



Nr C 689
Juli 2022

Negativa klimatutsläpp genom användning av biogena kolsänkor

Martin Erlandsson, Eskil Mattsson, Jeanette Nilsson



I samarbete med Lokal färdplan för en klimatneutral bygg- och
anläggningssektor i Malmö 2030 (LFM30)

Författare: Martin Erlandsson, Eskil Mattsson och Jeanette Nilsson

Medel från: VINNOVA Verket för Innovationssystem

Rapportnummer C 689

ISBN 978-91-7883-397-9

Upplaga Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© **IVL Svenska Miljöinstitutet 2022**

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm

Tel 010-788 65 00 // www.ivl.se

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

Förord

LFM30 (Lokal färdplan för en klimatneutral bygg- och anläggningssektor i Malmö 2030) är ett lokalt initiativ för att påskynda bygg- och anläggningssektorns klimatomställning och genomförande av Agenda 2030. LFM30 lanserades i maj 2019 och är idag en förening som samlar över 190 byggaktörer från hela värdekedjan. LFM30:s uppdrag är att gå steget före i en lokal geografisk testbädd och visa vägen för andra och kompletterar på så sätt den nationella färdplanen för fossilfri konkurrenskraft i bygg- och anläggningssektorn. LFM30 är ett stöd och arbetar tillsammans för att uppnå målet om att bygga och förvalta klimatpositivt till år 2035. Det är de anslutna aktörerna som har huvudansvar för genomförandet. Nedan ges ett urval av från LFM30:s klimatlöfte och mål:

- Vi är transparenta, mäter, följer upp och kommunicerar löpande hur vi efterlever denna färdplan. Vi redovisar våra resultat (faktiska utsläpp) öppet årligen och delger andra kunskap om vårt arbete med färdplanen (exempelvis genom teoretiska utsläpp i projekterade projekt).
- Mål 2025: Alla deltagande aktörer ska ha kommit halva vägen med att minska sin klimatpåverkan från byggskedet, jämfört med ursprungsläget år 2020. Alla byggherrar förväntas i genomsnitt ha minskat klimatpåverkan i sin fastighetsportfölj nyproduktion med cirka 30 %.
- Mål 2030: Alla byggnader och anläggningar i lokal testbädd Malmö ska byggas och förvaltas klimatneutralt sett över livscykeln. För nyproducerade byggnader förväntas klimatpåverkan i genomsnitt minska med cirka 40–50 % från år 2020 till 2030, och den klimatpåverkan som uppstår ska återbetalas så att en klimatneutral budget uppstår under byggnadens livscykel.
- Mål 2035: En klimatpositiv bygg- och anläggningssektor i Malmö. Byggherrar förväntas ha minskat klimatpåverkan med i genomsnitt cirka 75 % i sin fastighetsportfölj under perioden 2020–2035. Vidare ska klimatkompensation/återbetalning signifikant överstiga den klimatpåverkan som finns kvar.

LFM30:s klimatlöfte har som mission att ligga flera år före lagkrav och den nationella färdplanen, och att utgöra en föregångare för att på ett transparenta, mäta, följa upp och kommunicera efterlevnaden av dessa löften och mål som upprättats i den lokala färdplanen. För detta syfte har LFM30 tagit fram en metod för klimatbudget som utvecklas och förfinas löpande.

Denna rapport är ett resultat av ett Vinnova-finansierat projekt; Standardisering av klimatberäkningsmodell för bygg- och anläggningssektorn (diarienummer 2020-04396). Rapporten är en av flera leverabler från detta projekt och utgör grunden för en standardiserad metod för att beräkna negativa utsläpp från växter samt biokol som ett verktyg för att skapa biogena kolsänkor. Rapporten ger även förslag på kriterieanvisningar som kan implementeras i kommande uppdateringar av LFM30:s kriteriedokument.

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	6
Summary	7
1 Inledning	8
1.1 Bakgrund	8
Metodansatsens mål, syfte och avgränsningar	9
1.2	9
1.3 Standardiserade beräkningsmetoder finns för byggmaterial och byggnader.....	10
2 Klimatbudget enligt LFM30	10
2.1 Först måste man nå målgränsvärde	11
2.2 Halva byggskedets klimatskuld ska betalas innan överlämnande.....	11
2.3 Därefter behöver driften bli klimatneutral.....	12
2.4 Klimatbudgeten måste vara en del av fastighetsägarens förvaltning av en byggnad.....	12
3 Metodik för negativa klimatutsläpp	13
3.1 Negativa utsläpp enligt LFM30.....	13
3.2 Jämförelse med skogen och dess produkter som kolsänka	14
3.2.1 Trä i skogen som kolsänka bedöms på landskapsnivå	14
3.2.2 Klimatnyttan förutsätter återplantering	15
3.2.3 Kort rotationsperiod ger störst kolsänka	16
3.3 Grönstruktur i bebyggd miljö som kolsänka.....	16
3.3.1 Analysperioden är satt till 50 år	17
3.3.2 Referensnivån är skillnaden mellan hur tomten var beväxt före och efter exploateringen...	17
3.3.3 Markkol är också en del av referensnivån	17
3.3.4 Träd får fler analysperioder	18
3.3.5 Biokol som kolsänka hanteras med certifikat	18
3.4 Byggskedets klimatpåverkan är möjligt att kompensera fullt ut – ett beräkningsexempel	19
3.5 Man måste även ta hänsyn till drift och anläggningsaspekter	21
Exempel på.....	21
4 Kolförråd, koluption och dess nyckeltal.....	21
4.1 Biogena kolsänkor bidrar till minskad växthuseffekt	22
4.1.1 Skog och stadsträd.....	22
4.1.2 Gröna tak	23
4.1.3 Gräsytor	23
4.1.4 Biokol	23
4.2 Förslag till nyckeltal	25
4.2.1 Grönstruktur	25
4.2.2 Biokol i en markbädd	26
Referenser.....	28

Bilaga 1. Förslag till kriterier för att hantera markkol och växtlighet i en klimatbudget.....	30
--	----

Sammanfattning

Senast år 2045 ska Sverige inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären och detta kräver att vi i en framtid måste kunna bygga klimatneutrala byggnader. Malmö vill gå före och har genom initiativet lokal färdplan Malmö 2030 (LFM30) som mål att vara klimat neutralt redan 2030. Den byggda miljön står idag för omkring en femtedel av Sveriges totala klimatpåverkan. För att uppnå klimatneutrala byggnader är 'äkta' negativa utsläpp viktiga, det vill säga åtgärder som faktiskt minskar halten av koldioxid i luften och inte bara undviker utsläpp.

Ett sätt vi redan idag kan skapa negativa klimatutsläpp direkt i byggskedet är att jobba med biogena kolsänkor. Det kan vi till exempel göra genom att använda biobaserade material såsom biokol som används till exempel i betong eller i en växtbädd eller i marken som en renodlad sänka. Andra alternativ är att bygga med trä eller andra förnybara material.

I denna rapport tar vi fram underlagsuppgifter så att storleksordningarna på dessa sänkor ska kunna bedömas. Vi har gjort detta genom att ta fram en metodansats som baseras på bokförings-LCA och som är kompatibel med den metodik som redan tillämpas i LFM30 för att beräkna betydelsen av det trä som byggs in i en byggnad (Erlandsson 2020). Enligt denna redan etablerade metodansats analyseras kolbalansen för skogen på landskapsnivå som innebär att alla skogens skeden finns som en del av analysen, dvs en medelvärdesbild (när åldersgenerationerna är jämnt fördelade). För planterade växter beräknas därför analogt det kol som i medeltal under analysperioden lagras i de planteringar som görs inklusive tillskottet från biokol. För enskilda stadsträd har metodiken utvecklats för att ta hänsyn till att träden växer, och skapar en biogen kolsänka, som sträcker sig över analysperiodens 50 år. Metodiken innebär att det som binds in i respektive analysperiod kan tillgodoräknas i projektets klimatbudget. På så sätt uppstår ingen dubbelbokföring samtidigt som nyttan av att bevara stora träd i den byggda miljön stärks.

I rapporten finns nyckeltal och schabloner för att möjliggöra en mer likformig beräkning så att den som ska göra beräkningar framgent, i brist på specifika underlagsdata, kan göra samma antagande. Vi har även gett ett räkneexempel som visar att ett flerbostadshus av massivträ som klarar de målgränsvärde som ställs upp i LFM30 kan genom att planera växter samt inkludera biokol i växtbäddarna, redan idag – med produkter som går att köpa – uppnå en klimatneutral byggnad. I detta fall kompenseras byggskedet klimatpåverkan fullt ut med negativa utsläpp i form av biogena kolsänkor.

Vår genomgång och sammanställning av nyckeltal visar det finns ett behov av att ta fram ett standardiserat räknesätt för klimatberäkningar av nyplantering av träd och andra växter. Dataunderlaget för kolinbindning för olika vegetationstyper är dessutom bristfälligt och begränsat. I många fall baseras nyckeltalen på studier och försök i andra länder med likande klimatologiska förutsättningar. Det finns också ett stort behov av nya kvantifierbara studier som tar hänsyn till arter/sorter, planteringsstorlek, tillväxthastighet (bonitet) och geografisk plats (klimat). Det behövs också framtida studier som kartlägger markbundet kol och det kol som kan bindas i marken vid trädplantering fördelat på minerogena och organogena (torv) marker. De nyckeltal som tagits fram i denna rapport har inte inkluderat markkol på organogen mark på grund av bristande dataunderlag. Det behövs även fler kvantifierade studier om förluster av kolförråd i mark i samband med exploatering av olika marktyper och hur dessa ska beräknas. Sådana studier kan bidra till kunskap om hur marken i våra städer bör hanteras och skötas för att bidra till störst klimatnytta.

Summary

By 2045 at the latest, Sweden climate goal is that there we will not contribute with any net emissions of greenhouse gases into the atmosphere, and this requires that we also must be able to build climate-neutral buildings in the future. Malmö wants to be a forerunner, and in the initiative local roadmap Malmö 2030 (LFM30) aims to be climate neutral already by 2030. The built environment today accounts for about one fifth of Sweden's total climate impact. In order to achieve climate-neutral buildings, 'genuine' negative emissions are important, i.e. measures that actually reduce the level of carbon dioxide in the air and not just avoid emissions.

One way we already now can create negative climate emissions directly in the construction phase is to work with biogenic carbon sinks. We can do this, for example, by using bio-based materials such as biochar that are used, for example, in concrete or in a plant bed or in the soil as a pure sink. Other options include building with wood or other renewable materials.

In this report, we develop supporting data so that the orders of magnitude of these sinks can be assessed. We have done this by developing a methodological approach based on accounting LCA that is compatible with the methodology already applied in LFM30 to calculate the significance of the wood built into a building (Erlandsson 2020). According to this methodological approach, the carbon balance of the forest is analyzed at the landscape level. For planted plants, therefore, by analogy, the carbon that is stored on average during the analysis period in the plantings made including the supplement from biochar is calculated. For individual urban trees, the methodology has been developed to take into account that the trees grow, creating a biogenic carbon sink, which extends over the 50 years of the analysis period. The methodology means that what is tied into each analysis period can be credited to the project's climate budget. In this way, no double accounting occurs while the benefit of preserving large trees in the built environment is strengthened.

The report contains key figures and examples to enable a more uniform calculation so that the person who will make calculations in the future, in the absence of specific supporting data, can make the same assumption. We have also given a calculation example that shows that an apartment building made of solid wood that meets the target limit values set in LFM30 can, by planning plants and including biochar in the plant beds, already today – with products that can be bought – achieve a climate-neutral building. In this case, the climate impact of the construction phase is fully compensated by negative emissions in the form of biogenic carbon sinks.

Our review and compilation of key figures shows that there is a need to develop a standardized calculation method for climate calculations of new planting of trees and other plants. In addition, the data base for carbon sequestration for different vegetation types is inadequate and limited. In many cases, the key figures are based on studies and experiments in other countries with similar climatological conditions. There is also a great need for new quantifiable studies that take into account species/varieties, planting size, growth rate and geographical location (climate). Future studies are also needed that map terrestrial carbon and the carbon that can be sequestered in the soil during tree planting distributed on minerogenic and organogenic (peat) soils. The key figures produced in this report have not included soil carbon on organogenic soil due to a lack of data base. There is also a need for more quantified studies on the use of carbon stores in soil in connection with the development of different land types and how these should be calculated. Such studies can contribute to knowledge about how the land in our cities should be managed and managed in order to contribute to the greatest climate benefit.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Ett problem idag är att det inte finns konsensus om en metod hur en biogenkolsänka ska beräknas som ett negativt klimatutsläpp och hanteras i en LCA. Det saknas dessutom både underlagsdata och kunskap om hur beräkningar av sådana negativa utsläpp från för växter och biokol ska genomföras. Med bakgrund av detta presenterar vi i denna rapport ett förslag på metodansats samt dataunderlag så att storleksordningarna på sådana sänkor ska kunna bedömas.

Senast år 2045 ska Sverige inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären och detta kräver att vi i en framtid måste kunna bygga klimatneutrala byggnader. För att uppnå klimatneutrala byggnader är 'äkta' negativa utsläpp viktiga, det vill säga åtgärder som faktiskt minskar halten av koldioxid i luften och inte bara undviker utsläpp.

Redan idag går det att skapa negativa klimatutsläpp direkt i byggskedet genom att jobba med biogena kolsänkor. Ett sätt är att använda biobaserade material såsom biokol som används till exempel i betong eller i en växtbädd eller i marken som en renodlad sänka. Andra alternativ att tillföra biobaserade material är att bygga med trä eller andra förnybara material. I internationell klimatrapportering beaktas kolsänkan för träprodukter (harvested wood products, HWP) genom att det negativa utsläppet har en halveringstid på 35 år. Denna metodik är inte direkt tillämplig i en livscykelanalys utan måste beräknas på annat sätt.

Den byggda miljön står idag för omkring en femtedel av Sveriges totala klimatpåverkan. Senast år 2045 ska Sverige inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären och detta kräver att vi i en framtid måste kunna bygga klimatneutrala byggnader. Byggsektorn har tagit fram en färdplan för en klimatneutral sektor och denna i sin tur backas upp av färdplaner från materialintressenter och andra sektorer. Dessa färdplaner innehåller tidsatta konkreta mål. Färdplansinitiativet samlar idag över 350 aktörer.

Under våren år 2019 tog ett stort antal byggaktörer i Malmö tillsammans fram Sveriges första lokala färdplan för en klimatneutral bygg- och anläggningssektor i Malmö (LFM30) som idag har nästan 200 näringslivsmedlemmar. Syftet med den lokala färdplanen är att skapa en geografisk spelplan för att påskynda bygg- och anläggningssektorns klimatomställning och genomförande av Agenda 2030. Branschinitiativet drivs av byggaktörerna och stöts av Byggföretagen, Fossilfritt Sverige, Informationscentrum för hållbart byggande och Malmö stad. Malmö vill gå före och i initiativet lokal färdplan Malmö 2030 (LFM30) har som mål att vara klimatneutralt redan 2030. Denna rapport är en del av LFM30 utvecklingsarbete.

Hittills är det främst marknadskrafter som genom miljöcertifieringssystem drivit på klimatarbetet vid husbyggnad. På anläggningssidan är det främst beställarkrav som drivit på klimatkrav och med Trafikverket som föregångare. Generellt sett saknas negativa utsläpp i dessa system och därmed saknar dessa system också metodik för att hantera negativa utsläpp.

Alla nybyggnationer av hus som fått bygglov från 1 januari 2022 ska ta fram en klimatdeklaration för att få ut slutbeskedet. Boverket kommer sannolikt under 2022 få ett regeringsuppdrag för att utreda möjligheten att införa gränsvärden kopplat till klimatdeklarationen. De företag som måste följa EUs Taxonomi måste från och med i år göra en klimatdeklaration för sina byggnader enligt de

anvisningar som finns. På EU-nivå finns det nu ett förslag att det ska bli obligatoriskt i alla medlemsländer att ta fram en klimatdeklaration för nybyggnad baserat på en utbyggnad av energideklarationsdirektivet. Vi kan dock konstatera att inget av dessa initiativ hanterar hur negativa utsläpp och biogena kolsänkor ska kunna inkluderas i beräkningarna. Därför är det andra initiativ såsom LFM30 som driver denna typ av utvecklingsarbete.

1.2 Metodansatsens mål, syfte och avgränsningar

Vi har konstaterat att det finns ett utvecklingsbehov för att nuvarande LCA-metodik ska kunna hantera negativa utsläpp. Rapportens syfte att utvecklat en sådan metodansats som är baserad på bokförings-LCA och som är kompatibel med den metodik som redan tillämpas i LFM30 för att beräkna betydelsen av det trä som byggs in i en byggnad (Erlandsson 2020). Den metodik som ska utvecklas för växter som planteras på tomten måste vara analog med redan etablerad metodik i LFM30 för hur skogen och dess produkter beräknas. Enligt denna redan etablerade metodansats analyseras kolbalansen på landskapsnivå, vilket innebär att alla skogens alla skeden/åldrar finns som en del av analysunderlaget, dvs en medelvärdesbild av skogen (förutsatt att åldersgenerationerna är jämnt fördelade vilket kräver att ett större skogsområde måste analyseras, där av "landskapsnivå").

För enskilda stadsträd behöver en metodik utvecklats för att ta hänsyn till att träden växer och skapar en biogen kolsänka som sträcker sig över analysperiodens 50 år. Denna metodik måste anpassas så att ingen dubbelbokföring ska uppstå och samtidigt få med nyttan av att bevara stora träd i den byggda miljön.

De metodanvisningar som behövs för att göra detta möjligt måste för att få acceptens och allmän tillämpning, i relevant delar, följa de standarder som redan används i området för att beräkna klimatpåverkan från byggprodukter och byggnader (EN15804 och EN 15978). Målet med denna rapport är att ta fram beräkningsanvisningar för hur den negativa klimateffekten från plantering och användning av biokol på tomten kan beräknas. Vidare är syftet att öka förståelsen av metodiken genom att även ta fram nyckeltal samt att ta fram ett beräkningsexempel.

Denna rapport omfattar bara metodik för beräkning av kolsänkans betydelse för de negativa utsläppen från plantering och användning av biokol på tomten. Den som utför beräkningen för ett projekt måste som vanligt även ta hänsyn till alla andra aktiviteter som krävs för att utföra planteringen eller biobädden, samt att underhåll av denna om en hel livscykel ska beaktas. Dessa aspekter ingår inte i denna rapport, utan hanteras som alla andra delar av byggnadens resurssammanställning, där vi förordar att använda specifika data från leverantörer baserat på så kallade miljövarudeklarationer. Vi är medvetna om att dataunderlaget som finns idag kan vara bristfälligt och att när ny kunskap kommer så behöver de nyckeltal som tas fram här uppdateras.

1.3 Standardiserade beräkningsmetoder finns för byggmaterial och byggnader

För att på ett konkurrensneutralt sätt driva klimatarbetet framåt behövs bland annat beräkningsmetoder och underlagsdata. Idag finns, i och med den miljövarudeklaration som tas fram av byggmaterialtillverkare, grunden för ett gemensamt sätt att räkna med en livscykelanalys (LCA). I de LCA-standarder som finns för byggnadsmaterial (EN 15804) och byggnadsverk (EN 15978), så har livscykeln delats in i ett antal livscykelkedor; A Byggskedet, B Användningsskedet och C Slutskedet. Detta utgör grunden för att redovisa klimatpåverkan från ett byggnadsverk under dess livscykel. Nyttan med en biogen kolsänka bokförs enligt dessa standarder i informationsmodul B1.

Den LCA-metodik som tillämpas i dessa standarder kallas även *bokförings-LCA* eftersom den så kallade 100% regeln uppfylls, det vill säga summeras alla utsläpp från det vi konsumerar beräknat på detta sätt så motsvarande som faktiskt släpps ut. Denna metod är därmed lämplig för att använda för miljömålsuppföljning.

2 Klimatbudget enligt LFM30

I LFM30 introduceras en klimatbudget som ett nytt verktyg i klimatarbetet och som ett sätt att visa på att man är klimatneutral över tid. Denna måste hela tiden följas upp och sker det förändringar som innebär förändringar i klimatbudgetens balans så måste fastighetsägaren hantera dessa med olika åtgärder så att byggnaden fortfarande kan anses klimatneutral.

Detta arbetssätt är ett måste eftersom ett uppenbart problem med att bedöma en hel livscykelanalys för en nybyggnad är att det som händer i en framtid alltid är ovisst och måste baseras på scenarion. I en upphandling är det byggnadsverket som sådant som är det upphandlade objektet i vilken driften inte ingår. Detta gör att när vi använder LCA i upphandling så kan man ställa skarpa krav som går att verifiera för bygg- och slutskedet. Det går visserligen att komplettera dessa krav med en informativ redovisning av hela livscykelns klimatpåverkan. Men det går av naturliga skäl inte att följa upp detta eftersom vi räknar med ett användningsskede på minst 50 år. Boverkets arbete med den nu lagstadgade klimatdeklarationen följer detta resonemang och gör det logiskt att Boverket föreslagit att framtida lagkrav på ett gränsvärde för maximal klimatpåverkan omfatta just till och med färdig byggnad.

Nedan beskrivs de olika stegen för att uppnå en klimatbudget enligt LFM30.

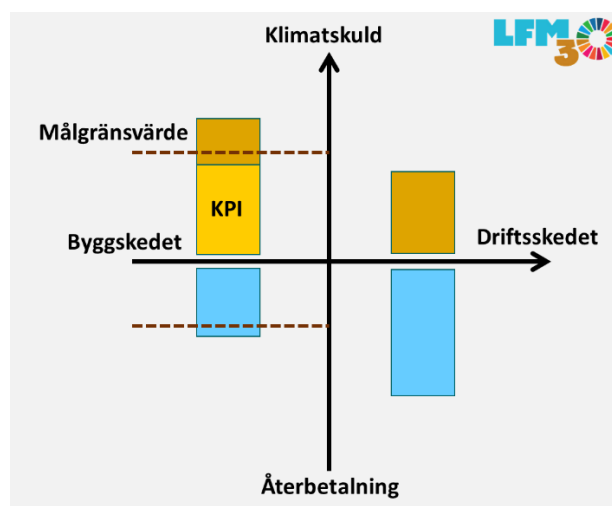
2.1 Först måste man nå målgränsvärde

För att ta sig an klimatutmaningen i rätt ordning finns så kallade målgränsvärden definierade för olika byggnadstyper i LFM30. Ett sådant målgränsvärde måste först uppfyllas innan man får upprätta en klimatkalkyl och är således en förutsättning för att uppfylla kravet för en klimatneutral byggnad enligt de krav som ställs i LFM30. Målgränsvärdet säkerställer att byggherren först ser till att minska klimatpåverkan och först därefter inkluderar negativa utsläpp.

Målgränsvärden utgör den del av byggnaden som kan hanteras som ett nyckeltal (key performance indicator, KPI) och motsvarar alla delar av byggnaden ovanför dränerande lagret, eventuellt inbyggt garage borträknat, dvs. exklusive grundläggning av byggnaden och markarbeten på tomten. Förenklat sett kan man säga att dessa gränsvärden motsvarar en halverad klimatpåverkan i förhållande till hur vi byggt historiskt. De gränsvärden som tillämpas som krav redan nu i LFM30 är; 175/158, 240/216 och 300/270 kg CO₂e/m² Atemp resp. BTA för små hus (≤2vån), flerbostadshus respektive lokaler.

2.2 Halva byggskedets klimatskuld ska betalas innan överlämnande

Vidare ska enligt de krav som ställs från och med 2025 i LFM30 minst 50% av byggskedets klimatskuld (KPI) ska återbetalas senast vid överlämnandet. Detta krav kan uppfyllas helt eller delvis via den typ av åtgärder som beskrivs i denna rapport såsom förnybart kol i byggnaden (exempelvis genom att använda trä som byggmaterial), biokol på tomtmarken eller plantering av växter på tomten. Det finns även andra teoretiska alternativt som de resursspecifika bio-CCS-fonder som beskrivits i denna rapport längre fram, eller andra former av köp av externa negativa utsläpp och som fortfarande är under utveckling.



Figur 1 Exempel på en balanserad klimatbudget.

2.3 Därefter behöver driften bli klimatneutral

Nästa utmaning blir att byggnadens energianvändning ska bli klimatneutral. En betydande potential att skapa negativa klimatutsläpp på energisidan är att installera bio-CCS i fjärrvärmeproduktionen och att utnyttja att det är biobränsle som används. Detta bio-CCS innebär att för varje 1 kg CO₂ bundet i bränslet som uppstår så blir den negativa klimatpåverkan - 1 kg CO₂. Detta förutsätter dock att det förnybara bränslet inte redan har räknats in som en tillfällig kolsänka (då blir det negativa utsläppet - 0,5 kg CO₂ per kg uppfångad och lagrad biogen koldioxid, då resterande del redan räknats in i klimatbudgeten).

Med tanke på att klimatpåverkan för elanvändningen med LCA metodik inte är noll, så kommer det i en framtid krävas att elen till en viss del baseras på bio-CCS eller andra processer som direkt koldioxidinfångning för att bli klimatneutral. Idag ser vi långtgående planer hos vissa fjärrvärmenät att investera i bio-CCS (se exempelvis Malmö Stads scenarioanalys¹). I många system för klimatneutrala byggnader ger installationer av solceller att man får tillgodoräkna sig negativa klimatutsläpp baserat på en så kallad konsekvensanalys av vad som sparas på marginalen. Men detta uppfyller inte de krav på faktiska negativa klimatutsläpp som listats för ett "äkta negativt utsläpp" och som tillämpas i LFM30 utan innebära en dubbelräkning och kan därför inte användas.

2.4 Klimatbudgeten måste vara en del av fastighetsägarens förvaltning av en byggnad

Den metodik som implementerats i LFM30 med en klimatbudget innebär att fastighetsägaren måste inkludera denna som ett helt nytt verktyg/process och en naturlig del av driften av byggnaden eller anläggningen: Klimatbudgeten måste hela tiden följas upp och fastighetsägaren måste kompensera för om något sker för att säkerställa att klimatbudgeten fortfarande går ihop (Figur 4). Precis som alla andra beräkningar som görs för klimatbudgeten, så kan det hända saker i en framtid, som gör att de scenarion som antagits förändras. Detta är ingen skillnad här utan sker en sådan förändring och en kolsänka till exempel tas bort så måste byggnadens klimatbudget balanseras på ett nytt sätt för att byggnaden även framöver ska kunna betraktas som klimatneutral. På så sätt blir en klimatbudget och konceptet klimatneutral byggnad något som alltid måste upprätthållas och inget som man blir klar med förrän exploateringen av tomten eventuellt i en framtid avslutas och återgår till naturmark.

Vi är bara början av denna utveckling och mycket kommer hända framöver. Vi kommer också behöva förfinas de verktyg vi använder för att jobba med klimatneutralitet och LFM30 visar att vi kan börja denna lärande process redan nu.

¹ <https://malmo.se/Aktuellt/Artiklar-Malmo-stad/2022-07-05-Scenarioanalys- visar-olika-vagar-for-att-na-Malmos-klimatmal.html>

3 Metodik för negativa klimatutsläpp

Nästa utvecklingsbehov av nuvarande LCA-metodik är ta fram metodanvisningar för att hantera negativa klimatutsläpp. Den LCA-metodik som tillämpas idag kallas även *bokförings-LCA* eftersom den så kallade 100% regeln uppfylls. Det innebär att när alla utsläpp summeras för de varor och tjänster som beräknats på detta sätt så stämmer det med vad som faktiskt släpps ut, dvs. med internationell klimatrapportering. Detta gör att man i en bokförings-LCA inte kan tillgodoräkna sig att man minskar klimatpåverkan eller att man köper en utsläpps rätt. Detta är redan inräknat en gång genom att den produkt man köper har en förbättrad prestanda och att räkna besparingen negativt ger inga faktiska negativa utsläpp (jämför med principen att det inte går att bli miljonär genom att handla på rea).

3.1 Negativa utsläpp enligt LFM30

I LFM30 tillämpar vi följande grundläggande krav för vad som är ett faktiskt negativt utsläpp (Tanzer & Ramirez 2019):

1. Fysiska växthusgaser avlägsnas från atmosfären.
2. De avlägsnade växthusgaserna lagras utanför atmosfären på ett sätt som är avsett att vara permanent.
3. Uppströms och nedströms växthusgasutsläpp som är associerade med borttagnings- och lagringsprocessen, såsom ursprung från biomassa, energianvändning, samt hantering av gasutsläpp och samproduktion, är uppskattade på ett heltäckande sätt och ingår i utsläppsbalansen.
4. Den totala mängden växthusgaser som tas bort från atmosfären och lagras permanent är större än den totala mängden växthusgaser som släpps ut i atmosfären.

Om dessa krav på negativa klimatutsläpp skulle tillämpas idag så kan vi konstatera att de som idag hävdar att deras byggnad är klimatneutral faktiskt inte är det. Den typ av åtgärder som ger upphov till negativa klimatutsläpp som man enligt dessa krav kan tillgodoräkna sig är exempelvis; koldioxidinfångning och lagring (CCS), olika former av andra kolsänkor såsom biokol i mark eller att biogen kol byggs in i byggnadsverk.

Krav nummer 2 i listan ovan innebär praktiskt att den metodik som ska hantera en kolsänka i samhället eller skogen resulterar i en tillståndförändring som visserligen kan tillgodoräknas, men sker ytterligare en förändring som gör att förutsättningarna sedan ändras så måste beräkningen göras om. Detta innebär att det går inte att verifiera klimatneutraliteten. Teoretiskt sett skulle det gå att introducera ett sannolikhetsmått för olika åtgärder, eller med andra ord en bedömning av åtgärdens permanens. Om detta ska introduceras som en del av metodiken i en framtid så gäller detta alla aspekter som har med framtiden att göra och ligger därför utanför vad denna rapport vill åstadkomma.

Genomförda LCA-studier nämligen på att en halvering av byggskedets miljöpåverkan är möjlig att uppnå redan idag för såväl anläggnings- som byggprojekt. Men ytterligare minskad klimatpåverkan kräver investeringar i ny teknik såsom bio-CCS i skogsindustrin och CCS vid cementtillverkning. Eller att produktionen blir helt fossilfri såsom planerna är för stål, som på sikt

kan tillverkas med förnybar vätgas och el. Vi kan förvänta oss en sådan marknadsutveckling men det är inga produkter som vi kan "köpa idag".

I LFM30 har därför möjligheten lyfts fram att i byggskedet avsätta medel i en fond som har uppgift att köpa sådana negativa utsläpp när de finns att köpa i en framtid. Notera att uppbyggnaden av en sådan fond förutsätter att de negativa utsläppen från en process hanteras som en egen produkt och inte bokförs som en del av andra produkter från samma process.

Förslaget innebär att varje sådan fond är en specifik resurs, har du byggt med exempelvis cement så kan du fondera medel i cementfonden och du kan räkna in detta i din klimatbudget. När fonden i en framtid köper negativa klimatutsläpp från till exempel en cementtillverkare annulleras dessa direkt och allokeras till den byggnad som betalt till fonden och den cement som redan används. På så sätt blir det ingen dubbelbokföring i systemet och fonderna kommer att stimulera de som vill göra investeringar i bio-CCS. Notera att vi antar att de som investerar i bio-CCS kommer i alla fall inledningsvis att sälja delar eller alla negativa klimatutsläpp, för att finansiera de ökade kostnaderna som detta innebär. Eller med andra ord; de som investerar i bio-CCS tidigt kommer få en ny produkt utöver det man redan levererar som kan köpas separat. Samtidigt är vi övertygade om att ytterligare längre in i framtiden kommer man säkert av marknadsskäl inte sälja denna bio-CCS, utan att välja att allokera den till huvudprodukten såsom cementen i vårt exempel. Förutsättningarna för den typ av fond som beskrivs här är således antagligen bara relevant i ett övergångsskede för att stödja denna utveckling med bio-CCS.

Ett annat alternativ som vi kan göra nu för att skapa negativa klimatutsläpp direkt i byggskedet är att jobba med biogena kolsänkor. Ett sätt är att använda biobaserade material såsom biokol som används t.ex. i betong eller i en växtbädd eller i marken som en renodlad sänka. Andra alternativ att tillföra biobaserade material är att bygga med trä eller andra förnybara material. Ett problem är att det inte finns konsensus om en metod hur denna kolsänka ska beräknas som ett negativt klimatutsläpp och hanteras i en LCA. I internationell klimatrapportering beaktas denna kolsänka för träprodukter (harvested wood products, HWP) genom att det negativa utsläppet har en halveringstid på 35 år. Denna metodik är inte direkt tillämplig i en livscykelanalys utan måste beräknas på annat sätt.

3.2 Jämförelse med skogen och dess produkter som kolsänka

Den metodik som beskrivs nedan för skogsbruk och dess produkter och som tillämpas i LFM30 överensstämmer principiellt med resultatet en klimatmodellsberäkning (eller en så kallad dynamisk LCA), där olika biogena sänkors storlek bestäms av rotationstiden för olika växter, det vill säga från planta till skörd (Cherubini m.fl. 2011). Förenklat kan man säga att den kolsänka som byggs upp av en ettårig gröda kommer givetvis vara mycket mindre än en för en flerårig gröda eller en skog.

3.2.1 Trä i skogen som kolsänka bedöms på landskapsnivå

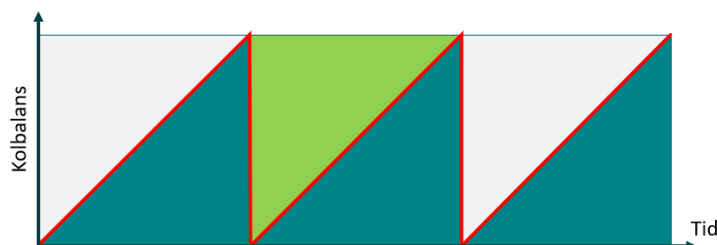
Metoden för biogen temporär kolsänka av trä som används i LFM30 utgår ifrån odlad skog och att skogen bedöms på landskapsnivå. Detta betyder att man inte analyserar ett enskilt träd eller

avverkning, utan på en större skala. Om man analyserar skogen på en större skala så får man en mer rättvisande bild av hur skogsbruket bedrivs och dess konsekvenser på bland annat kolförrådet eftersom alla åldersskikt ingår i analysen. Man kan tänka sig detta såsom att man får med alla delar av en skogs livscykel samtidigt. Vidare kan man tänka sig att man exempelvis förändrar sina skogsbruksmetoder och då kan detta ses som en engångsförändring (land use change, LUC) där exempelvis skogens kolbalans går från en nivå till en ny nivå i medeltal för det aktuella beståndet. En sådan förändring, såsom om omloppstiderna för avverkning ökas, kan då räknas om som en positiv effekt dvs som ett negativt utsläpp i en LCA.

På samma sätt kommer en kortare omloppstid ge upphov till en omvänd engångseffekt. Detta betyder att det är viktigt att kunna beskriva det referensscenario som beräkningarna baseras på (Soimakallio m.fl. 2015) och varje gång som skogsbruksmetoden byts ut mot en ny så kommer denna skillnad ge upphov till en engångseffekt som måste läggas till en gång i analysen.

3.2.2 Klimatnyttan förutsätter återplantering

Använder vi trä från skogsbruk som inte är hållbart så uppstår ingen klimatnytta. Om ingen återplantering sker så kommer en sådan avverkning att ge upphov till ett utsläpp av biogen koldioxid som delvis kan jämföras med ett utsläpp av fossil koldioxid. I en brukad skog är återplantering och återväxt hanterad och utgör grunden för ett hållbart skogsbruk. Ett sådant skogsbruk gör att man för en enskild avverkningsyta får en återkommande kolcykel som ständigt upprepas, med en topp av utsläpp av koldioxid vid avverkning och sedan ett långsamt kolupptag under cirka 20 år på grund av negativ markrespiration, för att sedan öka kraftigt och avta vid fullväxt.



Figur 2 Om trä från en brukad skog med återplantering lagras i samhället så kommer detta att skapa en temporär kolsänka till skillnad från om samma råvara används i en kortlivad produkt eller som bränsle där utsläppet sker redan efter något år, vilket illustreras med det ljusgröna fältet i figuren ovan.

I Figur 1 åskådliggörs detta på ett förenklat sätt med en rät linje från avverkning till nästa avverkning för att beskriva detta förlopp på ett förenklat sätt. I denna illustrativa bild framgår att en brukad skog över tiden minskar den biogena kol som finns i skogen till omkring hälften i förhållande till en naturskog. Det betyder också att om man efter avverkningen bygger in detta trä i samhället såsom i en byggnad så kommer detta ge upphov till att denna "kolförlust i förhållande till den odlade skogen fylls ut". I figuren framgår detta som att denna temporära kolsänka ger upphov till "halva mängden biogen kol" som omsätts.

3.2.3 Kort rotationsperiod ger störst kolsänka

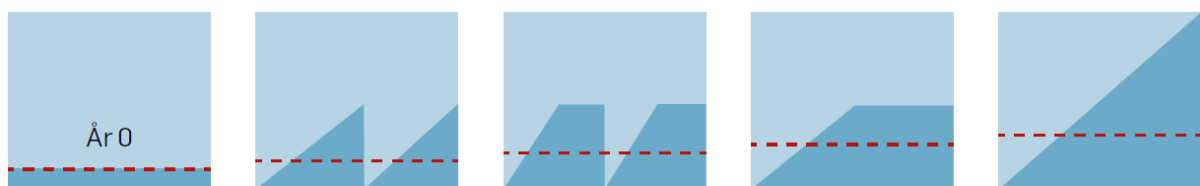
Storleken på den biogena kolsänkan har som störst negativ klimateffekt om rotationsperioden är kort, där en ettårig gröda har en klimatnytta motsvarande att 1 kg biogen CO₂ som binds in under 100 år i samhället motsvarar 1 kg CO₂ ekvivalent som ett negativt utsläpp räknat som GWP100. Detta förutsätter att det som binds in av det som skördas (såsom hampa mm) lagras i samhället i 100 år. För trä som har en längre rotationsperiod på 70 till 100 år så är motsvarande 1 kg biogent kol räknat som CO₂ och byggs in i samhället att detta motsvarar detta en kolsänka på 0,5 kg biogen CO₂ ekvivalent, dvs – 0,5 kg CO₂e enligt GWP100 baserat på resultatet från en klimatmodell (Cherubini m.fl. 2011). GWP är den indikator som allmänt används i en livscykelanalys (LCA) för att bedöma bidraget till klimatpåverkan är satt som en integration av ett utsläpps strålnings-/värmeeffekt över 100 år och benämns därför Global Warming Potential över 100 år, eller kortare GWP100.

3.3 Grönstruktur i bebyggd miljö som kolsänka

Metodik som utvecklas för stadsträd eller annan växlighet på tomten måste vara kompatibel med den metodik som redan tillämpas i LFM30 för skogsbaserade produkter.

Analogt som för skogen kan man tänka sig olika växter som, sett över ett fortfarighetstillstånd och över en viss tidsperiod, genererar ett medelvärde för kolbalansen. Olika växter samt skötselmetoder ger olika sådana medelvärden. Med detta sätt att analysera olika växter och skötsel ser vi att det uppstår olika slags kolcykler som bildar ett zick-zack mönster med olika varianter som går från planta till färdigvuxen (se Figur 2).

I figur 2 visas olika scenarion för olika grönstrukturer som tillförs den byggda miljön för ett byggprojekt under en analysperiod på 50 år. Kolsänkan illustreras i förhållande till en baslinje som tillkommande klimatnytta genom plantering mm utgår ifrån (röd linje i Figur 2) och den blå ytan beskriver växternas uppbyggnad av kol, dvs bidraget till en negativa klimatpåverkan som den aktuella planteringen och dess skötselmetod innebär.



Figur 3 Bildruta 1 ovan beskriver referensnivån innan exploatering. Genom att införa en grönstruktur kan kolutsläppet öka genom att planera olika växter, där bildruta 2 till 5 ovan beskriver olika växtmönster och där det är medelvärdet under investeringsperioden på 50 år (streckad linje) som beskriver den kolsänka som skapas och bidrar till negativa utsläpp i klimatbudgeten.

Om vi i inledningsvis utgår ifrån att marken från början inte varit odlad (dvs att kolförrådet är försumbart) och att inte något markkol finns så kommer alla planterade växter och träd bidra till att skapa en kolsänka. Detta innebär att allt som planteras kommer bidra till att skapa ett nytt kolförråd som inte fanns förut (se exempel 1 i Figur 2) vilket kan betraktas som ett negativt utsläpp.

3.3.1 Analysperioden är satt till 50 år

I den allmänna LCA-metodiken för ett byggnadsverk (och i LFM30) är analysperioden för grönstrukturens kolsänka satt till 50 år. Analysperiod är den tidsperiod som beräkningen baseras på och ska inte blandas samman med livslängd som är något helt annat. Den beräkningsmetod som ges här skiljer på enskilda större träd och övrig grönstruktur som hanteras genom att beräkna kolsänkans (cykliska) medelvärde sett över analysperioden.

Beräkningarna för grönstrukturens kolförråd baseras på antagande för tiden det tar för en växt att uppnå ett slutligt fullväxt tillstånd, samt hur mycket som antas byggas in under uppväxtskedet. Därefter anses växtens kolsänka konstant med behov att planteras om efter en given tid (se exempel 3 i Figur 2) eller att den har ett konstant kolförråd under resterande livslängd (se exempel 4 i Figur 2).

3.3.2 Referensnivån är skillnaden mellan hur tomten var beväxt före och efter exploateringen

I praktiken kommer referensnivån vid en exploatering eller inför en ny analysperiod, och den eventuellt negativa eller positiva klimatpåverkan man kan tillgodoräkna sig, bestå av skillnaden mellan hur tomten var beväxt och hur kolförrådet var före och efter exploateringen. Om tomten görs om i en framtid som påverkar kolbalansen, så kan detta påverka den klimatpåverkan som man räknade sig till godo och byggnadens klimatbudget måste göras om. På samma sätt kan en exploatering av en odlad mark innebära att klimatskulden från byggnaden faktiskt ökar. Dvs att man inte har lyckats kompensera för en tomt som före exploatering hade en stor kolsänka med olika åtgärder på tomten såsom med ny växtlighet, biokol osv.

Vid beräkning av referensnivån vid en exploatering eller som underlag för en ny analysperiod så kan vi med hjälp av samma metodik som redan utvecklats för växtlighet göra en beräkning av tomtens och markens innehåll av biogent material. Och på samma sätt som växtlighet kan tas bort eller tillföras måste markkolet beräknas och utgöra en del av referensnivån.

I de fall en jord med biogent kol är svårt att bedöma och det är rimligt att anta att dess innehåll är mycket litet, t.ex. vissa mineraljordar som t.ex. sand, grus och morän (där masshalten organiskt material understiger 2%) kan dessa jordar sättas till noll. Jord med organiskt innehåll ska analyseras som ett flöde ut från tomten och om organisk jord tillförs tomten kan det tillgodoräknas som ett tillskott i kolbalansen.

3.3.3 Markkolets uppbyggnad under användningsskedet

På grund av bristande metoder för att bedöma förnedbrytning och markkolets balans över tiden så kan man anta att denna förändring över tiden försummas dvs kan sättas till noll.

3.3.4 Träd får fler analysperioder

I de fall större träd planteras och den förväntade livslängden överstiger analysperiodens 50 år så hanteras kolsänkor för sådana "stadsträd" per träd (se exempel 5 i Figur 2). Vårt mål har varit att ta fram en metodik som följer beräkningarna i övrigt och inte bidrar till dubbelbokföring och tar hänsyn till att LFM30 valt en analysperiod på 50 år. På grund av detta delas ett större stadsträd in i analysperioder av 50 år, där trädet efter 50 år och en ny analysperiod börjar kommer att inkluderas i den "referensnivå" som denna analys utgår ifrån. I praktiken betyder det att den tillväxt som skett hos trädet de första åren har tillgodoräknats denna analysperiod, och det som trädet förväntas växa under nästa 50 års analysperiod kommer kunna tillgodoskrivas som en kolsänka för denna nästkommande analysperiod.

På så sätt gynnas bevarandet av gamla träd och speciellt större träd då dessa genererar en större klimatskuld till klimatbudgeten än ett mindre träd. I det fall det finns ett större träd på den tomt som analyseras (så som en del av att bestämma referensnivån vid analysperiodens början (se exempel 1 i Figur 2)), så går det alltid att göra ett konservativt antagande genom att utgå ifrån att trädets tillväxtperiod i princip avslutats och att trädets bedömda kolförråd utgör en del av referensen, det vill säga bidrar varken med ett underskott eller att ny biogen kol tillförs. Om man däremot väljer att avverka ett befintligt träd så kommer detta att generera en minuspost i referensnivån och därmed en klimatskuld i klimatbudgeten.

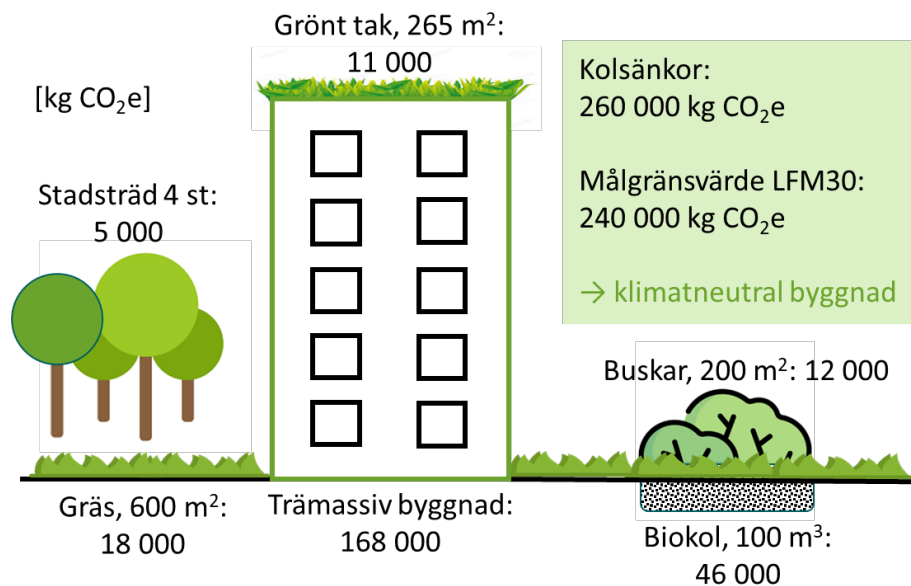
3.3.5 Biokol som kolsänka hanteras med certifikat

Precis som för växter så har vi i LFM30 sammanställt exempel på hur man kan använda sig av biokol som används i växtbäddar eller på annat sätt på fastigheten, se stycke 6.1.2. Det som skiljer sig något för jord (eller växter) är att biokol ofta hanteras med certifikat. Certifikatet innebär bland annat att det "nytta" som kolsänka betraktas som en handelsvara som den som betalt certifikatet kan hävda tillhör denna.

För att undvika att en kolsänka på detta sätt räknas två gånger så måste köparen av certifierat biokol se till att det finns intyg som visar att denna sänka inte sålts till någon annan än den som köpt biokolen som används på den aktuella tomten. Om biokol köps utan certifikat kan det vara problem att garantera dessa kvalitet eller hur den tillverkats, dvs att det ställs krav på hur mycket utsläpp som förekommer vid tillverkningen. Detta kan motivera att köpa certifierad biokol. I de fall biokol utan certifikat köps förutsätts det att säljaren kan tillhandahålla en EPD eller motsvarande. I de fall ett certifierat biokol köpts från ett certifieringssystem kan de schabloner som redovisas här användas.

3.4 Byggskedets klimatpåverkan är möjligt att kompensera fullt ut – ett beräkningsexempel

I detta stycke har vi sammanställt ett beräkningsexempel som visar att ett flerbostadshus av massivträ som klarar de målgränsvärde som ställs upp i LFM30 kan genom att plantera växter samt inkludera biokol i växtbäddarna, redan idag – med produkter som går att köpa – uppnå en klimatneutral byggnad. I exemplet har byggskedets klimatpåverkan kompenserats fullt ut med negativa utsläpp i form av biogena kolsänkor.



Figur 4 Exempelberäkning med bidrag från olika kolsänkor som sammantaget är större än byggnads klimatpåverkan för byggskedet. Beräkningarna baserat på den metodik som tillämpas i LFM30, med begränsningen att bara byggskedet ingår. Analysperioden är 50 år och målgränsvärdet för flerbostadshus är 240 kg CO₂e/m² Atemp eller 216 kg CO₂e/m² och byggnaden är på 1000 m².

Beräkningarna i exemplet ovan baseras på de grundläggande uppgifter för olika växter som återfinns i Tabell 2 (se referenser i denna tabell). Dessa uppgifter har sedan bearbetats så att tillväxten beräknats som koldioxid per år. Tillväxtperiodens längd och behov av återplantering har antagits. Notera även att trädsiffran avser bara den mängd kol som byggs in under analysperiodens 50 år. De uppgifter som finns i Tabell 1 är "färdiga att använda" och används i beräkningsexemplet. De nyckeltal och schabloner som tagits fram här möjliggör en mer likformig beräkning. I brist på specifika underlagsdata kan den som ska göra andra beräkningar göra samma antagande.

Tabell 1 Beräkningsunderlag till exempelberäkningen i Figur 3 för olika typer av planteringar och dess kolsänkor

Typ av plantering	Tillväxt (kg CO ₂ /år)	Enhet	Tillväxtperiod (år)	Återplantering, år
Gröna tak	1.47	m ²	6.3	50
Gräsytor	0.37	m ²	1.4	50
Enskilda stadsträd	104	st	50	50
Buske (löv, mellan (fullvuxet 1-2 m)	4.45	m ²	10	50
Buske (vintergrön, låg, fullvuxet <1m)	0.58	m ²	10	50

Typ av plantering	Kol (CO ₂) fullvuxet	Kolförråd i mark (kg CO ₂)	Kol ovan mark	Totalt (mark+ovan)
Gröna tak	9.2	37	8.9	46
Gräsytor	5.1	26	5.0	31
Enskilda stadsträd	5204	50	2602	2802
Buske (löv, mellan (fullvuxet 1-2m)	44.54	50	55	105
Buske (vintergrön, låg, fullvuxet <1m)	5.83	50	5	55

Åtgärd	Antal	Enhet	kg CO ₂
Gröna tak	265	m ²	11 000
Gräsytor	600	m ²	18 500
Enskilda stadsträd	4	st	11 000
Buskar (50% 1-2m löv + 50% vintergrön)	200	m ²	16 000
Biokol	100	m ³	46 000
Trä i byggnaden*			167 500
Summa			270 000
		Minimålgrensvärde, byggskedet	240 000

3.5 Inkludera skötsel och anläggningsaspekter

Denna rapport beskriver bara metodik för beräkning av kolsänkans betydelse i byggskedet och inkluderar inte användningsledet. Markarbete mm antas ingå i den schablon som används vid beräkningarna. Ett exempel är gräsmattan som om den klipps med fossil bensin kommer ge upphov till utsläpp under driften som minskar dess klimatnytta.

Den som utför beräkningen för ett skarpt projekt måste som vanligt även ta hänsyn till alla andra aktiviteter som krävs för att utföra planteringen eller biobädden, samt att underhålla denna om en hel livscykel ska beaktas. Denna typ av åtgärder ingår inte i rapporten och därför inte heller i beräkningsexemplet. Dessa aspekter hanteras som alla andra delar av byggnadens resurssammanställning som underlag till beräkningen av miljöpåverkan och där vi förordar att använda specifika data från faktiska leverantörer baserat på så kallade miljövarudeklarationer. Vidare noterar vi en databrist där det saknas uppgifter om miljöpåverkan från frö- och plantskolan. Däremot finns data för att tillverka biokol.

4 Exempel på sänkor och dess nyckeltal

I detta avsnitt presenterar vi förslag på naturbaserade lösningar som kan utgöra kolförråd och koluttag av olika åtgärder i befintlig miljö och vid nyproduktion på allmän mark och tomtmark till exempel plantering av träd, gröna tak, gräsytor, buskar mm. Nyckeltalen för dessa som presenteras detaljerat i avsnitt 4.6 är tänkta att underlätta beräkningar av grönstruktur i fall underlagsdata saknas.

Att ta hänsyn till naturbaserade lösningar och värdering av ekosystemtjänster som ett sätt att hantera klimatutmaningen har de senaste åren blivit allt vanligare inom samhällsbyggnadsbranschen. Exempel på modeller som i olika skeden i byggprocessen används för att värdera grönytors ekosystemtjänster är ESTER, grönytefaktor, i-Tree, BREEAM-SE, Miljöbyggnad och Trafikverkets Klimatkalkyl.

Det finns dock få studier och försök i Sverige som har kvantifierat naturbaserade lösningars förmåga att binda koldioxid (Lind, 2020). Det finns således en stor osäkerhet kring dess kapacitet att bidra till kolsänkor och heller därför inga vedertagna schabloner och nyckeltal för kolinbindning i vegetation som används inom samhällsbyggnadsbranschen.

Enligt det svenska klimatpolitiska ramverket ska *Sverige* inte ha några *nettoutsläpp* av växthusgaser till atmosfären till 2045, för att därefter uppnå negativa *utsläpp*. För att nå dessa mål är det viktigt att undersöka vilken roll olika naturbaserade åtgärder och vegetationsytor i stadsmiljö har att binda in koldioxid från atmosfären. Ökad kunskap om kolsänkor och kolförråd i stadsnära miljöer kan även bidra till utvecklingen av nya klimatstrategier på olika nivåer i samhället. Sådant underlag kan användas för att uppskatta klimatpåverkan för enskilda planeringsprojekt och styra nybyggnationer till marker som bedöms ha lägre kolinnehåll (Lindahl & Lundblad, 2021, 2022; Kuittinen med flera 2021).

4.1 Biogena kolsänkor bidrar till minskad växthuseffekt

Om upptaget av koldioxid via fotosyntesen är större än utsläppen på grund av nedbrytning är området en så kallad kolsänka och bidrar till att minska växthuseffekten. Markanvändningen styr till stor del mängden kol som finns lagrat i biomassa och mark. Skog och urbana träd lagrar en stor del av kolet i sin biomassa medan övriga vegetationstyper binder en större del av kolet i marken (Helsingborgs stad, 2021).

Fotosyntesen innebär att växter och träd binder koldioxid från atmosfären genom klyvöppningarna och lagrar kolet i sina beståndsdelar i sin biomassa. Mängden koldioxid som tas upp är generellt proportionell mot bladytan, även om det finns artspecifika skillnader. När växten dör och förmultnar bidrar de till att bygga upp markens kolförråd. Växter med utvecklade rotsystem överför kol till marken på ett effektivare sätt än växter med mindre rotsystem.

Det finns tre huvudsakliga sätt att öka kolinbindningen via biogena kolsänkor:

- Inbindning av kol i växter och mark genom att öka mängden gröna element och strukturer, inklusive omvandling från ytor med lågt kolupptag till ytor med högre kolupptag. Detta kan exempelvis innebära plantering av träd och gräs på tidigare hårdgjorda ytor.
- Förändra skötselmetoder för att öka kolinlagringen genom t.ex. artsammansättning, odlingsföljder eller tillförsel av organiskt material eller biokol till jorden.
- Öka kolförrådet i befintlig skog exempelvis genom förlängda rotationsperioder och ändra skogsbruksmetoder, samt eller användning av skogsråvara i byggnation och anläggning.

4.1.1 Skog och stadsträd

Kolinbindning i trädens biomassa varierar över året och är som störst under trädens tillväxtperiod under vår och försommar (Skogforsk, 2019). Under övriga årstider avgår biomassa.

Riksskogstaxeringens data har använts för att beräkna nettoinbindningen kol i trädbiomassa i Sveriges skogar. Riksskogstaxeringen redovisar tillväxt- och avverkningsstatistik i måttenheten skogskubikmeter, m³sk, vilket avser volymen av hela stammen ovanför stubbskäret inklusive bark och topp. Den genomsnittliga årliga träd tillväxten på produktiv svensk skogsmark under perioden 2012–2016 var enligt Riksskogstaxeringen nära 121 miljoner m³sk, medan de årliga avgångarna var ca 96 miljoner m³sk, varav huvuddelen, ca 84 miljoner m³sk, utgörs av avverkning. Motsvarande beräkningar för den bebyggda miljön inklusive deras grönområde saknas generellt sett men sammanställningar har gjorts av Stockholms stad (Lindahl & Lundblad 2021) och andra är på gång såsom Malmö Stad.

Plantering av skog är sannolikt det mest kostnadseffektiva sättet att öka den biogena kolsänkan på lång sikt. I stadsmiljö är plantering av stora träd vanligt och kräver en växtbedd, men plantering av enskilda stadsträd kan också göras med små plantor utan behov av strukturjord vilket innebär en avsevärt mindre kostnad (Walker m.fl. 2020; Helsingborgs stad, 2021). För att stadsträd på kort sikt ska medföra en så stor klimatnytta som möjligt behöver den samlade stadsträdspopulationen öka i storlek. För att möjliggöra en sådan utveckling behöver trädarterna som planteras vara väl anpassade till växtplatsen. Om ett stadsträd trivs och växer bra på sin växtplats kommer insatsen även medföra lägre växthusgasutsläpp genom att färre skötselinsatser kommer behövas (Lind, 2020). Till skillnad från träd i skogen kan man anta att träd i stadsmiljö inte bidrar nämnvärt till

ökad kolinlagring i marken, då grenar och löv generellt städas upp och transporteras bort. Däremot återfinns träd i staden ofta i en planteringsyta (tex parkmiljö, trädgårdar, bostadsgårdar) som binder kol i marken genom rötterna, det vill säga markkol byggs upp inte bara upp via grenar och löv.

4.1.2 Gröna tak

Gröna tak kan delas in i extensiva tak och intensiva tak. Indelningen är beroende av takets funktion, skötsel och tjockleken på växtbädden (Price, 2011). De enklaste extensiva taken har ett tunt lager av substrat och är planterade med marktäckande vegetation som oftast består av sedum. De mer intensiva gröna taken har tjockare substrat och kan i vissa fall jämföras med parkmiljö med gräs och träd, även om växtförutsättningar som t.ex. rotdjup, vattentillgång, vind och torka skiljer sig åt. Substratdjupet har en stor påverkan hur mycket kol som kan lagras. Ju djupare substratet är desto större volym finns tillgänglig för kolinlagring. Djupare substrat ger också ett bredare urval av växter vilket möjliggör större planteringar och även träd (Rowe 2011; Vainio, 2019).

Gröna tak ställer krav på fastigheten gällande till exempel hållfasthet och tätskikt. Ju intensivare vegetation, desto högre krav. Intensiva gröna tak kräver dessutom regelbunden skötsel med vattning och gödsling (Helsingborgs stad, 2021). Utöver kolinlagring bidrar gröna tak dessutom med andra ekosystemtjänster som vattenhållande förmåga, luftrening och ökad biologisk mångfald (Taylor, 2015). Dessa ekosystemtjänster blir större med större växtvariation och markdjup. Gröna tak kan även bidra till temperaturreglering i byggnader, genom att isolera på vintern och kyla av på sommaren (Helsingborgs stad, 2021). En viktig aspekt är tätskiktets livslängd vilket påverkar vegetationens potential för kolinbindning. Till exempel om tätskiktet bara håller i 30 år så kommer inga planteringar bli äldre än så.

4.1.3 Gräsytor

Gräsytor binder inte så mycket kol i sin biomassa men desto mer i marken genom dess rotsystem. Skötsel aspekter har relativt stor betydelse för gräsytor klimatpåverkan. Gräsmattor som klipps med normal frekvens (10-15 gånger per år) har en större produktion av biomassa jämfört med ängstyper som bara klipps en gång om året, och lagrar därför mer kol i marken om gräsklipppet lämnas kvar. Nettoeffekten för klimatet av klippningen kan vara positiv på kort sikt, men efterhand som mängden kol i marken blir mättat så avtar klimatnyttan. På lång sikt kan därför äng vara att föredra framför skött gräsmatta (ibid.). Generellt sett gäller att utsläppet vid klippning är större om man klipper ofta, vilket ger äng ytterligare en fördel.

4.1.4 Biokol

Biokol har de senaste åren blivit ett populärt och klimatsmart jordförbättringsmedel. Biokol kan t.ex. framställas genom delvis förbränning av restmaterial från jord- och skogsbruk eller park- och trädgårdsavfall genom pyrolys, vilket innebär en process där biomassa upphettas i en syrefri miljö. Biokol har en stabil struktur och en mycket långsam nedbrytningshastighet på mellan 150 och 5 000 år beroende på kvalitet. Biokol är därför en kolsänka och IPCC klassar det som en Negative Emission Technology. Biokolets effekt som kolsänka beräknas kunna uppgå till omkring 2,5 ton koldioxid per ton producerad biokol ur ett hundraårsperspektiv. Siffran varierar dock beroende på biokolets kolhalt och stabilitet (Fransson m.fl. 2020). Biokol kan även ersätta andra material som kan ha stor klimatpåverkan (t.ex. torv). I dag står biokolsanvändning i urbana miljöer för den största volymen i Sverige.

Biokol är lämpligt som jordförbättrare i anläggningsjord, exempelvis vid plantering av gatuträd eller gröna tak. Biokolen fungerar delvis som en tvättsvamp då den drar till sig vatten och mättas med näringsämnen från gödseln som den ofta blandas med. Andra fördelar biokolen har är att den bidrar till en jämnare fuktighet i jorden samt ökar syresättningen av jorden genom hålrummen den skapar. Biokol interagerar med mark och växter och därmed påverkas växthusgasflödena i marken. Biokolens egenskap som jordförbättring innebär att kolsänkan skulle kunna öka ytterligare i och med ökad tillväxt i de växter eller träd som planteras. Det finns dock få studier som kan verifiera hur tillsats av biokol påverkar den totala kolinlagringen för olika vegetationstyper och behöver utredas vidare. Däremot finns studier att biokol bidrar till att växters tillväxt ökar (Knutsson 2020).

4.2 Förslag till nyckeltal

4.2.1 Grönstruktur

I Tabell 2 finns förslag till förenklade schabloner och nyckeltal för kolförråd i biomassa ovan mark vid fullvuxet tillstånd, kolförråd i mark, samt kolupptag per år för olika vegetationstyper. Dessa nyckeltal skulle kunna användas som riktvärden för kolinbindning vid nyetablering för olika vegetationstyper ifall andra underlagsdata saknas. Siffrorna i tabellen ska ses som indikativa på grund av få dataunderlag för svenska förhållanden. Förklaringar och beräkningsunderlag till nyckeltalen för respektive vegetationstyp ges i fotnoterna under tabellen.

Tabell 2 Nyckeltal för kolförråd i biomassa ovan mark vid fullvuxet tillstånd, kolförråd i mark, samt kolupptag per år för olika vegetationstyper. I fotnoterna under tabellen ges förklaringar till nyckeltalen och eventuella omräkningar redogörs.

Vegetationstyp	Kolförråd i biomassa (ovan mark) vid fullvuxet tillstånd	Kolförråd i mark	Kolupptag i biomassa (ovan jord) per år	Referenser
Gröna tak, extensiva (sedum) ¹	0,27 kg C per m ²	0,9 kg C per m ²	0,085 kg C per m ²	Getter m.fl. 2009; Heusinger and Weber, 2017; Helsingborgs stad, 2021;
Gröna tak, intensiva ²	2,5 kg C per m ²	10,4 kg C per m ²	0,4 kg C per m ²	Knutsson, 2020; Linden m.fl. 2020
Gräsytor ³	0,14 kg C per m ²	7 kg C per m ²	0,1 kg C per m ²	Helsingborgs stad, 2021, Davies m.fl. 2011
Buskar och häckväxter ⁴	11,2 kg C per m ² (lövfällande); 1,7 kg C per m ² (vintergrön)	Ingen data	Ingen data	Spjuth, 2021; Conrad, 2021
Enskilda stadsträd ⁵	2 234 kg C (Salix alba) 1 666 kg C (rödek) 358 kg C (tall)	10 kg C per m ²	45 kg C (Salix alba) 33 kg C (rödek) 7 kg C (tall)	Lind, 2020
Skog (produktion) ⁶	50 t C per ha (100 kg C per träd)	100 t C per ha (10 kg C per m ²)	2,2 t C per ha (4 kg C per träd)	Vesterdal m.fl. 2007; Riksskogstaxeringen, 2021; Skogsstyrelsen, 2020

¹ Enligt flera forskningsstudier varierar upptag av koldioxid för sedumtak mellan 45–188 g C/ m² per år. 85 g C/ m² per år har valts ut som ett representativt värde baserat på Helsingborgs stad (2020) och Heusinger and Weber (2017).

² Studier och försök som kvantifierar upptag av koldioxid i gröna intensiva tak har inte hittats. Nyckeltalen ovan har istället baserats på kolupptag i parkmiljöer. Det finns en del osäkerheter kring att göra detta antagande, bl.a. då träd på sådana bjälklag sällan når full storlek.

³ Kolupptag i biomassa för anlagda gräsmattor varierar mellan 25–200 g C per m² per år baserat på flera vetenskapliga försök.

⁴ Medelvärden av lövfällande buskar (fullvuxet >2m, 1–2m < 1m) respektive vintergröna buskar (fullvuxet >2m, 1–2m < 1m).

⁵ Uppskattningen baseras på ett examensarbete av Lind (2020) som med hjälp av verktyget i-Tree Eco och trädexperter beräknade netto- och bruttoupptag av tre trädslag (*Salix alba*, *Quercus rubra* dvs. rödek och *Pinus sylvestris*, tall) i parkmark för städerna Helsingborg, Stockholm och Umeå. Enligt Lind (2020) har en *Salix alba* åstadkommit ett bruttoupptag av 8191 kg CO₂ efter 50 år tillväxt i parkmark i Helsingborg. Motsvarande för *Quercus rubra* är 6072 kg CO₂ efter 50 år tillväxt i parkmark och för *Pinus sylvestris* är bruttoupptaget 1312 kg CO₂ efter 50 år tillväxt i parkmark (Helsingborg). Samtliga nyckeltal i tabellen avser Helsingborg men beräkningar finns för samma trädslag i Stockholm och Umeå och ger lägre värden pga. kallare klimat. Trädarterna anses representativa för stadsträd generellt då dessa tre trädarter har olika egenskaper och tillväxthastigheter. Nyckeltalen har omvandlats till kol genom att multiplicera upptaget i CO₂ med omvandlingsfaktorn 12/44. Kolupptaget i biomassa ovan jord per år är ett medelvärde av kol i biomassa ovan jord vid fullvuxet tillstånd efter 50 år och i detta exempel antas en linjär tillväxtfas under trädets bruttotillväxt fram till 50 år för de tre trädarterna i Helsingborg. Det saknas tillförlitliga uppgifter om kolförråd i mark för de parkliknande miljöer där stadsträd växer och därför har samma värde för kolförråd i mark för produktionsskog använts.

⁶ Avser svensk produktionsskog. Det genomsnittliga virkesförrådet på svensk produktiv skogsmark är 140 m³ sk per hektar. En skogskubikmeter (m³ sk) motsvarar 0,75 ton torrvikt totalt, varav 50 % är kol. Det innebär att den genomsnittliga mängden kol per hektar i levande trädbiomassa i svensk produktiv skogsmark är: 140×0,75×0,50 = cirka 52, det vill säga omkring 50 ton kol per hektar. Årligt upptag av koldioxid och inbindning av kol i levande trädbiomassa i svensk produktionsskog varierar mellan 0,4 ton kol per hektar och år (Skogsstyrelsen, 2020) upp till 4,6 ton kol per hektar och år (Vesterdal m.fl., 2007). Helsingborgs stad använder data från Riksskogstaxeringen och anger 2,2 ton kol per hektar och år baserat på årlig tillväxt av 20-årig skog, vilket även antagits som värde här. För kolförråd i biomassa ovan mark per enskilda träd vid fullvuxet tillstånd samt kolupptag i biomassa ovan jord per enskilda träd har det antagits att det växer 500 träd per hektar efter gallring vid fullvuxet tillstånd, dvs 50 tC/500 resp 2,2 tC/500.

4.2.2 Biokol i en markbädd

Att tillföra biokol till marken ger en direkt kolsänka till skillnad från åtgärder grönstrukturåtgärder vilka ger ett upptag över längre tid. Lämpliga applikationer för biokol är som jordförbättrare i anläggningsjord, exempelvis vid plantering av gatuträd eller gröna tak.

Exploateringens byggskede kan bidra med att nya kolförråd skapas och detta nettovärde utgör det värde (och som bokförs under modul A5.5). Ett sätt att initialt öka kolförrådet är genom att använda biokol. Densitet för biokol varierar normalt mellan 150–250 kg TS biokol/m³ (dvs ett standardspann som kan vara större i verkligheten), där uppgift från leverantören används vid beräkningar. Eftersom biokol har en beräknad halveringstid på mellan 150 och 5000 år kan nedbrytningen över en kort tidsperiod anses försumbar. Kolhalten i biokol varierar ofta mellan 75–90 %, vilket innebär ett koldioxidupptag mellan 600–720 kg C per ton biokol om man antar ett konservativt värde på 86% stabilitet på för 50 års analysperiod. Detta nyckeltal skulle kunna utgöra ett riktvärde vid tillsats av biokol i urbana miljöer, i t.ex. växtbäddar. Saknas specifika beräkningar kan därför antas att 14 % av det biogena kolet bryts ner under 100 år och utgör då ett biogent koldioxidutsläpp.



Vid användning av biokol ska en leverantörsförsäkran medfölja att den potentiell biogen kolsänka inte redan sålts som ett grönt attribut, utan att den handlade produkten har ensamrätt till denna. I de fall den biogena potentiella kolsänkan handlas separat så måste ett intyg finnas att denna sänka har köpts med produkten och därefter annullerats för vidare handel. Detta senare fall är vanligt när biokol handlas med certifikat.

Notera att tillverkningen av biokolets miljöpåverkan ska beräknas enligt EN 15804. Vid beräkning av klimatpåverkan för biokol kan EBC-Guidelines for the Certification of Biochar Based Carbon Sinks (Version 2.1 from 1st February 2021) i tillämpliga delar användas för metidansisningar. Om certifierade biokol används enligt systemet Carbonfuture²⁾ kan klimatpåverkan (vagga-grind dvs modul A1-3) sättas till 273 kg CO_{2e}/m³ vid en densitet på 250 kg/m³ samt 80 % kolandel i biokolten).

Referenser

Conrad, P. 2020. Pathfinder, Climate Positive Design. Tillgänglig:
<http://app.climatepositivedesign.com/>

Cherubini F, Strømman A H (2011). Life cycle assessment of bioenergy systems: State of the art and future challenges. *Bioresource Technology* 102 (2), 437e451.

Davies 2011. Mapping an urban ecosystem service: Quantifying above-ground carbon storage at a city-wide scale.

Fransson AM, Gustafsson M, Malmberg J, Paulsson M, 2020. Biokolhandboken – för användare.

Getter KL, Rowe DB, Robertson GP, Cregg BM, Andresen JA. Carbon Sequestration potential of Extensive green roofs. *Environmental Science and Technology* 2009;43(19):7564e70.

Helsingborgs stad. 2021. Biologiska kolsänkor i Helsingborg, Dnr 00080/2020

Heusinger and Weber, 2017. Extensive green roof CO₂ exchange and its seasonal variation quantified by eddy covariance measurements.

Kennerstedt, M., & Pereira de Moraes, F 2019. Implementering av koldioxidvärdering för grönytor (KTH, Skolan för arkitektur och samhällsbyggnad).

Knutsson M, 2020. Kan våra jordar rädda klimatet? En litteraturstudie om biologiska kolsänkor med applicering på Lunds kommun. MVEM30 EXAMENSARBETE FÖR MASTERSEXAMEN 30HP MILJÖVETENSKAP | LUNDS UNIVERSITET

Kuittinen M, Zernicke C, Slabik S, Hafner A. 2021. How can carbon be stored in the built environment? A review of potential options, *Architectural Science Review*, DOI: 10.1080/00038628.2021.1896471

Lind, E. 2020. Hur grönt är ett stadsträd? – Ett stadsträds klimatavtryck ur ett livscykelperspektiv. Examensarbete 30 hp Landskapsarkitektprogrammet, SLU Alnarp.

Lindahl A, Lundblad M. 2021. Kolförråd och kolsänka i skog och mark inom Stockholms stad. Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för mark och miljö, 2021

Lindahl A, Lundblad M. 2022. Kolförråd och kolsänka i skog och mark inom Stockholms stad. Rapport Skog 2022:2. Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Umeå. 68 sidor.

Lindén, L., Riikonen, A., Setälä, H., & Yli-Pelkonen, V. (2020). Quantifying carbon stocks in urban parks under cold climate conditions. *Urban Forestry and Urban Greening*, 49. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126633>

Price, J. G., Watts, S. A., Wright, A. N., Peters, R. W., & Kirby, J. T. (2011). Irrigation lowers substrate temperature and enhances survival of plants on green roofs in the Southeastern United States. *HortTechnology*, 21, 586–592.

Rowe, D.B. 2011. Green roofs as a means of pollution abatement, *Environmental Pollution* 159 (2011) 2100-2110.

Riksskogstaxeringen, 2021. Riksskogstaxeringens Taxwebb

Soimakallio, Cowie A, Brandão M, Finnveden G, Ekvall T, Erlandsson M, Koponen K, Karlsson P-E 2015. Attributional life cycle assessment: is a land-use baseline necessary? *Int J Life Cycle Ass.* October 2015, Volume 20, Issue 10, pp 1364-1375.

Skogsstyrelsen, 2020. Skogens kolbalans och klimatet, 2020, Skogsskötselserien kapitel 21.

Skogforsk 2019. Det svenska skogsbrukets klimatpåverkan. Upptag och utsläpp av växthusgasen koldioxid.

Spjuth J (2021) CO2 kalkyl för olika vegetationstyper. AFRY.

Tanzer, S. E., and Ramírez, A. (2019). When are negative emissions negative emissions? *Energy Environ. Sci.* 12, 1210–1218. doi: 10.1039/C8EE03338B

Taylor, 2015. Sedumtaks kolinlagringspotential på årsbasis.

Walker m.fl. 2020. Integrating the evidence for a terrestrial carbon sink caused by increasing atmospheric CO₂. DOI: 10.1111/nph.16866

Vainio. V. 2019. Gröna Tak. Funktioner ur hållbarhetsperspektiv oh universitetsstudenters inställning. Kandidatuppsats i miljövetenskap 15 hp. Uppsala Universitet, Campus Gotland

Vesterdal, L., Rosenqvist, L., van der Salm, C., Groenenberg, B.-J., Johansson, M.-B., Hansen, K., 2006. Carbon sequestration in soil and biomass following afforestation: experiences from oak and Norway spruce chronosequences in Denmark, Sweden, and the Netherlands. In: Heil, G., Muys, B., Hansen, K. (Eds.), *Environmental Effects of Afforestation. Field Observations, Modelling and Spatial Decision Support*. Springer, Berlin, p. 999–999.

Bilaga 1. Förslag till kriterier för att hantera markkol och växtlighet i en klimatbudget

- **Inventering och referensvärde.** Som ett första steg i beräkningen av växlighetens del av kolbudgeten så ska fastighetens tomt inventeras innan exploateringen. Exploatering innebär att man tar ny icke bebyggd mark i anspråk. Det befintliga kolförrådet i mark och växtlighet utgör utgångspunkten för att bestämma ursprungsnivån för klimatbudgeten för det aktuella byggprojektet (dvs ett referensvärde). Denna referensnivå kan i bästa fall sättas till noll.

Exploatering kan innebära att delar av det ursprungliga kolförråd tas bort och utgör då en inledande klimatskuld. Alternativt går det att behålla hela eller delar av ursprungligt kolförråd som fanns från början och klimatbudgetens ingångsvärde kan då börja från noll eller bara med mindre klimatskuld på grund av exploateringen. På så sätt är det bara den tillkommande delen och inte det befintliga kolförrådet som kan bidra till ett negativt utsläpp.

Inventeringen av jord begränsas till organogena jordmassor, och återanvänds dessa någon annanstans (= Massor typ B) så belastar detta inte den aktuella fastigheten. På samma sätt kan det inte räknas som ett nettotillskott för ett annat byggprojekt (då det saknas additionalitet och skulle resultera i en dubbelbokföring om det räknas in).

- **Öka kolförråd under byggskede** Exploaterings byggskede kan bidra med att nya kolförråd skapas och detta nettovärde utgör det värde som bokförs under modul B1.

Ett sätt att initialt öka kolförrådet är genom att använda biokol. Densitet för biokol varierar mellan 150-250 kg TS biokol / m³, där uppgift från leverantören används vid beräkningar. Saknas specifika beräkningar kan antas att 14% av det biogena kolet bryts ner under 50 år och utgör då ett biogent koldioxidutsläpp. Notera att tillverkningen av biokolets miljöpåverkan ska beräknas enligt EN 15804.

Vid användning av biokol ska en leverantörsförsäkran medfölja att den potentiell biogen kolsänka inte redan sålts som ett grönt attribut, utan att den handlade produkten har ensamrätt till denna. I de fall den biogena potentiella kolsänkan handlas separat så måste ett intyg finnas att denna sänka har köpts med produkten och därefter annullerats för vidare handel. Detta senare fall är vanligt när biokol handlas med certifikat.

- **Öka kolförråd under användningsskede** Det går att öka kolförrådet under driftsskedet genom att plantera olika växter. Kolsänkan som växlighet som kommer finnas på tomtens värde beräknas för som ett medelvärde under analysperioden på 50 år. Detta värde redovisas i modul B1. Förenklade schabloner för olika växter och dess kolupptag samt organiskt kol i olika jordar finns framtagna åt LFM30 i en rapport (=denna rapport), som kan användas om andra mer specifika uppgifter saknas.
- **Upprätthåll klimatbudgeten** LFM30-metodiken inkluderar en klimatbudgeten som följer med byggnaden. Under byggnadens användningsskede ingår denna kolsänka som en del av den kontinuerliga uppföljningen av byggnadens klimatbudget. Sker en förändring av tomten som gör att kolförrådet minskar i förhållande till den upprättade kolbudgeten måste aktiva åtgärder vidtas för att återupprätta en klimatbudget i balans. Om detta inte sker så kan byggnaden inte längre klassas som klimatneutral.
- **Samma regler gäller vid ombyggnad** Ombyggnad innebär en ny investeringsperiod på 50 år, där rivning och nybyggnad är ett alternativ i många fall. Samma additionalitet och beräkningsregler som tillämpas vid exploatering av ej bebyggd till bebyggd mark enligt ovan gäller också för en ombyggnad och dess 50 års investeringsperiod.

I det fall det finns stora befintliga träd med en tillväxtperiod upp mot 100 år, så är det möjligt att inkludera resterande tillväxtperiod (50-100 år) som en del av kolbudgeten för investeringsperioden 50-100 år, utan att dubbelbokföring inte uppstår, då den första analysperioden bara inkluderat de första 50 årens tillväxt. Notera att samma schabloner och underlagsdata kan använd för ombyggnad.

