogena jordar	Organogena jordar

Sverige tillämpar i huvudsak tillståndsmetoden vid rapportering av kolpoolsförändringar. Tillståndsmetoden innebär att förändring av en kolpool skattas som förändring av kolförrådet mellan två tidpunkter. Det är annars vanligt att nettoförändringar för levande biomassa skattas som skillnaden mellan tillväxt och avgång (avverkning m.m.) eftersom det oftast är sådan statistik som finns tillgänglig.

Det främsta skälet för valet av tillståndsmetoden är noggrannhet. Eftersom skattningarna i Sveriges rapportering baseras på ett landsomfattande stickprov av provytor finns också en naturlig koppling av kolpooler till markanvändningskategorier. Ett tredje skäl är att samma princip kan tillämpas för alla typer av kolpooler.

Det är mycket svårt att med större noggrannhet mäta kolpoolsförändringar årligen. Därför rekommenderar IPCC en femårig inventeringscykel – vilket överensstämmer med Sveriges nuvarande inventering. Därmed sker rapporteringen årligen medan data vanligen interpoleras mellan inventeringar och ibland även extrapoleras. Således representerar rapporterade siffror en trend och kopplingen mellan utsläpp/upptag till faktiskt år för desamma beror på nationella förutsättningar.

⁶ UNFCCC Decision 24/CP.19. Revision of the UNFCCC reporting guidelines on annual inventories for Parties included in Annex I to the Convention.

⁷ IPCC 2006

Definition av kolpooler

Levande biomassa ovan mark

Kolpoolen levande biomassa ovan mark inkluderar all levande biomassa över tänkt stubbskär (1 % av trädhöjd) inkluderande stam med bark, grenar, frön/kottar och barr (ej löv). Avser alla träd med en höjd om minst 1,3 m.

Levande biomassa under mark

Denna pool definieras som stubbe med rötter med en diameter överstigande 2 mm. De finare rötterna, (<2 mm), ingår i endera poolen förna eller markens organiska material beroende på var de påträffas. Avser alla träd med en höjd om minst 1,3 m.

Död ved

Död ved definieras som stamvedsbiomassa för stående och liggande död ved och stubbar. Liggande död ved ska vara minst 1,3 m lång och med en diameter av minst 10 cm. Stubb och rotsystem inkluderar döda rötter ner till 2 mm i diameter.

Förna

Förnapoolen delas in i årsförna, grovförna och humuslager. Årsförna definieras som dött organiskt material som kvantitativt endast är marginellt nedbrutet och har sin ursprungliga struktur kvar, i huvudsak härstammande från det innevarande årets växtsäsong. Den utgörs till allra största delen av barr eller löv och finrötter, och till mindre del av grövre material som grova rötter, kvistar etc. Grovförna utgörs av dött organiskt material mellan 10 och 100 mm i diameter. Grövre material än 100 mm betecknas som död ved, och finare än 10 mm som årsförna. Med humuslager menas här ansamlingen av huvudsakligen organiskt material under nedbrytning i ett definierbart lager på mineraljordsytan, dvs. i humusformerna mår, moder och torvartad mår (obs – ej mull eller mulliknande moder i detta sammanhang).

Markkol - organiskt material i mark

Organiskt markkol avser mängden organiskt kol i finjorden (kornstorlekar <2 mm) i mineraljord samt i histosoler (organiska jordar, torvjordar med en mäktighet >40 cm alternativt >10 cm direkt på berggrund). Rapporteringsdjupet för mineraljordar är 50 cm från mineraljordens övre gräns. Om mineraljordslagret är tunnare än 50 cm rapporteras innehållet i hela mineraljordslagret. I histosoler räknas kolmängden ner till 50 cm djup alternativt till torvlagrets nedre gräns om denna ligger grundare än 50 cm. Observera att humuslager räknas till förna.

Metodik för beräkning av kolförrådsförändringar

Levande biomassa

Ramen för stickprovet som skattningarna baseras på består av ett rutnät av trakter som täcker hela Sveriges land och sötvattensareal inklusive en liten del av havet för att även omfatta eventuella öar⁸. För att öka noggrannheten för skattningar är ramen indelad i ca 30 strata som i princip motsvarar län där stickprovsintensiteten per strata är noga avvägd. En trakt består av cirkulära fältmätta provytor organiserade längs sidan av en fyrkant och för denna fyrkant av provytor varierar avståndet mellan provytor beroende på strata. Trakten utgör stickprovsenheten och den inventerade arealen av en enskild trakt kommer att representera en större areal i skattningen och alla trakter kommer tillsammans att representera hela Sveriges land och sötvattensareal.

Levande biomassa ovan mark skattas genom att tillämpa Marklunds⁹ biomassafunktioner på träd inventerade av Riksskogstaxeringen på permanenta provytor. Levande biomassa under mark skattas genom att tillämpa Petersson och Ståhls¹⁰ biomassafunktioner på motsvarande träd. De viktigaste oberoende variablerna för att skatta trädbiomassan är stamdiameter mätt 1,3 m över marken och trädslag. Dessa variabler mäts på varje träd större än 1,3 m och dessutom positionsbestäms varje träd med diameter större än 99 mm. Hälften av biomassan (torr vikt) utgör kol och för att konvertera kol till CO₂ används faktorn 44/12.

Marklunds allometrisk funktioner för enskilda träd utvecklades för att skatta biomassa för de olika trädfraktionerna barr (ej löv), grenar, bark och stam för trädslagen tall (*Pinus sylvestris*), gran (*Picea abies*) och björk (*Betula pendula* och *Betula pubescens*). Björkfunktionerna används på alla lövträd. Olika funktioner per trädfraktion är en styrka då dessa fraktioner utvecklas olika över tiden. För att representera hela Sveriges trädbiomassa lottades träd från 123 olika bestånd spridda över landet och underliggande material representerar också olika ståndorts och beståndsvariabler. Totalt inventerades ca 1300 träd och materialet anses vara ett av de bättre i världen.

Petersson & Ståhl utvecklade motsvarande funktioner för att skatta underjordsbiomassa för enskilda träd av tall och gran (granfunktioner används för lövträd). Funktionerna representerar levande biomassa under stubbskär ned till en rotdiameter av ca 2 mm. Underliggande material om ytterligare ca 80 utgrävda stubbssystem användes för att komplettera och för att kalibrera ca 600 stubbssystem utgrävda av Marklund. Det nya materialet omfattade en noggrannare inventering av små rötter än vad som var fallet för Marklunds material.

Död ved

På Riksskogstaxeringens provytor inventeras volymen död ved per nedbrytningsgrad och (om möjligt) per trädslag. Volym per nedbrytningsgrad konverteras till biomassa och vidare till kol/koldioxid med hjälp av konstanter¹¹. Ca 2500 prover av död ved per nedbrytningsgrad samlades in från Riksskogstaxeringens tillfälliga provytor och proverna analyserades i laboratorium. I samband med skattning av biomassa kan död ved enbart

⁸ Ranneby, B., Cruse, T., Häktlund, B., Jonasson, H., and Swärd, J. 1987. Designing a new national forest survey for Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 177, 29 p.

⁹ Marklund, L.G. 1988. Biomassafunktioner för tall, gran och björk i Sverige. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för skogstaxering, rapport 45. 73 sidor ISSN 0348-0496.

¹⁰ Petersson, H., and Ståhl, G. 2006. Functions for Below Ground Biomass of *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Betula pendula* and *B. pubescens* in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 21(Suppl 7): 84-93.

¹¹ Sandström, F., Petersson, H., Kruys, N. & Ståhl, G. 2007. Biomass conversion factors (density and carbon concentration) by decay classes for dead wood of *Pinus sylvestris*, *Picea abies* and *Betula* spp. in boreal forests of Sweden. *Forest Ecology & Management*, 243: 19-27.

kopplas till ägoslag vid senaste inventeringen. Skattningen är tämligen osäker på årsbasis varför resultaten baseras på utjämnade medelvärden för flera år.

Stubbar och rotsystem skattas med en modell som tar hänsyn till hur mycket stubbar som skapas och hur snabbt de bryts ner. Mängden skapade stubbar baseras på avverkade biomassa som i sin tur skattas från uppmätt tillväxt och nettoförändringen i levande biomassa. En konstant används för att beräkna biomassan i stubbar och rötter. Nedbrytningen modelleras med en nedbrytningsfunktion¹². Skillnaden mellan tillförd biomassa och nedbruten biomassa ger skillnaden i kolförråd för stubb- och rotsystem.

Förna (skogsmark och betesmark)

Kolmängden i årsförna skattas med utgångspunkt från beståndsegenskaper. Grov förna skattas med hjälp av data från Riksskogstaxeringen (RT) medan humuslagerkol mäts genom Markinventeringen (MI)¹³. Vid provtagningen av humuslager tas således årsförnan bort för att undvika dubbelräkning.

Årsförnan utgör en liten andel av det totala kolförrådet och skattas med hjälp av funktioner baserade på latitud, grundyta, ålder och brösthöjdsdiameter, som är ordinarie parametrar i RT. Flera olika funktioner för trädslagen gran respektive tall används där årsfallförnan (barrförnan) beräknas utifrån bestånds- och ståndortsegenskaper¹⁴.

Grov förna utgörs av dött organiskt material mellan 10 och 100 mm i diameter. Mängden grov förna antas vara ca 15 % av mängden död ved.

Skattningar av kolmängden och kolmängdsförändringar i humuslagret baseras på mätningar och provtagning som görs på permanenta provytor som ingår i MI. Humuslager definieras här som det översta skiktet i markprofilen som består av minst 75 % (vikt) organiskt material och uppfyller de kriterier som gäller för humusformsklasserna mår1, mår2, moder, torvartad mår och torv inom MI och som inte uppfyller de kriterier som gäller för jordmånen histosol. Om jordmånen är en histosol räknas kolet i humuslagret till markkolspoolen. Bestämningarna av kolpoolen i humuslagret begränsas av kolet i fraktionen som har en diameter ≤ 2 mm.

Markkol

Organiskt markkol i skogsmark och betesmark avser organiskt kol i finjorden (kornstorlekar < 2 mm) i mineraljord samt i histosoler (organiska jordar, torvjordar med en mäktighet > 40 cm alternativt > 10 cm direkt på berggrund). Rapporteringsdjupet för mineraljordar (dvs. utan humuslager) är 50 cm för Sverige. Om mineraljordslaget är tunnare än 50 cm rapporteras kolmängden i hela mineraljordslaget. I histosoler (organogen mark) rapporteras emissioner från hela markprofilen. Observera att humuslager räknas som förna.

För jordbruksmark beräknas kolbalansen för de översta 25 cm för mineraljord med en modell medan kolbalansen för organogen Jordbruksmark baseras på utsläppsfaktorer.

¹² 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*. 257: 5, 1445-1451

¹³ <http://www-markinventeringen.slu.se/>

¹⁴ Berg, B., Johansson, M-B., Tjarve, I., Gaitneks, T., Rokjanis, B., Beier, C., Rothe, A., Bolger, T., Göttlein, A. and Gertsberger, P. 1999a. Needle litterfall in a northern European spruce forest transect. Reports in Ecology and Forest Soils, Report 80, Department of forest Soils, Swedish university of agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. 36 pp. Berg, B., Albrektsson, A., Berg, M.P., Cortina, J., Johansson, M-B., Gallardo, A., Madeira, M., Pausaa, J., Kratz, W., Vallejo, R., and McClaugherty, C. 1999b. Amounts of litterfall in some pine forests in a European transect, in particular Scots pine. *Ann. For. Sci.* 56:625-639.

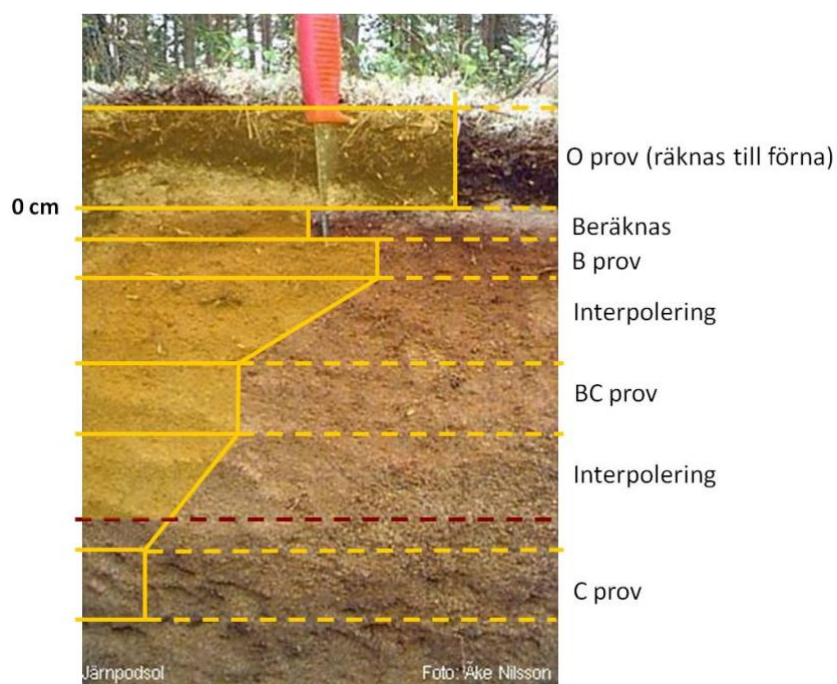
Skogsmark och betesmark - mineraljordar

Förändringen i markkolspoolen skattas som nettoförändringen på återinventerade provtytor. Den andra markinventeringen (1993 - 2002), tredje markinventeringen (2003 - 2012) och fjärde markinventeringen (2013 -) används för skattningarna.

Beräkningarna av kolmängden i mineraljorden sker i flera steg. Först beräknas kolmängden i de olika provtagna markhorisonterna. Sedan skattas mängden markkol i mellanliggande skikt genom interpolering. Därefter korrigeras den beräknade mängden kol i markprofilen för provytans stenighet.

Beräkningarna skiljer sig åt mellan den andra och de två senare markinventeringarna på grund av förändringar i provtagningsmetodiken. Vissa förändringar i provtagningsmetodiken som genomförts under pågående inventeringsperiod påverkar också beräkningarna. För beräkningar av kolmängden i mineraljordar (utom i A-horisonen, 0-10 cm, där s.k. volymsbestämt prov tas) används variabeln bulkdensitet BD (kg m^{-3}), dvs. mängden finjord per volymsenhet. Bulkdensiteten mäts inte i markinventeringarna utan skattas i beräkningarna med hjälp av en empirisk formel.

Interpolering används för att skatta kolmängderna i de markhorisontintervall som inte provtas (figur 3).



Figur 3. Bestämning av kolinnehållet i en markprofil baseras på uppmätta kolmängder och interpolering. Humuslagret utgör en del av förnapoolen.

Den totala kolmängden i markprofilen beräknas som summan av de mätta och interpolerade kolmängdsvärdena för de enskilda horisonterna korrigerade för volymen sten i markprofilen.

Skogsmark och betesmark - histosoler

Utsläpp från dränerade histosoler (torvmark) beräknas genom att multiplicera arealdata för varje specifik marktyp med en emissionsfaktor. Emissionsfaktorerna uttrycks som utsläpp per areal och baseras på mätningar i fält.

De emissionsfaktorer som används i klimatrapporeringen (tabell 2) kommer från Lindgren och Lundblad¹⁵ som baseras på IPCC:s metodrapport för våtmarker¹⁶. Ett stort antal studier har där använts för att skatta

¹⁵ Lindgren, A. and Lundblad, M. 2014. Towards new reporting of drained organic soils under the UNFCCC – assessment of emission factors and areas in Sweden. SLU. Department of Soil and Environment, Rapport 14. Uppsala 2014.

emissionerna. Emissionsfaktorerna delas här upp för olika näringsstatus och i en nord-sydlig gradient (boreal och tempererad).

Uppdelningen i näringsrika och näringsfattiga torvmarker¹⁷ baseras på vegetationskarteringen som bedrivs under RT. Den dominerande markvegetationen speglar markens näringsstatus. Arealmässigt dominerar fattigare myrtyper men när det gäller de dränerade torvmarkerna så är drygt 60 % näringsrika.

En histosol anses dränerad om ett dike observeras inom 25 meter från provytans centrum i RT.

Tabell 2. Emissionsfaktorer enligt Lindgren och Lundblad (2014). Värden inom parentes anger konfidensintervall (95 %) och antal mätplatser.

Typ av mark	Klimat	Näringsstatus	Emissionsfaktorer (viktenhet per hektar)				
			ton CO ₂ -C	kg N ₂ O-N	kg CH ₄	dike kg CH ₄	DOC ton CO ₂ -C
Dränerad Skogsmark	Boreal	Rik	0,93	3,2	2	5,4	0,12
		Fattig	0,25	0,22	7	5,4	0,12
	Tempererad	Rik	2,6	2,8	2,5	5,4	0,12
		Fattig	2,6	2,8	2,5	5,4	0,12
Dränerad Jordbruksmark	Boreal/ Tempererad		6,1	13	0	58,3	0,12
Dränerad Gräsmark	Boreal	Rik	0,93	3,2	1,4	5,4	0,12
		Fattig	0,25	0,22	1,4	5,4	0,12
	Tempererad	Rik	2,6	2,8	2,5	5,4	0,12
		Fattig	2,6	2,8	2,5	5,4	0,12
Torvbrytningsmark			2,8	0,3	6,1	26,2	0,12

Orörda histosoler antas vara i balans vad gäller kolflöden och inga emissioner beräknas för dessa marker.

Koldioxidemissionerna per provyta beräknas genom att multiplicera den ytspecifika emissionsfaktorn med den provytearealen.

Jordbruksmark - mineraljordar

Mineraljordens årliga kolbalans beräknas för åtta produktionsområden med modellsystemet ICBM-region¹⁸. För beräkningarna utnyttjas dagliga väderdata, årliga avkastningsvärden och stallgödselanvändning per region samt resultaten från en riksomfattande provtagning av kolhalt, textur m.m.

Den genomsnittliga förändringen per hektar beräknas genom viktning av kolinnehållet per hektar och region och det totala kolinnehållet i mineraljorden beräknas genom att kolinnehållet per hektar multipliceras med arealskattningen för åkermark som görs i RT efter subtraktion av arealen organogen mark.

Jordbruksmark - organogena jordar

De organogena jordarnas kolbalans beräknas genom att multiplicera en genomsnittlig emissionsfaktor för koldioxid med den totala arealen organogen jordbruksmark.

¹⁶ IPCC 2014, 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands, Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T.G. (eds). Published: IPCC, Switzerland.

¹⁷ Till näringsrika marker hänförs marker av ört-, blåbärs- och grästyper medan marker av startyp och lingontyp hänförs till näringsfattiga (se detaljerad tabell i Lindgren och Lundblad (2014).

¹⁸ Andrén, O., Kätterer, T., & Karlsson, T. (2004). ICBM regional model for estimations of dynamics of agricultural soil carbon pools. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 70, 231-239. Andrén, O., Kätterer, T., Karlsson, T., & Eriksson, J. (2008). Soil C balances in Swedish agricultural soils 1990-2004, with preliminary projections. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 81, 129-144.

Emissionsfaktorn som används i klimatrapporteringen kommer från Lindgren och Lundblad (se ovan) som baseras på IPCC:s metoderapport för våtmarker. Ett stort antal studier har där använts för att skatta emissionerna. Emissionsfaktorn för koldioxid från jordbruksmark är 6,1 ton CO₂-C ha⁻¹ år⁻¹.

Arealen organogen jordbruksmark har skattats med hjälp av den digitala jordartskartan och geografiska databaser för markanvändning¹⁹. Den senaste skattningen resulterade i en areal om drygt 177 kha år 2015 och tendensen är att arealen organogen jordbruksmark minskar över tid precis som den totala arealen jordbruksmark.

¹⁹ Land use on organic soils in Sweden – a survey on the land use of organic soils within agriculture and forest lands during 1983-2014. Saira Pahkakangas, Örjan Berglund, Mattias Lundblad, Erik Karlun. Institutionen för mark och miljö Rapport 21 Department of Soil and Environment Report 21.

Beräkning av övriga emissioner för rapportering under Klimatkonventionen, Kyotoprotokollet och EU

Ytterligare fem kategorier av emissioner rapporteras under markanvändningssektorn. Dessa emissioner kan inte kopplas till någon kolpool och avser växthusgaserna koldioxid, lustgas och metan (koldioxid är den enda växthusgas som rapporteras för kolpooler). Beräkningarna beskrivs kortfattat nedan. För mer detaljer om beräkningarna hänvisas till Sveriges årliga inventeringsrapport²⁰.

Gödsling (lustgas)

Lustgasemissioner i samband med kvävegödsling av skog skattas baserat på försålda mängder gödselmedel. De direkta lustgasemissionerna beräknas genom att multiplicera försålda mängder gödselmedel med konstanter enligt IPCC. Det finns därmed ingen koppling mellan emissionen och ägoslag men sannolikt sker gödslingen i medelålders och äldre skogar. Alla emissioner anses därför ske från skogsmark (UNFCCC) via aktiviteten skogsbruk (KP).

Lustgas, metan och löst organiskt kol (DOC) från dränerad mark

Lustgas- och metanemissioner samt löst organiskt kol (DOC) från dränerad mark rapporteras på samma sätt som koldioxid, dvs. baserat på näringsklass (om möjligt) och klimat (om möjligt). Emissionsfaktorerna som används visas i tabell 2 och arealerna är desamma som för koldioxidberäkningarna.

Utsläpp vid torvproduktion (koldioxid, lustgas, metan och löst organiskt kol (DOC))

Markrelaterade växthusgasemissioner i samband med torvproduktion avser utsläpp genom mineralisering vid extraktion av torv för bränsle och jordbruksändamål. Utsläppen från mark beräknas genom att multiplicera den årligen utnyttjade arealen för torvproduktion med emissionsfaktorer för respektive gas (tabell 2). Dessa utsläpp redovisas under kategorin våtmark.

Utsläppen från användningen av energitorv redovisas i energisektorn medan utsläppen från odlingstorv beräknas och redovisas aggregerat med markrelaterade utsläpp från produktionen av torv. Beräkningarna av utsläppen från odlingstorv utgår från den årligen producerade mängden varje år, dess kolinnehåll och antaganden om hur snabbt torven bryts ner då den används som odlingssubstrat.

Mineralisering (lustgas)

Lustgasemissioner i samband med mineralisering vid markanvändningsförändringar och förändrat bruk av mark rapporteras under UNFCCC för varje markanvändningskategori och i förekommande fall även under Kyotoprotokollets aktiviteter. Emissionerna utgår från kolförrådsförändringarna för varje rapporterad kategori. Om nettot av kolbalansberäkningen är en förlust av kol antas kväve mineraliseras och avgå som lustgas. Emissionerna beräknas genom att multiplicera kolförrådsförändringen med markens kol/kväve kvot och konstanter (IPCC) för hur mycket av kvävet som avgår som lustgas.

Indirekta emissioner (lustgas)

Indirekta emissioner utgörs av förflyktigande av kväve efter tillförsel av gödselmedel samt utlakning och avrinning av kväve från mark som tillförts genom kvävegödsling. Utsläppen beräknas baserat på de direkta utsläppen av lustgas (gödsling och mineralisering) genom multiplikation med konstanter från IPCC.

Brand (lustgas och metan)

Emissioner av koldioxid, lustgas och metan för okontrollerad brand baseras på subjektivt bedömda brunna arealer i samband med utryckning (tillhandahålls av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap). Arealerna matchas med liknande markanvändningskategorier enligt Riksskogstaxeringen. Vid brand antas en viss andel

²⁰ National Inventory Report Sweden 2017 submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol

av den biomassa som vanligen finns på sådan mark att brinna. Emissionerna baseras därför på bränd areal, andel av biomassa som brinner samt på konstanter enligt IPCC:

$$N_2O_{burning}=A \cdot B \cdot 0,01 \cdot 0,007 \cdot 44/28$$

$$CH_4_{burning}=A \cdot B \cdot 0,012 \cdot 16/12$$

där A är den brunna arealen [$ha \text{ år}^{-1}$] och B är den brunna kolmängden [$kt \text{ ha}^{-1}$].

På samma sätt beräknas emissioner från kontrollerad brand men med arealer från Skogsstyrelsen.

Koldioxidutsläppen redovisas inte separat för brand eftersom de antas ingå i kolförrådsförändring baserat på RT:s mätningar.

Under UNFCCC antas all skoglig brand ske på skogsmark medan övrig brand på betesmark. All skoglig brand rapporteras under aktiviteten skogsbruk (KP). Således rapporteras inga emissioner från brand på nybeskogad eller avskogad mark.

Träprodukter (HWP)

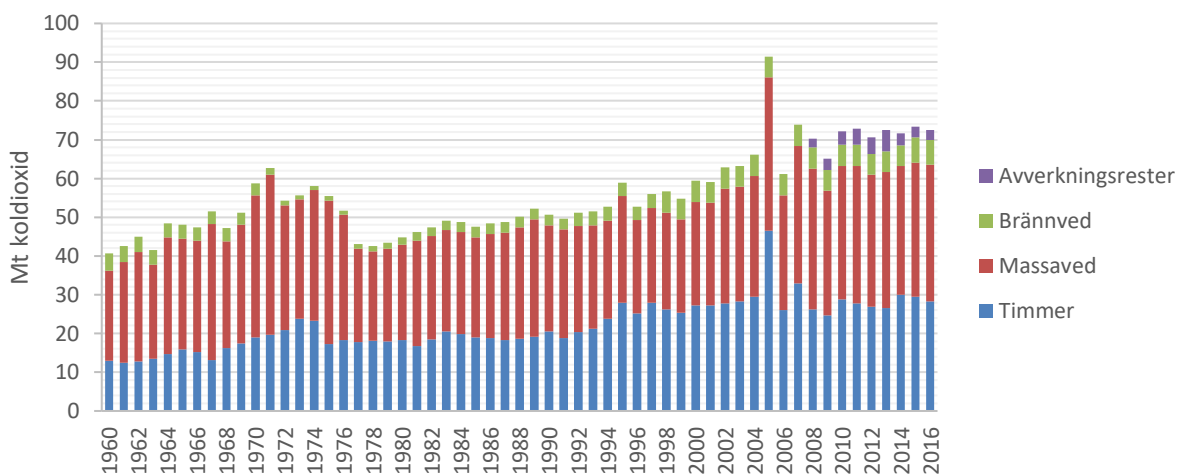
Tidigare (t.o.m. 2012) redovisades all avverkning av biomassa som direkta utsläpp vilket betyder att allt som tas tillvara vid avverkningar antas gå tillbaka till atmosfären som koldioxid inom samma år.

Numera beaktas kolinlagringen i träprodukter (benämns hädanefter HWP, harvested wood products), som allokerar utsläppen när de sker i tid på ett mer korrekt sätt. Det gör att HWP långsiktigt kan utgöra en kolsänka om avverkningen och mängden som används till produkter som används under lång tid ökar. HWP definieras som all biomassa som tas tillvara vid avverkning.

Hur länge kolet lagras i HWP varierar stort, från avverkningsrester som förbränns samma år till att byggas in i byggnader och där lagras i flera sekler. Utsläppen från HWP som bryts ner eller förbränns kan vara i paritet med, eller högre än, vad som finns inbundet i producerad mängd HWP och då sker ingen ökning av kolförrådet i HWP. Om produktionen däremot är högre än förbränning och nedbrytning kan HWP i kolrapporteringssammanhang betraktas som en kolsänka. Exempelvis kan en gynnsam konjunktur resultera i en hög produktion av trähus medan mängden hus som rivs under samma period inte är större än normalt.

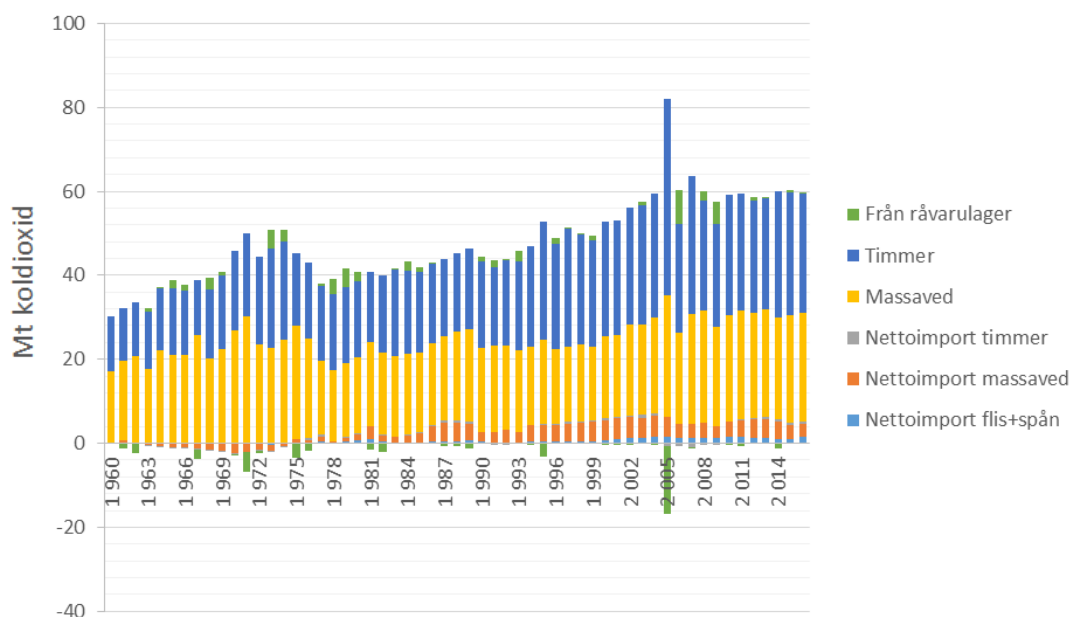
Kolets väg från skog till produkter och tillbaka till atmosfären

Sveriges skogar tar genom fotosyntesen upp ca 165 M ton CO₂ varje år. Avverkningsnivån och övrig avgång motsvarar ungefär 125 respektive 15 M ton CO₂ per år. Ungefär hälften av den avverkade biomassan (stubbar, grenar och barr samt kvarlämnat rundvirke) lämnas kvar på avverkningsplatsen och bryts så småningom ner, och kolet går då tillbaka till atmosfären i form av koldioxid. Rundvirket inkl. bark som togs ut de senaste 5 åren vid avverkning motsvarade drygt 65 M ton CO₂ per år i medeltal. Även en del avverkningsrester togs till vara för energitvinning (figur 4).



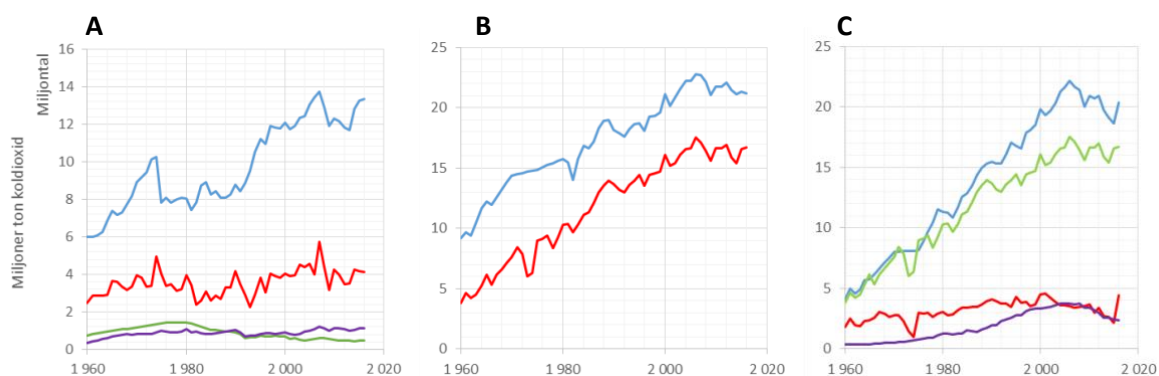
Figur 4. Tillvaratagen mängd biomassa (inkl. bark) vid gallring och slutavverkning omräknat till M ton CO₂. Övrigt rundvirke innehåller ved mm, mängd avverkningsrester (grenar och toppar, GROT, data endast från och med 2007) skattades med hjälp av skogsstyrelsens uppgifter om anmälda uttag.

Under samma period var nettoimporten (import-export) av råvaror motsvarande ca 5,5 M ton CO₂. Tillförseln till industrin var alltså ca 65 M ton CO₂ (figur 5).



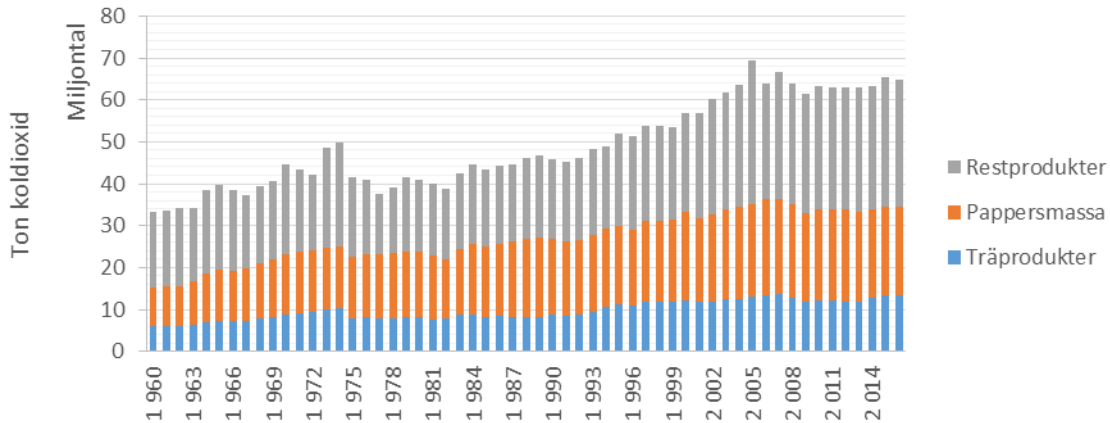
Figur 5. Tillförd mängd råvara (inkl. bark) till industrin omräknat till M ton CO₂, justerat för förändring i råvarulagrets storlek. Nettoimport=import-export, Uppgifter om import och export saknas för perioden 1995-2001.

Av detta producerades pappersmassa motsvarande drygt 20 M ton CO₂ (figur 3,4) varav en del exporterades, pappersproduktionen var ändå ungefär lika stor som massaproduktionen på grund av tillförseln av returpapper (figur 3). Produktionen av träprodukter (sågade trävaror och träbaserade skivor) motsvarade 14, M ton CO₂, varav ungefär 55 % exporterades (figur 5.3, 5.4). Av den tillvaratagna mängden rundvirke blev alltså drygt 20 % träprodukter varav 55 % gick till utlandet, vilket innebär att ca 9 % av det tillvaratagna rundvirket vidareförädlades i den Svenska bygg- och snickeriindustrin.



Figur 6. Produktion och konsumtion av halvfabrikat, **A:** produktion (blå) och inhemsk konsumtion av sågade trävaror (röd), produktion (grön) och inhemsk konsumtion (lila) av träbaserade skivor, **B:** produktion (blå) och inhemsk konsumtion (röd) av pappersmassa, **C:** produktion (blå) och inhemsk konsumtion (röd) av papper, samt konsumtion av pappersmassa (grön) och returpapper (lila).

Resten av uttaget, ca 50 M ton CO₂ (figur 7), utgörs av bark, massaindustrins returlutar, flisade restprodukter, pellets och briketter, ved, etc. som i huvudsak förbränns för energiframställning. Till denna pool kan även ved och GROT (avverkningsrester) adderas.



Figur 7. Industrins produktion av halvfabrikat omräknat till M ton CO₂. Träprodukter inkluderar träbaserade skivor och sågade trävaror, restprodukter innefattar bark, returlutar, spån, flis, etc. som i huvudsak går till energiframställning.

Av kolet i den tillvaratagna mängden HWP hamnar alltså lite drygt 20 % i halvfabrikat med lång omloppstid, det vill säga sågade trävaror och träbaserade skivor (benämns trävaror). Huvuddelen av resterande 80 % omsätts betydligt snabbare och återgår till atmosfären i huvudsak genom förbränning. Andelen restprodukter har ökat från ca 40 % i mitten av 70-talet till ca 45 % idag (justerat för importerade råvaror, användande av returpapper vid massaframställning, och mellanårsskillnader i råvarulagens storlek). Därefter sker ytterligare spill i förädlingsindustrin innan trävarorna så småningom byggs in i slutprodukter som i sin tur kan ha kort livslängd, som formvirke och emballage, eller lång livslängd som hus och möbler. En del av slutprodukterna exporteras. Det är följaktligen en relativt liten andel av kolet som tas tillvara vid avverkning som så småningom hamnar i slutprodukter med lång livslängd och som således utgör den del i HWP-poolen som har störst betydelse som kolsänka.

Beräkning för rapportering under Klimatkonventionen och Kyotoprotokollet

För beräkning av nettoinlagring i HWP-poolen för rapportering under UNFCCC och Kyotoprotokollet används metodik som föreskrivs av IPCC²¹. Länderna har egentligen möjlighet att välja någon av de metoder som föreskrivs av IPCC men i princip alla länder beräknar HWP enligt den så kallade produktionsansatsen (production approach, PA). Beräkningssätten som beskrivs av IPCC åtskiljs av hur handeln av trävaror hanteras, samt av hur utsläpp och upptag ska fördelas mellan länderna. Med PA beräknas kolförrådets förändring på det som producerats inom landet oavsett var det så småningom hamnar, vilket innebär att import exkluderas och export inkluderas.

Skattningar för Sveriges rapportering görs med ett beräkningsverktyg som vidareutvecklats från det beräkningsverktyg (EXPHWP) som bifogas IPCC:s riktlinjer.

Tillgängliga data kommer från Skogsstyrelsen innehåller uppgifter om produktion, export och import av råvara (rundvirke, flis, massa) samt halvfabrikat som sågade trävaror, träbaserade skivor och papper, från och med 1961. Beräkningarna baseras på data om halvfabrikat.

För varje år beräknas inflöde av kol i respektive kategori. Inflödet multipliceras med kvoten mellan rundvirkesproduktion och rundvirkeskonsumtion för att exkludera halvfabrikat som härrör från importerat rundvirke. De år då importen av rundvirke översteg exporten, vilket oftast var fallet, blir kvoten < 1.

Inflödet multipliceras därefter med en nedbrytningsfaktor som beskriver andel som varje år försvinner från poolen. Även förrådet från året före multipliceras med en nedbrytningsfaktor och adderas sedan till inflödet

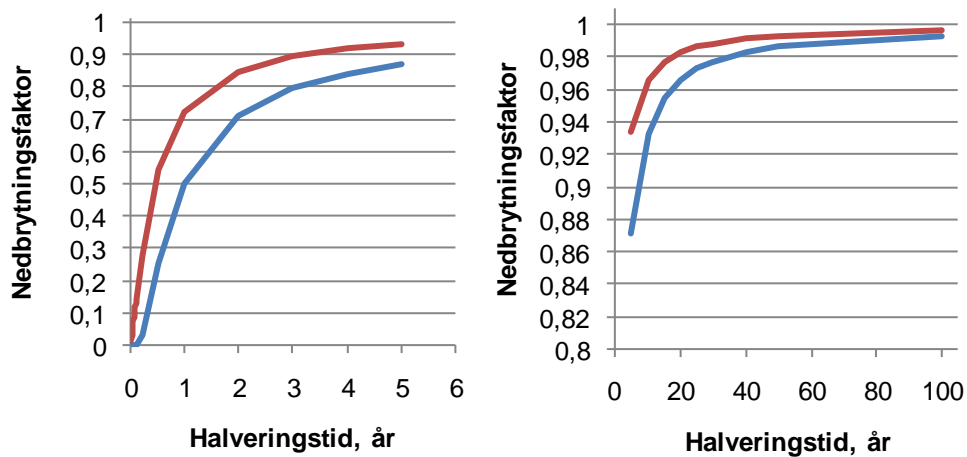
²¹ IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.

varvid förrådet för innevarande år erhålls. Nedbrytningsfaktorn beräknas som funktion av halveringstid (antal år det tar för hälften av trä och pappersvarorna att förbrukas):

$$(1) \quad F_{t+1} = F_t * e^{-k}$$

$$(2) \quad I_e = I_f * (1 - e^{-k}) / k$$

där (1) används för att beräkna kvarvarande mängd från året innan, och (2) för att beräkna införsel under innevarande år. F =förråd, $k=\ln(2)/\text{halveringstid}$, I =införsel (figur 8).



Figur 8. Nedbrytningsfaktorns storlek som funktion av halveringstiden. Blå: multipliceras med förrådet från föregående år, röd: multipliceras med innevarande års inflöde av nya produkter. Kurvan illustreras uppdelat i två figurer, den vänstra med halveringstid 0 – 5 år, den högra 5 – 100 år.

Halveringstiderna som används är 35,25 och 2 år för sågade varor, träbaserade skivor respektive pappersprodukter. Kolförrådets förändring för innevarande år beräknas sedan genom att förrådet för innevarande år subtraheras från förrådet nästkommande år.

För att skapa en längre tidsserie beräknas kolförrådet före 1961 som en viss andel av inflödet 1961. Förrådet år 1900 sätts till 0 och inflödet år 1900 beräknas som inflödet från 1961 multiplicerat med $e^{0,0151*(1900-1961)}$. Värdet 0,0151 är default för Europa. Inflödet år 1900 adderas till förrådet år 1900 (= 0) som resulterar i förrådet för 1901. Inflödet för 1901 beräknas som $(e^{0,0151*(1901-1961)}) * (\text{inflöde 1961})$, som adderas till förrådet för 1901, vilket resulterar i förrådet för 1902. Detta upprepas fram till 1961.

För mer detaljer om beräkningarna hänvisas till Sveriges årliga inventeringsrapport²².

²² National Inventory Report Sweden 2017 submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. Naturvårdsverket.