

KLIMATNEUTRALA ANLÄGGNINGSPROJEKT – VAD ÄR DET?

SBUF 14138



SKANSKA



SBUF



Förord

Projektet *Klimatneutrala anläggningsprojekt - Vad är det?* genomfördes under perioden september 2022 – november 2023 och har finansierats med medel från Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF-projekt 14138) samt från Vinnova, som enskilt projekt inom det strategiska innovationsprogrammet Infrasweden. Projektet genomfördes som ett samarbetsprojekt mellan WSP, Skanska och Peab. Rapporten har författats gemensamt av projektets parter, och huvudförfattare är:

- Stefan Uppenberg, WSP, projektledare
- Marcus Eriksson, WSP
- Carolina Liljenström, WSP
- Alicia Requena Carrion, Skanska
- Nils Rydén, Peab

Vi vill speciellt tacka det stora antalet personer och organisationer som har medverkat i projektet och bidragit med sina perspektiv i de workshops som hållits som en viktig del av projektet för kunskapsinsamling och förankring.

Kontaktpersoner:

WSP Sverige AB

Stefan Uppenberg

stefan.uppenberg@wsp.com

Skanska Sverige AB

Elin Coleman

elin.coleman@skanska.se

Peab AB

Nils Rydén

nils.ryden@peab.se

Sammanfattning

Detta projekt syftar till att reda ut begrepp och definitioner kring klimatneutralitet för anläggningsprojekt och föreslår en struktur och metod för hur man ska kunna bedöma om ett anläggningsprojekt uppnår klimatneutralitet eller inte. Med anläggningsprojekt avses här såväl statliga, kommunala som privata projekt där man utför anläggningsarbeten för att bygga vägar, järnvägar, gator, torg, industriområden, parker m.m. Projektet belyser frågor som är viktiga att beakta i planering, projektering och byggande, samt förutsättningar som måste finnas för förvaltningsfasen för att uppnå klimatneutralitet.

Projektet har genomförts under perioden september 2022 – november 2023 som ett samarbete mellan WSP, Skanska och Peab och har finansierats av SBUF, Vinnova (via Infrasweden) och projektparterna. En viktig del av projektets genomförande har bestått av dialog med en bred referensgrupp i fem workshoppar som genomförts med olika teman. Totalt har ca 75 personer deltagit i referensgruppen via workshopparna. I projektet har tre fallstudier genomförts för anläggningsprojekten Industriområdet Skellefteå Site East, Allmän platsmark Rosendal Etapp 4 i Uppsala, GC-väg i trä i Skellefteå.

Projektet har undersökt vilka utsläppsreduktioner från material och processer som kan antas ske vid olika tidpunkter genom att använda scenarier som utvecklats av Ida Karlsson inom forskningsprogrammet Mistra Carbon Exit. Projektet har även utrett hur utsläpp från förändrad markanvändning kan beräknas för anläggningsprojekt, hur stora de utsläppen kan bli i förhållande till utsläpp från material och processer, och vad som kan göras för att minska dessa utsläpp. Slutligen har möjligheterna till negativa växthusgasutsläpp genom kompletterande åtgärder undersökts, både när det gäller principer, och specifikt för tillverkning och användning av biokol, inlagring av biomassa i asfaltbeläggningar, inlagring av biomassa i träkonstruktioner, samt accelererad karbonatisering av betong.

Det har under projekts gång blivit tydligt att olika åtgärder för att minska växthusgasutsläpp i ett anläggningsprojekt måste hanteras i olika skeden och av olika ansvariga aktörer. I resultaten beskrivs ett förslag till process och principer för att hantera olika kategorier av växthusgasutsläpp i olika skeden i syfte att uppnå klimatneutralitet.

Erfarenheterna från detta projekt är att, oavsett vilket begrepp som används för att beskriva att de verifierade nettoutsläppen av växthusgaser ur ett livscykelperspektiv är noll eller negativa, så behövs en strukturerad redovisning som visar att summan av följande utsläppskomponenter blir noll, eller negativ:

- Utsläpp från material och drivmedel
- Utsläpp från förändrad markanvändning
- Negativa utsläpp från kompletterande åtgärder i kategorierna:
 - Inom projektet
 - Inom projektets värdekedja (intern kompensation)
 - Utanför projektets värdekedja (extern kompensation)

Oavsett vilken kategori av kompletterande åtgärd som avses bör alla åtgärder uppfylla grundläggande principer enligt EU:s förslag till ramverk för "carbon removals":

- Kvantifiering – Kolsänkans storlek måste kunna säkerställas
- Additionalitet – Skapande av kolsänka sker genom aktivitet som är utöver lagkrav och praxis
- Långvarig lagring (permanent) – livslängden för kolsänkan måste kunna säkerställas och åtskillnad ska göras mellan permanent och temporär lagring
- Hållbarhet – Aktiviteter för skapande av kolsänka måste även bidra positivt till andra hållbarhetsaspekter, som klimatanpassning, biodiversitet, cirkularitet, vattenresurshantering och hantering av marina resurser

En rad aspekter har identifierats som behöver hanteras, utvecklas eller följas upp vidare för att möjliggöra en tydlig arbetsprocess för att nå klimatneutrala anläggningsprojekt. Behov av fortsatt utveckling beskrivs sammanfattande för kategorierna:

- Metod för beräkning och hantering av utsläpp från förändrad markanvändning
- Scenarier för reduktioner av utsläpp från material och drivmedel
- Uppföljningsmetoder för kompletterande åtgärder i anläggningsprojekt
- Pilotprojekt

Summary

This project aims to clarify concepts and definitions regarding carbon neutrality for civil construction projects and proposes a structure and method for how to assess whether a construction project achieves carbon neutrality or not. Civil construction projects here refer to both state, municipal and private projects where construction work is carried out to build roads, railways, streets, squares, industrial areas, parks, etc. The project highlights issues that are important to consider in planning, design and construction, as well as conditions that must exist for the management phase to achieve carbon neutrality.

The project has been carried out during the period September 2022 – November 2023 as a collaboration between WSP, Skanska and Peab and has been financed by SBUF, Vinnova (via Infrasweden) and the project parties. An important part of the project's implementation has consisted of dialogue with a broad reference group in five workshops conducted with different themes. In total, approx. 75 people have participated in the reference group via the workshops. In the project, three case studies have been carried out for the construction projects Industrial area Skellefteå Site East, Public space Rosendal Stage 4 in Uppsala, Bicycle lane in wood in Skellefteå.

The project has investigated which emission reductions from materials and processes can be assumed to take place at different times by using scenarios developed by Ida Karlsson within the research program Mistra Carbon Exit. The project has also investigated how emissions from land use change can be calculated for construction projects, how big those emissions can be in relation to emissions from materials and processes, and what can be done to reduce these emissions. Finally, the possibilities for negative greenhouse gas emissions through supplementary measures have been investigated, both regarding principles, and specifically for the production and use of biochar, the storage of biomass in asphalt pavements, the storage of biomass in wooden structures, and accelerated carbonation of concrete.

During the implementation of the project, it has become clear that different measures to reduce greenhouse gas emissions in a construction project must be managed at different stages and by different responsible stakeholders. The results describe a proposal for a process and principles for managing different cate-

gories of greenhouse gas emissions at different stages with the aim of achieving carbon neutrality.

The experience from this project is that, regardless of which concept is used to describe that the verified net emissions of greenhouse gases from a life cycle perspective are zero or negative, a structured report is needed that shows that the sum of the following emission components will be zero, or negative:

- Emissions from materials and fuel
- Emissions from land use change
- Negative emissions from supplementary measures in the categories:
 - Within the project
 - Within the project's value chain (insetting)
 - Outside the project's value chain (offsetting)

Regardless of which category of supplementary measure is intended, all measures should meet basic principles according to the EU's proposal for a framework for "carbon removals":

- Quantification – The size of the carbon sink must be ensured
- Additionality – Creation of carbon sink occurs through activity that is beyond legal requirements and practice
- Long-term storage (permanence) – the lifetime of the carbon sink must be ensured, and a distinction must be made between permanent and temporary storage
- Sustainability – Carbon sink creation activities must also contribute positively to other sustainability aspects, such as climate adaptation, biodiversity, circularity, water resource management and marine resource management

A number of aspects have been identified that need to be handled, developed or followed up further to enable a clear work process to achieve carbon neutral construction projects. The need for continued development is described in summary for the categories:

- Method for calculation and management of emissions from land use change
- Scenarios for reductions in emissions from materials and fuel
- Follow-up methods for supplementary measures in construction projects
- Pilot projects

Innehåll

1. Inledning	9
1.1 Bakgrund	9
1.2 Syfte och mål	9
1.3 Avgränsningar	10
1.4 Genomförande och metod	10
2. Begrepp och definitioner	12
2.1 Ordlista	12
2.2 Några relevanta standarder och certifieringar	13
3. Utsläppsreduktioner och kvarvarande utsläpp	17
3.1 Möjliga utsläppsreduktioner från material och processer	17
3.2 Utsläpp från förändrad markanvändning	25
4. Kompletterande åtgärder	33
4.1 Olika typer av kompletterande åtgärder	33
4.2 Övergripande principer för kompletterande åtgärder	36
4.3 Gränsdragning mot utsläppsreduktioner genom produktval	37
4.4 Negativa utsläpp genom kompletterande åtgärder – olika åtgärder, beräkning och certifiering	38
5. Fallstudier	49
5.1 Skellefteå Site East	49
5.2 Rosendal etapp 4, Uppsala	52
5.3 GC-väg i trä, Skellefteå	57
6. Vad är ett klimatneutralt anläggningsprojekt?	61
6.1 Hantering och redovisning av klimatneutralitet i anläggningsprojekt	61
6.2 Beräkning av utsläpp från förändrad markanvändning	64
6.3 Reducering av utsläpp från material och drivmedel	64
6.4 Kompletterande åtgärder i projekt	64
7. Behov av fortsatt utveckling	68



1. Inledning

1.1 Bakgrund

I linje med Sveriges klimatmål har den svenska bygg- och anläggningssektorn tagit fram en färdplan¹ för fossilfri konkurrenskraft med målet att sektorns utsläpp av växthusgaser ska halveras till år 2030 (jämfört med 2015) och att sektorn ska vara klimatneutral år 2045.

WSP har i en tidigare studie² åt Trafikverket visat att det finns en risk att klimatneutralitet inte kommer att nås även åtgärder i branschens färdplan genomförs. En del av utsläppen antas kvarstå efter 2045, t.ex. utsläpp från förändrad markanvändning och utsläpp från en del metaller, plaster m.m., även om bedömningen är behäftad med stora osäkerheter. För att nå målet om klimatneutralitet behöver branschen därför åstadkomma negativa utsläpp. Trafikverket skriver i sin nyligen reviderade riktlinje³ för klimatkrav att *”För att nå målen på sikt kan negativa utsläpp behöva skapas i projekten i form av kolsänkor. Efter 2030 kan köp av negativa utsläpp komma att krävas som kompensation av kvarstående utsläpp på en projektövergripande nivå av Trafikverket.”*

Bygg- och anläggningsbranschen, tillsammans med flera andra branscher, arbetar nu med strategier och aktiviteter för att uppnå klimatneutralitet. Det dyker också löpande upp nya initiativ, tjänster, certifieringar m.m. som säger sig ha svaret på hur man kan uppnå klimatneutralitet. Det florerar också många liknande begrepp, som nettonoll, net-zero, klimatpositiv m.m, som alla handlar om en balans mellan utsläpp och upptag av växthusgaser där nettot måste bli noll eller negativt, men som inte säkert betyder samma sak. Samtidigt saknas det ännu standarder och regelverk, både nationellt och på EU-nivå enligt Parisavtalet, för att definiera och verifiera negativa utsläpp genom tillskapande av kolsänkor i projekt eller genom kompensation med

köp av negativa utsläppskrediter från t.ex. BECCS⁴-anläggningar. Detta gör att det just nu råder stor oklarhet i bygg- och anläggningsbranschen om hur målet om klimatneutralitet kan nås i praktiken.

1.2 Syfte och mål

Detta projekt initierades utifrån ett behov av att ta ett samlat grepp om vad klimatneutralitet innebär i ett anläggningsprojekt. I projektets initieringsfas formulerades följande beskrivning av förväntat resultat gemensamt med deltagare vid den första projektworkshopen i september 2022.

Projektet syftar till att reda ut begrepp och definitioner kring klimatneutralitet och föreslår en struktur och metod för hur man ska kunna bedöma om ett anläggningsprojekt uppnår klimatneutralitet eller inte. Med anläggningsprojekt avses här såväl statliga, kommunala som privata projekt där man utför anläggningsarbeten för att bygga vägar, järnvägar, gator, torg, industriområden, parker m.m. Projektet belyser frågor som är viktiga att beakta i planering, projektering och byggande, samt förutsättningar som måste finnas för förvaltningsfasen för att uppnå klimatneutralitet.

Projektet undersöker

- Storleksordningen på utsläpp från förändrad markanvändning (som vi idag oftast inte alls beräknar eller hanterar i anläggningsprojekt) och hur man kan bedöma vilken nettoförändring som blir resultatet av ett projekt som tar en viss typ av mark i anspråk, inklusive om åtgärder görs för att minska nettoutsläppen.
- Hur stora reduktioner av de ”vanliga” livscykelutsläppen från användning av betong, stål, asfalt, arbetsmaskiner, tunga transporter m.m. som är möjliga att uppnå givet olika steg i de olika branschernas

1 <https://fossilfritt.sverige.se/roadmap/bygg-och-anlaggningssektorn/>

2 Uppenberg, S., Eriksson, M., Jung, S. & Blomqvist, C. (2021). *Vägen mot klimatneutralitet – Kunskapsöversikt och förslag till nya reduktionsmål för Trafikverket*. Stockholm, WSP Environmental Sweden.

3 TDOK 2015:0480, v.6.0 (2022). *Klimatkrav i planläggning, byggskede, underhåll och på tekniskt godkänt järnvägsmateriel*. Trafikverket.

4 BECCS – Bio Energy Carbon Capture and Storage, vilket innebär att bioenergianläggningar fångar in koldioxidutsläpp från förbränning och lagrar dem permanent.

omställning till klimatneutralitet. Det ger en bild av vilka reduktioner av dessa utsläpp man kan kräva vid olika tidpunkter/utvecklingssteg innan man börjar prata om att kompensera kvarstående utsläpp.

- Vilka kriterier som måste uppfyllas (som beständighet, mätbarhet m.m.) för att det ska anses vara OK att räkna med att åtgärder som användning av biokol, inlagring av biomassa i träkonstruktioner och asfalt, plantering av träd och växter, samt karbonatisering av betong, ger upphov till negativa utsläpp i projekt
- Vilka förutsättningar som krävs för att det ska anses vara OK att kompensera kvarstående utsläpp med köp av utsläppskrediter för negativa utsläpp. Med förutsättningar menas t.ex. vilka typer av negativa utsläpp, om det överhuvudtaget är OK att hantera kompensation på projektnivå eller inte m.m.
- Hur man väger samman ovanstående fyra delar för att bedöma om klimatneutralitet uppnås eller inte, samt vilka verktyg för detta som finns redan idag och vilka som behöver utvecklas för att möjliggöra detta.

1.3 Avgränsningar

Projektet beaktar åtgärder som behöver vidtas i såväl planering, projektering som byggande för att uppnå utsläppsreduktioner och negativa utsläpp. Även behov av uppföljning och verifiering under förvaltning för att säkerställa eventuella negativa utsläpp beaktas. Användning av anläggning/infrastruktur, som trafikering, inkluderas ej.

Detta projekt syftar till att ta fram en struktur och förslag till definitioner och beräkningsmetoder, men kommer inte att utveckla nya ramverk eller certifieringar.

Projektet fokuserar på principer för balansering av växthusgasutsläpp och utreder inte djupare detaljer kring t.ex. tekniker för hur utsläpp från betong, stål och asfalt kan reduceras, eller strategier för hur elektrifiering av arbetsfordon och transporter kan implementeras på marknaden.

Projektet har fokus på hur frågan kan/bör hanteras i enskilda anläggningsprojekt, inte i ett bredare samhällsperspektiv. Det innebär att vi fokuserar framför allt på ögonblicksbilder av utsläpp och upptag i projekt, inte på konsekvenser av beslut som fattas i projekt. Exempelvis innebär det kopplat till förändrad markanvändning att vi inkluderar koldioxidutsläpp från det kolförråd som avverkas samt koldioxidupptag på en specifik plats, men inte påverkan på skogsindustrin i stort.

1.4 Genomförande och metod

1.4.1 Projektorganisation

Projektet har finansierats av SBUF, Vinnova (via Infrasweden) och projektparterna och genomförts under perioden september 2022 – november 2023 som ett samarbete mellan WSP, Skanska och Peab. Projektets arbetsgrupp har bestått av följande personer:

- Stefan Uppenberg, WSP, projektledare
- Carolina Liljenström, WSP
- Marcus Eriksson, WSP
- Susanne Jung, WSP
- Sofie Absér, Skanska
- Nicklas Magnusson, Skanska
- Elin Coleman, Skanska
- Alicia Requena Carrion, Skanska
- David Nordberg, Skanska
- Diego Peñaloza, Peab
- Nils Rydén, Peab

En viktig del av projektets genomförande har bestått av dialog med en bred referensgrupp i de fem workshops som genomförts. Totalt har ca 75 personer deltagit i referensgruppen via workshopparna, med representanter från bl.a. följande organisationer:

- Adda
- Bjerking
- Chalmers
- Coinnovate
- ESEM
- IVL
- KTH
- Lunds kommun
- Malmö stad
- Maskinentreprenörerna
- Modular Cycling
- NCC
- Peab
- Polar structure
- SGBC
- Skanska
- Skellefteå kommun
- Stockholms stad
- Sweco
- Trafikverket
- Treano
- Tyréns
- Upphandlingsmyndigheten
- Uppsala kommun

- Växjö kommun
- Volvo CE
- White
- WSP

1.4.2 Metod

Projektet har genomförts med hjälp av en omfattande litteraturstudie för att sammanställa kunskap kopplat till beräkning av, exempelvis utsläppsreduktioner, kvarvarande utsläpp, kolsänkor, klimatkompensation, standarder, riktlinjer och certifieringar. Litteraturstudien omfattar rapporter, artiklar, webbsidor, inklusive relaterade projekt som identifierades vid projektansökan. Litteraturen har identifierats dels baserat på kunskap från arbets- och referensgrupper, dels baserat på internetsökningar och sökningar i relevanta publikationsdatabaser. Fokus har varit att studera nyligen publicerad litteratur samt andra pågående eller nyligen avslutade forsknings- och utvecklingsprojekt.

Intervjuer har genomförts med aktörer som gemensamt bedöms vara relevanta i initieringen av projektet och sedan löpande genom projektet. Det breda kontaktnät som projektets deltagare gemensamt utgör både nationellt och internationellt har använts för att identifiera och få kontakt med intervjupersoner.

Fem workshoppar med arbetsgrupp och referensgrupp har genomförts under projektets gång. Även andra branschaktörer bjöds in att delta (se 1.4.1 ovan). Workshopparna har varit en central del av projektet och målet var att ha en diskussion med branschaktörerna kring de frågor som hanteras i projektet, för att definitionen av ett klimatneutralt anläggningsprojekt ska vara förankrad i branschen. Resultatet har använts för att utveckla struktur och metod.

Temat för respektive workshop var följande:

- **Projektinitiering** – Definiera syfte och mål med projektet, nyckelåtgärder att studera i projektet, praktiska exempel att utgå ifrån.
- **Utsläppsreduktioner och kvarvarande utsläpp** – Begrepp kopplat till klimatneutralitet, ”recept” för utsläppsreduktioner, utsläpp från markanvändning.

- **Negativa utsläpp i projekt** – Regelverk för beräkning och certifiering av kolsänkor, åtgärder för att skapa negativa utsläpp.
- **Kompensation för kvarvarande utsläpp** – Exempel på projekt för hantering av åtgärder och kompensation.
- **Syntes och resultat** – Sammanfattning av tidigare workshoppar, presentation av fallstudier, förslag till struktur för att arbeta för ett klimatneutralt anläggningsprojekt, avslutning.

En målsättning i projektet har varit att så långt som möjligt basera analyser på praktiska exempel från genomförda eller planerade anläggningsprojekt. Därför valdes tre olika fallstudier ut:

- Skellefteå Site East
- Rosendal Etapp 4, Uppsala
- GC-väg i trä, Skellefteå

Utgångspunkten för valet av fallstudier har varit att de ska illustrera de olika typer av utsläppsminskningar och negativa utsläpp som bedöms relevanta för att uppnå klimatneutralitet baserat på tidigare studier, som utsläppsreduktioner för material, användning av biodrivmedel, elektrifiering av arbetsmaskiner och transporter, tillverkning och användning av biokol m.m. Fallstudierna har även använts för att undersöka och illustrera betydelsens av utsläpp från förändrad markanvändning i förhållande till utsläpp från material och drivmedel. Detta projekt har utgått från projektspecifika mängder (material, drivmedel, bygghälsor, skog, ytor, etc.) och marktyper (t.ex. skog/ängsmark/gräsmark) hos respektive fallstudieobjekt, men har inte använt geografiskt specifika värden för koldioxidupptag, kolförråd etc. Detta eftersom projektet vill illustrera potentiell betydelse av förändrad markanvändning, inte specifikt att bidra med beräkningar till ett specifikt projekt för användning i planering av det projektet.

2. Begrepp och definitioner

2.1 Ordlista

Klimatneutral – Utsläppsbalans där en verksamhet sammantaget inte bidrar till en ökning av koncentrationen av växthusgaser i atmosfären och därmed inte heller till stigande temperaturer. Enligt IPCC ett läge där utsläpp orsakade av mänsklig aktivitet (antropogena) balanseras av antropogent upptag av utsläpp över en viss tidsperiod.

Nettonoll – Synonymt med klimatneutral

Kolförråd -. Kolförrådet i ett markområde omfattar dels organiskt kol lagrat i levande biomassa och i dött organiskt material, dels organiskt kol inlagrat som markkol.

Kolpool - Nettoupptagen och nettoutsläppen av växthusgaser från naturmark är uppdelade efter så kallade kolpooler från levande biomassa ovan och under mark (levande träd och växter), dött organiskt material (döda träd och växter), markkol (mineraljord och organogen jord) samt övriga utsläpp (bränder och gödsling med mera).

Kolsänka -.En reservoar, antingen naturlig eller konstruerad, som tar upp kol från atmosfären och lagrar detta under mycket lång tid.

Permanens – Grad av beständighet för t.ex. en kolsänka. Om lagring i en kolsänka kan garanteras över mycket lång tid har sänkan hög permanens.

Negativa utsläpp – Upptag av växthusgaser som orsakas av medveten mänsklig handling och som är varaktigt och där lagring sker i geologiska, landbaserade eller havsbaserade reservoarer vilket bidrar till att halten växthusgaser i atmosfären minskar. Synonymt med kolsänka.

Undvikna utsläpp – Teoretisk utsläppsmängd som är en följd av åtgärd som leder till att utsläppen inte ökar lika mycket som de skulle gjort i ett relevant jämförelse-scenario, t.ex. där förnybar energiproduktion ersätter fossil produktion.

Additionalitet – En utsläppsreduktion är additionell om den inte skulle ha skett utan genomförande (finansiering) av den åtgärd som lett till utsläppsreduktionen.

Utsläppskredit – Verifikat för utsläppsreduktioner som uppkommit genom en specifik åtgärd, och som kan handlas med inom ramen för en marknad för utsläppskompensation.

Kompensation av utsläpp – En ekonomisk transaktion som sker i syfte att kompensera (kvitta) återstående utsläpp. Det vill säga att aktör 1 betalar aktör 2 för att skapa utsläppsreduktioner, som aktör 1 sedan får tillgodoräkna sig. Detta sker vanligtvis genom handel med utsläppskrediter.

Kompletterande åtgärder – Begrepp i det svenska klimatpolitiska ramverket som avser ett antal åtgärds-kategorier som kan användas för att kompensera kvarvarande utsläpp på nationell nivå: BECCS, ökade kolsänkor i skog och mark samt investeringar i andra länder.

Värdekedja - Den serie av steg och processer, med tillhörande ansvariga aktörer, som produkter eller tjänster genomgår från råmaterial till slutanvändning.

CCS – Förkortning av Carbon Capture and Storage, en teknik för infångning och geologisk lagring av koldioxidutsläpp från en verksamhet.

BECCS – Förkortning av Bio Energy Carbon Capture and Storage vilket innebär att CCS-teknik används för att fånga in och lagra koldioxidutsläpp från förbränning av bioenergi.

2.2 Några relevanta standarder och certifieringar

ISO 14021

– Self-declared environmental claims

ISO-standarden *ISO 14021, Environmental labels and declarations – Self declared environmental claims (Type II environmental labelling)*, innehåller rekommendationer om hur begrepp som klimatneutralitet och klimatkompensation bör kommuniceras för en produkt, tjänst eller organisation. Enligt standarden ska uttalanden om klimatneutralitet eller minskad klimatpåverkan förknippad med klimatkompensation innehålla:

- Information om de faktiska totala växthusgasutsläppen (carbon footprint)
- Hur mycket som har klimatkompensterats (i termer av köpta certifierade utsläppsminskningenheter, uttryckt som ton koldioxidkvivalenter).
- Fullständiga uppgifter om vilket klimatkompensationssystem som har använts
- Information som gör det möjligt för köparen att få tillgång till källor för ytterligare information de klimatkompensationsprojekt som använda utsläppsminskningenheter kommer ifrån.

Syftet med standarden är att bidra till en transparent kommunikation som istället för grovt förenklade budskap om ”klimatneutralitet” eller ”nettonoll-utsläpp” tydligt synliggör dels omfattningen av de uppskattade faktiska växthusgasutsläppen, dels omfattningen av klimatkompensation, vilket definieras som ”mekanism för att kompensera en produkts klimatavtryck genom förebyggande av utsläpp, minskning eller avlägsnande av motsvarande mängd utsläpp av växthusgaser i en process utanför produktsystemets gränser”. För fallet ”nettonoll-utsläpp” blir då kompensationen av samma omfattning som de faktiska utsläppen.

ISO 14068 – Carbon Neutrality

Svenska Institutet för Standarder (SIS) påbörjade i början av 2021 ett arbete med att ta fram en ny ISO-standard för ”Carbon Neutrality”, *ISO 14068*. Arbetet med standarden i Sverige utgår från ett arbetsutkast som den internationella arbetsgruppen nyligen producerat. Motiveringen från SIS sida är att det är viktigt att budskap kring klimatneutralitet, netto-noll, klimatpositivitet etc., som de konstaterar används allt oftare,

baserar sig på enhetliga definitioner, harmoniserade kvantifieringar och transparens kring eventuell kompensation. Standarden kommer vara generisk, vilket innebär att den kommer att definiera principer i ett ramverk och att den sannolikt kommer kunna användas för framtagande av sektor- eller materialspecifika standarder kring klimatneutralitet. Enligt SIS beräknas standarden vara klar Q2 2023. Troligen kommer standarden baseras på liknande principer som i *PAS 2060*, se nedan. SIS anger att följande tematiska områden är centrala från ett svenskt perspektiv;

- Systemgränserna för beräkningar
- Krav på utsläppsminskningar
- Typer av klimatkompensation som kommer tillåtas, samt
- Tillåtna claims/uttalanden/deklarationer och hur dessa får vara utformade

PAS 2060 – Carbon Neutrality

Sedan 2010 finns en brittisk standard, *PAS 2060 – Carbon Neutrality*, för vad som krävs för att organisationer ska få hävda klimatneutralitet och hur de ska verifiera det. Standarden består av fyra huvudprinciper:

1. Mätning
2. Reduktion av utsläpp
3. Kompensation
4. Dokumentering och validering

Mätning ska ske i enlighet med någon av standarderna för klimatberäkningar *ISO 14064 – Greenhouse gases¹, Greenhouse Gas Protocol (GHGP)* eller *PAS 2050 – Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services*, beroende på tillämpningsområde. *GHGP* definierar utsläpp av växthusgaser som hemmahörande i någon av kategorierna scope 1 – direkta utsläpp från den egna verksamheten, exempelvis från egna fabriker eller fordon, scope 2 – utsläpp från energi (el, fjärrvärme etc) som köps in till verksamheten, samt scope 3 – utsläpp uppströms och nedströms i leverantörskedjan från inköpta varor, tjänster och resor. Huvudprincipen är att alla utsläpp (i praktiken minst 95% av utsläppen) i scope 1 och 2 ska inkluderas, såväl som scope 3-utsläpp som bidrar till mer än 1% av de totala utsläppen. Avsteg från detta måste motiveras och dokumenteras.

1 Kravspecifikation med vägledning på organisationsnivå för kvantifiering och rapportering av utsläpp och avlägsnande av växthusgaser

Reduktion av utsläpp ska ske enligt en offentlig, kommunicerad plan för klimatneutralitet, som innehåller:

- Tidplan
- Specifika mål för utsläppsreduktioner
- Planerade åtgärder för att uppnå reduktionsmålen
- Beskrivning av hur kvarstående utsläpp ska kompenseras

Reduktionsplanen kan avse totala utsläppsminskningar eller relativa utsläppsminskningar i förhållande till t.ex. produktionsvolym. Planen ska uppdateras årligen.

Kompensation (kvittande) av egna kvarstående utsläpp, så att totala utsläpp blir netto-noll, kan ske genom köp av utsläppskrediter för åtgärder som uppfyller följande kriterier:

- Åtgärderna görs inom någon av de standarder som PAS 2060 godkänner (CDM, Gold Standard, m.fl.)
- Åtgärderna är additionella, d.v.s. utsläppsreduktionerna skulle inte ha skett utan det projekt som finansierats
- En oberoende tredje part har verifierat att åtgärderna är permanenta, att dubbelräkning av utsläpp undviks och att åtgärderna inte orsakar ökade utsläpp någon annanstans.
- De köpta krediterna annulleras inom max ett år i godkänt register.

Dokumentering och validering innebär att tillgängliggöra ett antal underlag offentligt:

- Bevis för utsläppsreduktioner

- Redovisning av nollade utsläppskrediter
- Klimatberäkningar (carbon footprint report)
- Reduktionsplan
- Uttalande om att kraven i standarden har uppfyllts (Qualifying Explanatory Statement)

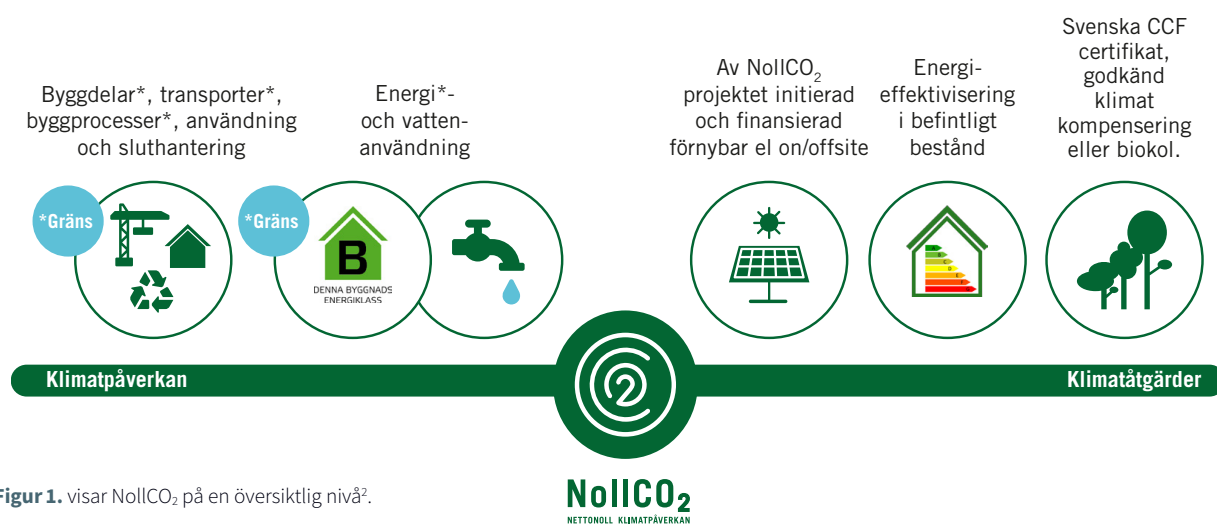
Validering kan göras genom granskning av en oberoende tredje part, eller genom något av de andra alternativ standarden tillåter.

NollCO₂

Certifieringen NollCO₂ har utvecklats av Sweden Green Building Council (SGBC) ”för att bidra till en klimatneutral samhällsbyggnadssektor i Sverige...”. Det är en påbyggnadscertifiering för byggnader som certifieras enligt Miljöbyggnad eller något annat av SGBCs certifieringssystem för byggnader och syftar till att definiera hur man kan uppnå ”netto-noll” klimatpåverkan av en ny byggnad, inkluderande byggnadens hela livscykel för den funktionella livstiden 50 år. De två huvudsakliga komponenterna i systemet är:

- Reduktion av växthusgasutsläpp från byggande och drift, ur ett livscykelperspektiv, där det ställs krav på en procentuell reduktion mot en byggnadstypisk baseline.
- Balansering av kvarvarande utsläpp med klimatåtgärder för att nå nettonoll.

I den senaste uppdateringen av NollCO₂ (september 2022 - version 1.2) introducerades möjligheten att inkludera långlivade träprodukter från hållbart skogs-



Figur 1. visar NollCO₂ på en översiktlig nivå².

2 Manual för NollCO₂ 1.2 <https://www.sgbc.se/app/uploads/2023/05/NollCO2-Manual-1.2.pdf>

bruk (enligt Continuous Cover Forestry, CCF) som en godkänd klimatåtgärd. Godkända klimatåtgärder är:

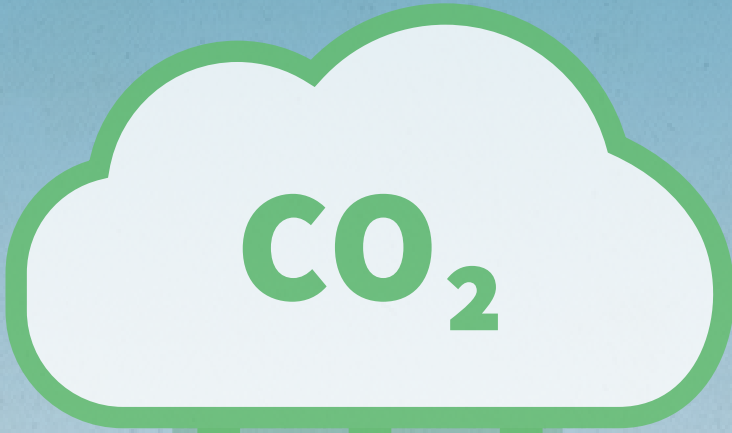
- installation och produktion av förnybar el, inom eller utanför fastigheten,
- energieffektiviseringsåtgärder i befintliga byggnader,
- klimatkompensering som klarar NollCO₂:s kriterier för miljömässig och social integritet, exempelvis certifikat för CCF eller biokol.

Utvecklingsprojektet Metodutveckling för klimatneutrala bygg- och anläggningsprojekt, SBUF-projekt 14238

I maj 2023 påbörjade IVL, Peab och Skanska ett SBUF-projekt kopplat till metodutveckling för klimatneutrala bygg- och anläggningsprojekt. Projektet har en tydlig koppling till den studie som beskrivs i föreliggande rapport, och kompletterar de mer övergripande perspektiv som undersökts här med att undersöka mer i detalj hur "klimatneutralitetsstandarder" kan tillämpas på projektnivå och söker bygga kunskap om hur projekt kan tillgodoräkna sig kolsänkor inom den egna värdekedjan och bidra med vägledning om principer för beräkning, bokföring och rapportering baserat på internationell standard (exempelvis enligt GHGP LSR³ pilotversion). Projektet ska också ta fram en användarvänlig vägledning och principer om användning av externa växthusgaskrediter (utanför den egna värdekedjan) som har bred relevans, t.ex. täcka olika tänkbara anspråk som kan göras av den som använder krediter och vara användbar gentemot olika sorters erbjudanden som förekommer på utbudssidan. Projektet, som väntas vara färdigställt i december 2023, förväntas leda till en tillämpbar vägledning, "god praxis", för företag i branschen som har för avsikt att börja arbeta med klimatneutrala projekt. Projektet gör en genomgång av standarder för klimatneutralitet m.a.p. systemgränser, vetenskapsbaserade reduktionsåtgärder inom värdekedjan, användning av externa växthusgaskrediter och relaterade claims. Exempel på dessa standarder är:

- Klimatneutralitet: SBTi Corporate Net-zero Standard, FN HLEG Net-zero commitments, FN Race to zero, ISO Net-Zero Guidance, ISO 14068 Carbon Neutrality,
- Upptag och inbindning av koldioxid i sänkor: GHGP LSR Guidance
- Klimakompensation med externa utsläppskrediter: Alla ovan samt ICVCM, VCMI, Nordic Dialogue on Voluntary Compensation

3 GHGP Land Sector and Removals Guidance – Sept 2022 draft



3. Utsläppsreduktioner och kvarvarande utsläpp

För att uppnå klimatneutrala anläggningsprojekt är det absolut viktigaste att drastiskt minska livscykelutsläppen av växthusgaser från de material och drivmedel som används i byggande, drift och underhåll av anläggningar, eftersom det leder till faktiska, permanenta utsläppsminskningar. Ju större fokus på nettoutsläpp av växthusgaser för alla material och drivmedel desto färre kompletterande åtgärder behövs. I närtid verkar det dock svårt att helt nå nollutsläpp från material och drivmedel trots att många aktörer i branschen arbetar för att ta fram nya produkter och lösningar med låga växthusgasutsläpp. Men hur nära noll går det att komma för olika kategorier material och drivmedel? Och när i tid är det troligt att det sker? Och hur ska ett projekt hantera det faktum att utsläpp från förändrad markanvändning kan ge upphov till stora utsläpp som är svåra att undvika? För att kunna arbeta långsiktigt och systematiskt med planering och kravställning i upphandling är det viktigt att branschen har kunskap och samsyn kring dessa frågor.

I följande avsnitt presenteras först scenarion för möjliga utsläppsreduktioner och kvarvarande utsläpp, och därefter en beskrivning av utsläpp från förändrad markanvändning.

3.1 Möjliga utsläppsreduktioner från material och processer

Inom ramen för forskningsprogrammet Mistra Carbon Exit (MCE) har det gjorts en detaljerad kartläggning av reduktionspotentialer för bygg- och anläggningssektorns utsläpp av växthusgaser. I kartläggningen räknas

biogena utsläpp som koldioxidneutrala, t.ex. de biogena koldioxidutsläpp som kommer av biobränsleanvändning i cementklinker- och asfaltsproduktionen. Först gjordes en analys av hur utsläppen från ett vägprojekt (Väg 44)¹ kan minskas över tid fram till 2045 och hur nära klimatneutralitet man kan komma förutsatt att transformativa åtgärder för utsläppsminskning sker i bl.a. stål-, cement- och asfaltsindustrin. Resultatet från Väg 44 visade på en möjlig reduktion på 83% år 2030 och 92% år 2045.

Analysen för Väg 44 har inom MCE sedan utvecklats till en mer komplett ”roadmap” för bygg- och anläggningssektorns möjliga väg mot klimatneutralitet – Technical roadmap building and transport infrastructure^{2,3}. Den fokuserar på de största utsläppspos-terna och utgår främst från:

- Litteraturstudier
- Färdplaner inom Fossilfritt Sverige
- Företags- och industriplaner (Sverige och EU)
- Resultat från FoU-projekt
- Trafikverkets krav
- Upphandlingsmyndighetens kriterier

Med hjälp av underlag för de åtgärder och scenarion som beskrivs i denna roadmap tog WSP 2021 fram reduktionsscenarion för väg- och järnvägsprojekt för år 2025, 2030, 2035, 2040 och 2045, som underlag för förslag till reviderade klimatmål åt Trafikverket, i rapporten *Vägen mot klimatneutralitet*⁴. De analyserna visade också på en reduktionspotential på ca 90% till 2045 för både väg- och järnvägsprojekt. Det innebär också att ca 10% av dagens utsläpp kvarstår, vilket delvis beror på

1 Karlsson, I., Rootzén, J. and Johnsson, F. “Reaching net-zero carbon emissions in construction supply chains – Analysis of a Swedish road construction project,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 120, 2020, doi: 10.1016/j.rser.2019.109651.

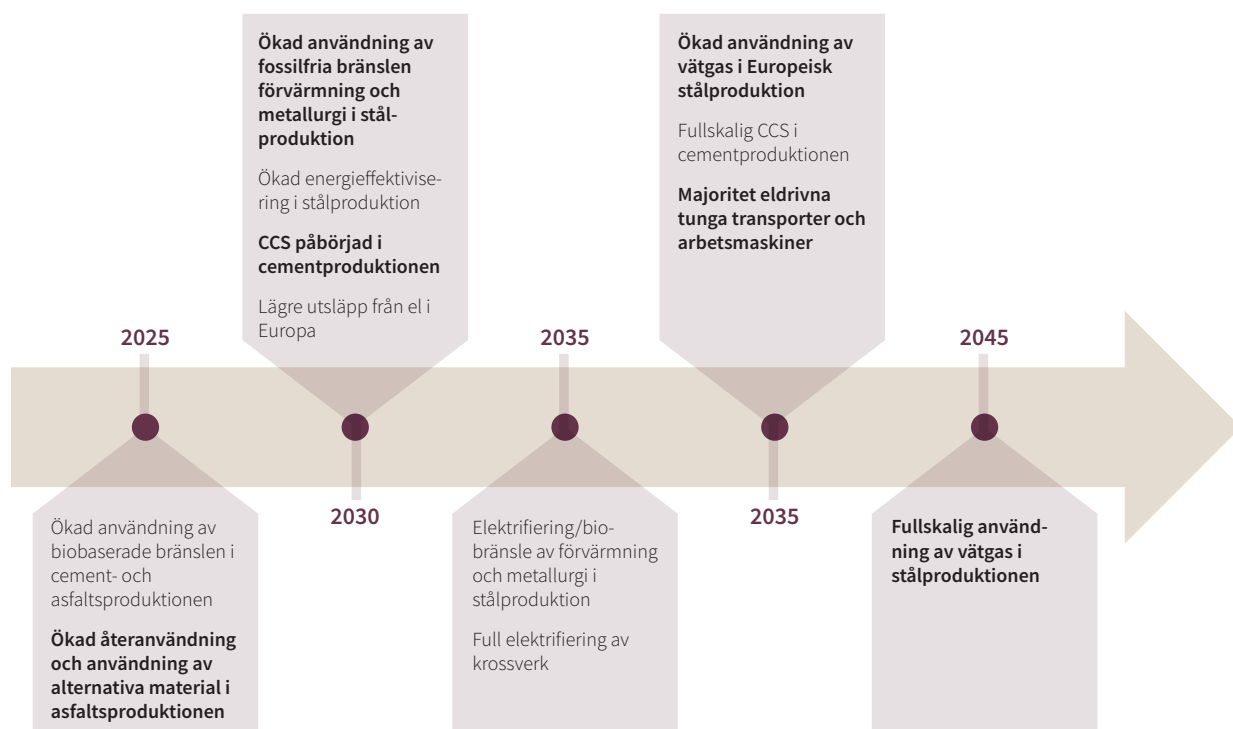
2 Karlsson, I., Toktarova, A., Rootzén, J., Odenberger, M., 2020, Technical Roadmap – Buildings and transport infrastructure, Mistra Carbon Exit https://static1.squarespace.com/static/59497bb66b8f5bd183c75745/t/5ec38f7b391cb70d018660de/1589874574652/MistraCarbonExit_Roadmap_Buildings+and+transport+infrastructure_v4.pdf

3 Karlsson, I., Rootzén, J., Toktarova, A., Odenberger, M., Johnsson, F. and Göransson, L. “Roadmap for Decarbonization of the Building and Construction Industry—A Supply Chain Analysis Including Primary Production of Steel and Cement,” *Energies* (Basel), vol. 13, no. 16, p. 4136, 2020, doi: 10.3390/en13164136.

4 Uppenberg, S., Eriksson, M., Jung, S. & Blomqvist, C. (2021). *Vägen mot klimatneutralitet – Kunskapsöversikt och förslag till nya reduktionsmål för Trafikverket*. Stockholm, WSP Environmental Sweden

att använda scenarion inte innehåller detaljerade analyser om reduktionsmöjligheterna för samtliga möjliga utsläppsposter. De kvarstående utsläppen kommer från övriga metaller (utöver stål), sprängmedel, plast, glas och avskogning (som ingår som en specifik post i Trafikverkets klimatkalkylverktyg och inkluderar utsläpp från permanent borttagning av biomassa ovan mark, men inte utsläpp från förlust av kolsänka och biomassa under mark) tillsammans med andra biogena utsläpp från förändrad markanvändning kopplat till produktion av biobränslen och elenergi. Vid genomlysning av dessa materialbranschens arbete med klimatreduktion gjordes bedömningen att dessa utsläpp inte heller skulle nå nettonoll till 2045. Det bör dock poängteras att de utsläpp från förändrad markanvändning som beskrivs i nästa rapportavsnitt inte inkluderades i analysen. Utsläpp från förändrad markanvändning tillkommer utöver utsläpp från material och drivmedel och måste hanteras i planering på andra sätt för att kunna minimeras.

Under hösten 2022 och våren 2023 har MCE:s roadmap uppdaterats utifrån ny kunskap kring de olika utsläppskategoriernas uppnådda reduktioner och nya branschfärdplaner för klimatneutralitet m.m. Det arbetet har visat att det för vissa kategorier, som asfalt, har gått snabbare att reducera utsläppen än vad som förväntades för tre år sedan, medan prognoserna för andra kategorier kvarstår oförändrade. Vår bedömning är att denna sammanställning av information om branschens utveckling med avseende på minskade växthusgasutsläpp är den mest detaljerade och omfattande som finns tillgänglig, även i ett internationellt perspektiv, och att det därför är relevant att använda den som underlag för att sprida kunskap om vilka utsläppsreduktioner som bör kunna uppnås vid olika tidpunkter. I samarbete med MCE:s Ida Karlsson har två scenarion från framtagna roadmap (som kallas elektrifieringsscenariot med bio + CCS-scenariot för cementproduktion) använts i en kombination i de resultat som redovisas i följande avsnitt.



Figur 2. Exempel på åtgärder i industrins klimatomställning som förutsätts i MCE:s reduktionsscenarier⁵.

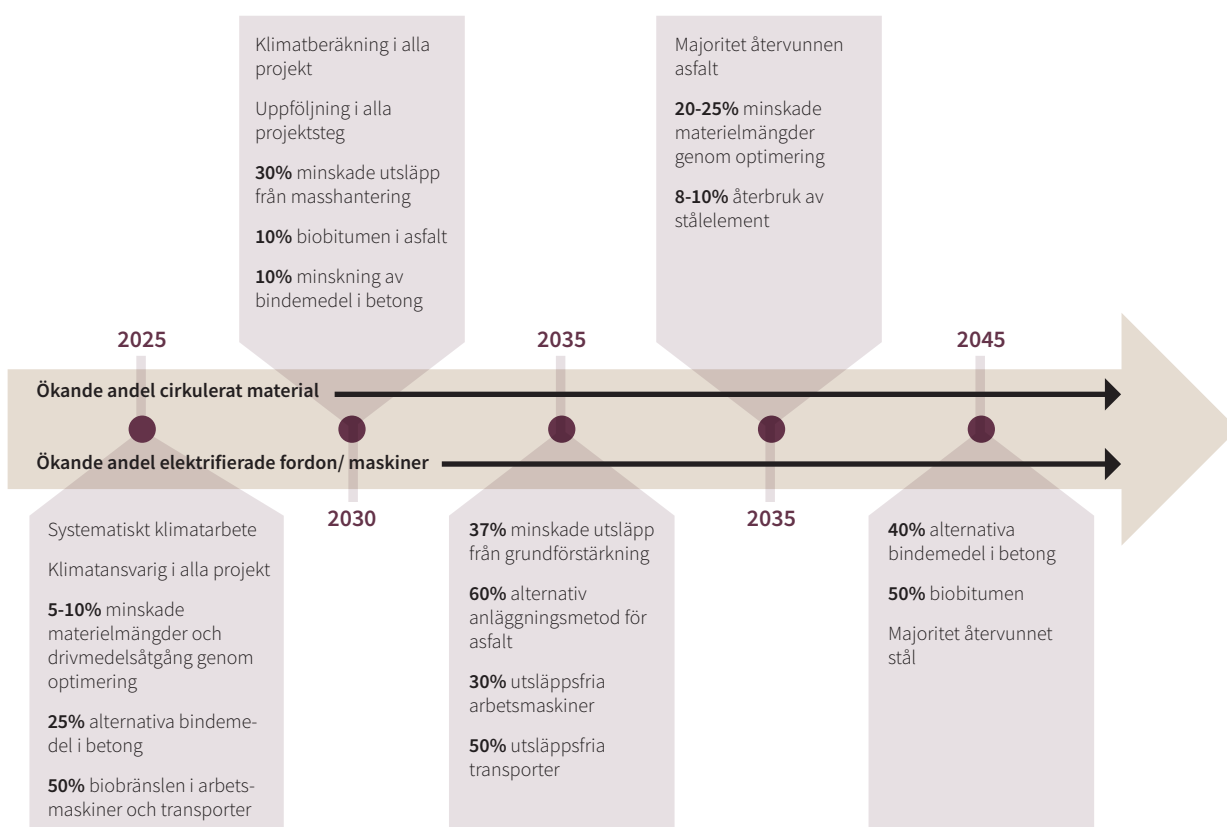
5 Karlsson, I., Rootzén, J., Toktarova, A., Odenberger, M., Johnsson, F. and Göransson, L. "Roadmap for Decarbonization of the Building and Construction Industry—A Supply Chain Analysis Including Primary Production of Steel and Cement," *Energies (Basel)*, vol. 13, no. 16, p. 4136, 2020, doi: 10.3390/en13164136.

3.1.1 Scenarion för utsläppsreduktioner

För en stor del av de utsläppsreduktioner som beskrivs i MCE:s scenarier är industrins omställning till fossilfria tillverkningsprocesser en förutsättning för att uppnå de potentialer som anges. I Figur 2 ovan beskrivs översiktligt vilka omställningar det handlar om och när i tid de kan antas ske. Fokus för denna studie är dock projektperspektivet och vilka aktiva åtgärder som kan göras i anläggningsprojekt för att minska växthusgasutsläppen. I Figur 3 redovisas exempel på åtgärder som måste styras genom strategier, krav och aktiva val i de enskilda anläggningsprojekten.

Nedan presenteras MCE:s reduktionsscenarier (ibid) med fokus på åtgärder som behöver hanteras i anläggningsprojekten. Åtgärderna baseras på hur dagens anläggningsprojekt utformas och anläggs. De pro-

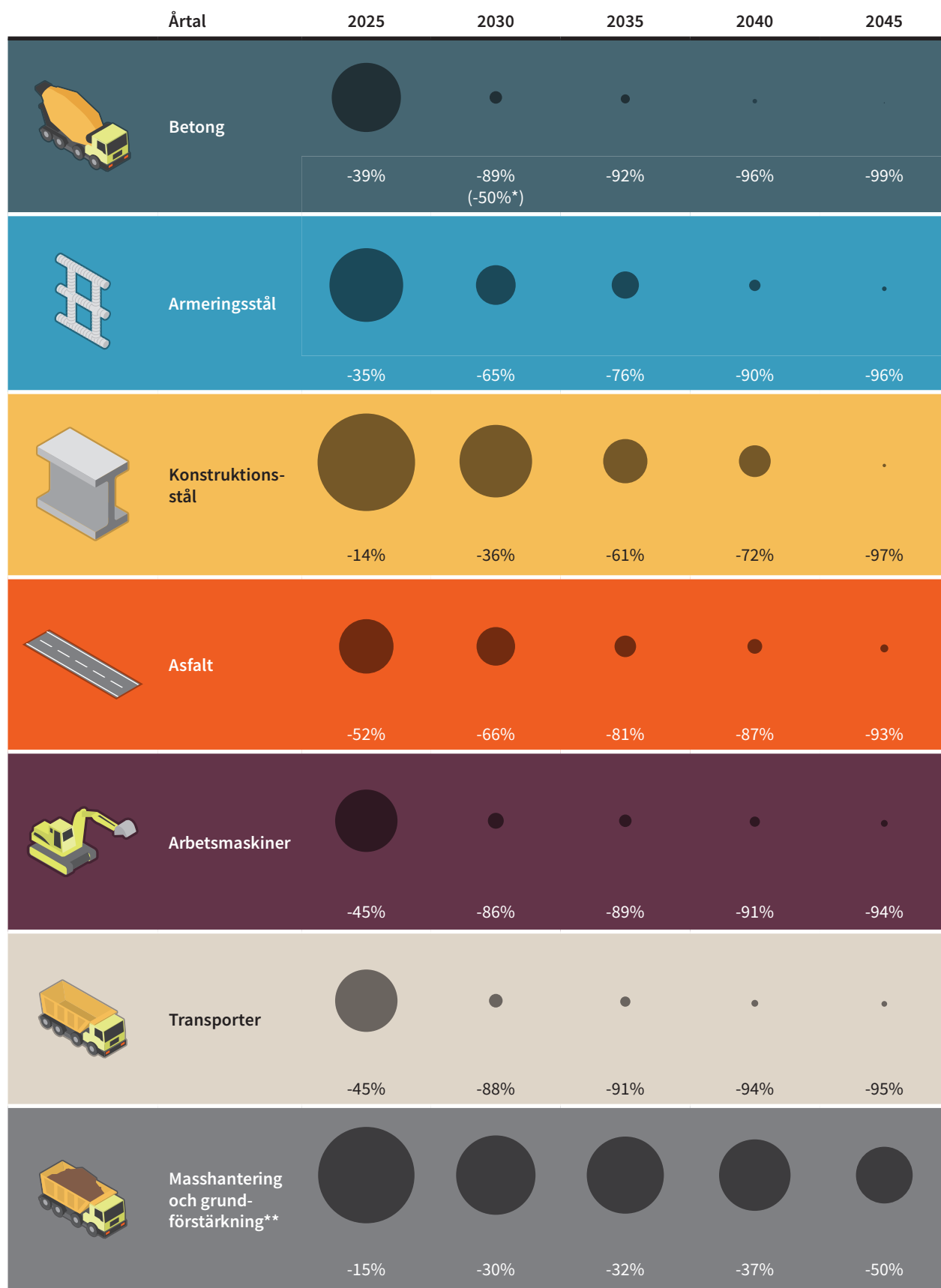
centuella förändringar som tagits fram baseras på ett genomsnittligt anläggningsprojekt och anger möjlig genomsnittlig förbättring i branschen jämfört tekniknivå 2015. För alla kategorier, utom asfalt, motsvarar tekniknivå 2015 de emissionsfaktorer som anges i Trafikverkets Klimatkalkyl v.7. Det kan alltså gå att uppnå ännu högre reduktioner med användande av innovativa åtgärder och bästa tillgängliga teknik. Reduktionspotentialerna presenteras i femårsintervall. I Tabell 1 redovisas en översikt över alla kategorier och totala reduktionspotentialer som resultat av både industrins omställning och implementering av åtgärder i anläggningsprojekt. Mer detaljerad information om vilka förutsättningar som krävs för att uppnå reduktioner, med fokus på åtgärder i projekt, beskrivs sedan i separata avsnitt för alla kategorier.



Figur 3. Exempel på åtgärder i enskilda anläggningsprojekt som förutsätts i MCE:s reduktionsscenarier⁶.

6 Karlsson et al, Carbon reduction in transport infrastructure construction and maintenance to reach net-zero by 2045 - A project-specific roadmap, Submitted for publication, 2023

Tabell 1. Totala reduktionspotentialer för material och processer enligt roadmap framtagen inom Mistra Carbon Exit. De procentuella förändringar som redovisas fram baseras på ett genomsnittligt anläggningsprojekt och anger möjlig genomsnittlig förbättring i branschen jämfört med teknikläge 2015.

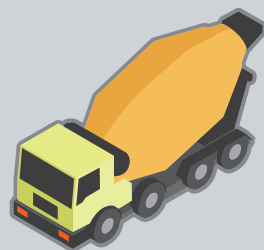


* Utan koldioxidinfångning (CCS) i cementklinkerproduktionen

** Utöver transport- och maskinåtgärder

Betong

I Tabell 2 redovisas vilka förutsättningar som behöver uppfyllas med avseende på åtgärder och aktiva val i anläggningsprojekt kopplat till användning av betong för att uppnå de reduktionspotentialer som bedömts vara möjliga enligt MCE-scenarierna. Tabellen redovisar också förändringen av emissionsfaktorn för betong.



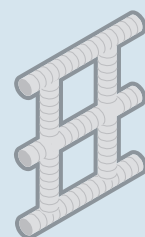
Tabell 2. Beskrivning av åtgärder i anläggningsprojekt för att uppnå reduktionspotentialer för betong enligt roadmap framtagen inom Mistra Carbon Exit. De procentuella förändringar som redovisas baseras på ett genomsnittligt anläggningsprojekt och anger möjlig genomsnittlig förbättring i branschen jämfört med teknikläge 2015.

Åtgärd/Status	Referens	2025	2030	2035	2040	2045
Växthusgasutsläpp per enhet (kg CO ₂ -ekv/m ³)	388	263	52 (224)*	43	21	3
Minskad materialanvändning för betongkonstruktioner genom optimering, exempelvis m.h.a. beräkningsrobotar (% minskning)	0%	8%	15%	20%	25%	30%
Minskning av andel bindemedel (genom optimering av betongrecept samt exponeringsklass och hållfasthetsklass per applikation)	0%	5%	10%	15%	18%	20%
Inblandning av alternativa bindemedel i betong, i linje med möjligheter i standard SS137003 och AMA Anläggning (% inblandning)	3%	25%	30%	33%	37%	40%

* Utan koldioxidinfångning (CCS) i cementklinkerproduktionen

Armeringsstål

I Tabell 3 redovisas vilka förutsättningar som behöver uppfyllas med avseende på åtgärder och aktiva val i anläggningsprojekt kopplat till användning av armeringsstål för att uppnå de reduktionspotentialer som bedömts vara möjliga enligt MCE-scenarierna. Tabellen redovisar också förändringen av emissionsfaktorn för armeringsstål.

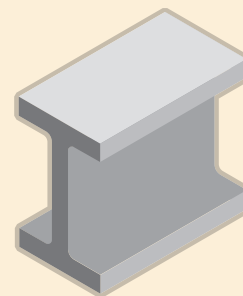


Tabell 3. Beskrivning av åtgärder i anläggningsprojekt för att uppnå reduktionspotentialer för armeringsstål enligt roadmap framtagen inom Mistra Carbon Exit. De procentuella förändringar som redovisas baseras på ett genomsnittligt anläggningsprojekt och anger möjlig genomsnittlig förbättring i branschen jämfört med teknikläge 2015.

Åtgärd/Status	Referens	2025	2030	2035	2040	2045
Växthusgasutsläpp per enhet (ton CO ₂ -ekv/ton)	0,78	0,53	0,30	0,22	0,10	0,04
Minskad materialanvändning för betongkonstruktioner genom optimering, exempelvis m.h.a. beräkningsrobotar (% minskning)	0%	5%	10%	15%	18%	20%
Användning av armeringsstål baserat på återvunnet stål (% användning)	50%	100%	100%	100%	100%	100%

Konstruktionsstål

I Tabell 4 redovisas vilka förutsättningar som behöver uppfyllas med avseende på åtgärder och aktiva val i anläggningsprojekt kopplat till användning av konstruktionsstål för att uppnå de reduktionspotentialer som bedömts vara möjliga enligt MCE-scenarierna. Tabellen redovisar också förändringen av emissionsfaktorn för konstruktionsstål.

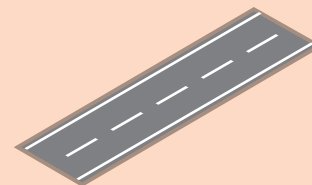


Tabell 4. Beskrivning av åtgärder i anläggningsprojekt för att uppnå reduktionspotentialer för konstruktionsstål enligt roadmap framtagen inom Mistra Carbon Exit. De procentuella förändringar som redovisas baseras på ett genomsnittligt anläggningsprojekt och anger möjlig genomsnittlig förbättring i branschen jämfört med teknikläge 2015.

Åtgärd/Status	Referens	2025	2030	2035	2040	2045
Växthusgasutsläpp per enhet (ton CO ₂ -ekv/ton)	2,20	2,02	1,61	1,03	0,80	0,07
Minskad materialanvändning för stålkonstruktioner genom optimering, exempelvis m.h.a beräkningsrobotar (% minskning)	0%	6%	10%	13%	15%	15%
Användning av konstruktionsstål baserat på återvunnet stål (% användning)	20%	25%	30%	35%	42%	50%
Återbruk av hela stålelement i stålkonstruktioner	0%	0%	2%	5%	8%	10%

Asfalt

I Tabell 5 redovisas vilka förutsättningar som behöver uppfyllas med avseende på åtgärder och aktiva val i anläggningsprojekt kopplat till användning av asfalt för att uppnå de reduktionspotentialer som bedömts vara möjliga enligt MCE-scenarierna. Tabellen redovisar också förändringen av emissionsfaktorn för asfalt.

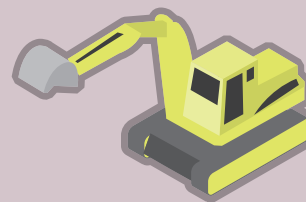


Tabell 5. Beskrivning av åtgärder i anläggningsprojekt för att uppnå reduktionspotentialer för asfalt enligt roadmap framtagen inom Mistra Carbon Exit. De procentuella förändringar som redovisas baseras på ett genomsnittligt anläggningsprojekt och anger möjlig genomsnittlig förbättring i branschen jämfört med teknikläge 2015.

Åtgärd/Status	Referens	2025	2030	2035	2040	2045
Växthusgasutsläpp per enhet inklusive transport och utläggning (ton CO ₂ -ekv/ton)	0,054	0,027	0,020	0,012	0,008	0,005
Växthusgasutsläpp per enhet exklusive transport och utläggning (ton CO ₂ -ekv/ton)	0,043	0,021	0,017	0,011	0,008	0,005
Minskad materialanvändning för asfaltbeläggningar genom optimering av vägöverbyggnad (% minskning)	0%	5%	8%	11%	13%	15%
Användning av alternativa anläggningsmetoder, exempelvis lågtempererad asfalt (% användning)	30%	40%	50%	65%	80%	95%
Användning av återbrukad asfalt (RAP) (% användning)	20%	25%	25%	30%	35%	40%
Användning av återbrukat krossmaterial (% användning)	0%	5%	10%	20%	25%	30%
Användning av biobitumen (% av bitumenanvändning)	0%	0%	5%	15%	30%	50%
Användning av biobränsle drivna/ elektrifierade asfaltläggningsmaskiner	10%/ 0%	25%/ 0%	50%/ 10%	80%/ 20%	70%/ 30%	50%/ 50%

Arbetsmaskiner

I Tabell 6 redovisas vilka förutsättningar som behöver uppfyllas med avseende på åtgärder och aktiva val i anläggningsprojekt kopplat till användning av arbetsmaskiner för att uppnå de reduktionspotentialer som bedömts vara möjliga



Tabell 6. Beskrivning av åtgärder i anläggningsprojekt för att uppnå reduktionspotentialer för arbetsmaskiner enligt roadmap framtagen inom Mistra Carbon Exit. De procentuella förändringar som redovisas baseras på ett genomsnittligt anläggningsprojekt och anger möjlig genomsnittlig förbättring i branschen jämfört med teknikläge 2015.

Åtgärd/Status	Referens	2025	2030	2035	2040	2045
Växthusgasutsläpp per enhet (g CO ₂ -ekv/MJ)	76	47	13	12	10	7
Minskad drivmedelsåtgång genom effektivare användning, optimerad och förnyad maskinpark (% minskning)	0%	8%	13%	15%	18%	18%
Användning av biobränslen istället för fossila bränslen (% användning)*	25%	50%	80%	69%	51%	37%
Användning av eldrivna maskiner (% användning)*	0%	10%	20%	31%	49%	63%

*Användningen av fossilfria drivmedel går ner över tid i och med ökad andel elektrifiering. Den totala användningen av drivmedel överstiger ej 100%.

Transporter

I Tabell 7 redovisas vilka förutsättningar som behöver uppfyllas med avseende på åtgärder och aktiva val i anläggningsprojekt kopplat till användning av fordon för tunga transporter för att uppnå de reduktionspotentialer som bedömts vara möjliga enligt MCE-scenarierna. Tabellen redovisar också förändringen av emissionsfaktorn för tunga fordon.



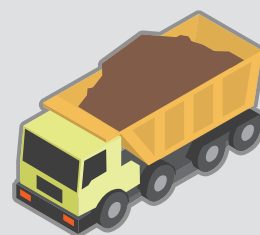
Tabell 7. Beskrivning av åtgärder i anläggningsprojekt för att uppnå reduktionspotentialer för transporter enligt roadmap framtagen inom Mistra Carbon Exit. De procentuella förändringar som redovisas baseras på ett genomsnittligt anläggningsprojekt och anger möjlig genomsnittlig förbättring i branschen jämfört med teknikläge 2015.

Åtgärd/Status	Referens	2025	2030	2035	2040	2045
Växthusgasutsläpp per enhet (g CO ₂ -ekv/MJ)	75	46	13	12	8	5
Minskat transportbehov som resultat av materialeffektivisering (% minskning)	0%	6%	11%	15%	18%	20%
Minskad drivmedelsåtgång genom ökad och effektivare logistikplanering, samt optimerad och förnyad fordonspark (% minskning)	0%	5%	10%	15%	23%	18%
Användning av biobränslen istället för fossila bränslen (% användning)*	26%	50%	70%	50%	28%	15%
Användning av eldrivna fordon (% användning)*	0%	10%	30%	50%	72%	85%

*Användningen av fossilfria drivmedel går ner över tid i och med ökad andel elektrifiering. Den totala användningen av drivmedel överstiger ej 100%.

Masshantering och grundförstärkning

I Tabell 8 redovisas vilka förutsättningar som behöver uppfyllas med avseende på åtgärder och aktiva val i anläggningsprojekt kopplat till masshantering och grundförstärkning för att uppnå de reduktionspotentialer som bedömts vara möjliga enligt MCE-scenarierna.



Tabell 8. Beskrivning av åtgärder i anläggningsprojekt för att uppnå reduktionspotentialer för masshantering och grundförstärkning enligt roadmap framtagen inom Mistra Carbon Exit. De procentuella förändringar som redovisas baseras på ett genomsnittligt anläggningsprojekt och anger möjlig genomsnittlig förbättring i branschen jämfört med teknikläge 2015.

Åtgärd/Status	Referens	2025	2030	2035	2040	2045
Minskade utsläpp genom kortare transportavstånd, smartare schaktning, färre tomma lass och mer lokal återvinning (% utsläppsminskning)	0%	15%	30%	30%	30%	30%
Användning av återvunna berg- och jordmassor (% användning)	12%	20%	30%	33%	37%	40%
Minskade utsläpp från grundförstärkning genom optimering av dimensioner och val av bindemedelskombinationer (% utsläppsminskning)	0%	15%	30%	37%	45%	50%

3.1.2 Behov och praktisk användning av reduktionsscenarierna

Fossilfritt Sverige gjorde under 2022 en uppföljning⁷ av de 22 färdplaner för fossilfri konkurrenskraft som lika många branscher tog fram under 2018-2020. I uppföljningsrapporten redovisas ett antal utmaningar som bygg- och anläggningssektorn anser vara de viktigaste för att nå de mål om klimatneutralitet, och vägen dit, som färdplanen anger:

- Förutsägbara spelregler saknas
- Klimatmål kopplas inte till affären
- Behov av att öka kompetensen om vilket ansvar/möjlighet som finns att minska klimatpåverkan.
- Offentliga beställare behövs som motor
 - Kompetensen inom upphandling behöver stärkas
 - Fler offentliga beställare behöver ställa tuffa klimatkrav
 - Skarpa, tydliga, långsiktiga och förutsägbara upphandlingskrav – ökar efterfrågan på fossilfria produkter
 - Uppföljning av klimatkrav

Vi anser att de reduktionsscenarier som redovisas ovan kan användas för att skapa en gemensam, bredare och djupare bild av den utveckling i branschen som måste ske för att nå målet om klimatneutralitet 2045. Den kunskapen kan användas för att hjälpa till att lösa många av de utmaningar som anges i Fossilfritt Sveriges uppföljning. Några exempel på hur scenarierna kan användas beskrivs nedan men det finns många fler möjligheter att använda dem för utvecklingsarbete i branschen:

- Det är ofta en utmaning för kommunala offentliga beställare att ställa klimatkrav i upphandling av anläggningsentreprenader på grund av brist på resurser och kompetens kring vilka krav som är möjliga att ställa. Scenarierna kan användas av en kommunal beställare för att få kunskap om att det för projekt som startar under tidsperioden 2025 – 2030 troligen är fullt möjligt att ställa klimatkrav på t.ex. asfalt och betong på den nivå som anges för 2025 (0,021 ton CO₂-ekv/ton resp. 263 kg CO₂-ekv/m³). Samtidigt som det troligen är en utmaning att ställa högre krav än så vid den tidpunkten, vilket kan kräva innovativa lösningar. I så fall krävs djupare kunskap om tekniska möjligheter och en nära samverkan med leverantörskedjan.

⁷ <https://fossilfrittverige.se/2022/10/26/uppfoljning-av-fardplanerna-2022/>

- Entreprenörer och leverantörer kan använda scenarierna som "benchmark" för att ha koll på att deras egna mål och utvecklingsplaner för t.ex. elektrifiering av arbetsmaskiner och tunga fordon ligger i linje med vad som förväntas i branschen vad gäller klimatomställning.
- Reduktionsscenerierna visar att det krävs en komplex kombination av klimatomställning i industrin tillsammans med många olika åtgärder hos leverantörskedjans aktörer och i de enskilda anläggningsprojekten. Scenerierna kan användas som en checklista för både beställare, konsulter, entreprenörer och leverantörer för att kontrollera att man hanterat nödvändiga aspekter för klimatreduktion i anläggningsprojekt. Har projektet t.ex. inkluderat och hanterat optimeringsfrågor för byggnadsverk och vägöverbyggnader i projekteringsarbetet? Eller har projektet i produktionsplaneringen tagit vara på möjligheter till återanvändning av material och berg- och jordmassor? Och har projektet tagit höjd för den tid det kan ta för återvinningsprocesser och nödvändiga kvalitetsprovningar?
- Byggföretagen kan i samarbete med Fossilfritt Sverige använda scenarierna som underlag för en mer detaljerad uppföljning av färdplanen för klimatneutralitet genom att ta fram indikatorer för de kategorier och åtgärder som redovisas, och följa upp dessa över tid.
- Inom MCE pågår ett samarbete med Skellefteå kommun som man kallar "Local Arena" där scenarierna och åtgärderna har vidareutvecklats för att kunna användas som underlag vid erfarenhetsåterföring, samt för att säkerställa lärande och bred implementering mellan olika projekt. WSP och MCE startar också upp ett nytt gemensamt projekt under hösten 2023 som syftar till att målgruppsanpassa och använda informationen i scenarierna för att påskynda och bredda klimatomställningen i branschen genom systematisk kunskapsspridning. T.ex. kan det vara så att viss information om t.ex. nivåer på klimatprestanda för material som betong och stålprodukter bör föras in i branschgemensamma referensverk som AMA Anläggning för att få så stort genomslag som möjligt, istället för att ställas som krav i specifika upphandlingar på initiativ av enskilda beställare.

3.2 Utsläpp från förändrad markanvändning

Naturmarker, exempelvis skogar, våtmarker och ängar, innehåller förråd av organiskt kol som har byggts upp genom att koldioxid har avlägsnats från atmosfären genom fotosyntes. Kolförrådet finns fördelat på olika kolpooler, både över och under mark, t.ex. i levande växtbiomassa, i marken och i dött organiskt material. De flesta naturmarker lagrar löpande in kol. Om markområdet har ett nettoupptag av växthusgaser från atmosfären så utgör området en kolsänka. När naturmark omvandlas till bebyggd mark så förändras både områdets kolförråd och områdets framtida möjligheter att ta upp koldioxid från atmosfären.

I Sveriges klimatrapporering redovisas nettoutsläpp och nettoupptag av växthusgaser från markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk (LULUCF – Land Use, Land Use Change and Forestry) på nationell nivå⁸. Denna statistik inkluderar kolförrådsförändringar då naturmark omvandlas till bebyggd mark. På denna nationella nivå redovisas övergripande trender i LULUCF-sektorn, men statistiken möjliggör inte en detaljerad analys av möjligheter att minska påverkan på kolförråd och kolsänkor i enskilda anläggningsprojekt.

I dagsläget saknas konsensus kring hur utsläpp från förändrad markanvändning ska beräknas i enskilda anläggningsprojekt. De flesta beställare som ansvarar för stora anläggningsprojekt, som Trafikverket och kommuner, har dock under projektets workshoppar tydligt angivit att de ser utsläpp från förändrad markanvändning som en viktig utsläppskategori att inkludera i framtiden, för att kunna bedöma hur klimatneutralitet kan uppnås.

Det finns flera verktyg och dataunderlag för att beräkna utsläpp från förändrad markanvändning på projektnivå och det pågår flera initiativ kopplat till standardisering och metodutveckling. Ett urval av sådana initiativ beskrivs i avsnitt 3.2.1. Avsnitt 3.2.2 beskriver ett antal aspekter som behöver beaktas vid beräkning av utsläpp från förändrad markanvändning. Avsnitt 3.2.3 presenterar resultatet från fyra fallstudier där utsläppen från förändrad markanvändning jämförs med utsläpp från material och drivmedel.

⁸ Naturvårdsverket (2023). Nettoutsläpp och nettoupptag av växthusgaser från markanvändning (LULUCF). Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-nettoutslassp-och-nettoupptag-fran-markanvandning/> (Besökt 2023-09-13)

3.2.1 Befintliga verktyg och initiativ

Nedan beskrivs ett antal verktyg, studier och standarder kopplade till beräkning av utsläpp från förändrad markanvändning.

Trafikverkets Klimatkalkyl: verktyg för att bedöma klimatpåverkan av väg och järnväg

Klimatkalkyl är ett verktyg för att beräkna klimatpåverkan och primärenergianvändning vid byggande, drift och underhåll av väg- och järnvägsinfrastruktur. Verktuget ägs och förvaltas av Trafikverket. Den nuvarande versionen av Klimatkalkyl tar hänsyn till klimatpåverkan av permanent skogsavverkning genom att inkludera utsläpp från avlägsnade av kolförråd (biomassa ovan mark) samt dieselanvändning för skogsmaskiner⁹. Det pågår ett arbete, inom ett FOI-projekt finansierat av Trafikverket, att ta fram en våtmarksmodul till Klimatkalkyl. Tanken med denna modul är att kunna göra prognoser över förlusten av ekosystemtjänster från våtmarker vid byggande av vägar och järnvägar. Forskningsprojektet beräknas vara klart under 2023¹⁰.

Boverket: verktyg för att bedöma planers klimatpåverkan

Boverket fick ett regeringsuppdrag att ta fram förslag på ett verktyg som kommuner, regioner och länsstyrelser kan använda för att bedöma planers klimatpåverkan och identifiera det alternativ som leder till nettoullutsläpp. I rapporten *Verktyg för minskad klimatpåverkan vid planläggning*¹¹ beskriver Boverket vad ett sådant verktyg bör innehålla och förutsättningar för fortsatt arbete. Boverket skriver att ett av de områden som verktyget bör hantera är markanvändning, t.ex. genom att ge vägledning om kolsänkans storlek på en viss plats och växthusgasutsläpp från bebyggande av kolsänkan. I förlängningen skulle verktyget även

kunna ge underlag för att bedöma hur stor intern kompensation som behövs i kommunen (t.ex. genom att kommunen köper in eller restaurerar värdefull skogsmark och våtmark).

Spacescape: Klimatkalkyl för tidiga planskeden

Konsultföretaget Spacescape har, tillsammans med IVL, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) och Uppsala kommun, utvecklat verktyget *Klimatkalkyl för tidiga planskeden*, som ska kunna användas av kommuner i tidiga planskeden för att bedöma lämpligheten av att bygga på olika platser. Verktuget kommer bl.a. att användas i arbetet med Uppsalas nya översiktsplan¹². Klimatpåverkan av den framtida bebyggelsen beräknas bl.a. baserat på utsläppen från förändrad markanvändning utifrån utsläppskategorierna förlust av biomassa, bortschaktning av jord (vilket leder till utsläpp av koldioxid från markkol) och minskad framtida kolinlagring¹³.

LFM30: skapa negativa utsläpp genom biogena kolsänkor

LFM30 (Lokal färdplan för en klimatneutral bygg- och anläggningssektor i Malmö 2030)¹⁴ är ett initiativ för att nå en klimatneutral bygg- och anläggningssektor i Malmö senast 2030. Som en del av detta arbete har LFM30 tagit fram en klimatbudget som beskriver hur klimatpåverkan av bygg- och anläggningsprojekt kan beräknas och förbättras samt hur negativa utsläpp kan åstadkommas inom ramen för projekt¹⁵. Bl.a. har de tagit fram en metod som kan användas för att beräkna utsläpp från olika typer av biogena kolsänkor under en viss analysperiod.

9 www.klimatkalkyl.trafikverket.se

10 Trafikverket (2021). Hur påverkas våtmarker av Trafikverkets byggprojekt och vad kan vi göra åt det? Tillgänglig: <https://bransch.trafikverket.se/om-oss/aktuellt-for-dig-i-branschen3/aktuellt-for-dig-i-branschen/2021-10/hur-paverkas-vatmarker-av-trafikverkets-byggprojekt-och-vad-kan-vi-gora-at-det/> (Besökt 2023-07-04).

11 Boverket (2021). *Verktyg för minskad klimatpåverkan vid planläggning*. Rapport 2021:11. Karlskrona, Boverket.

12 Spacescape (2022a). *Nu används klimatkalkylen i planeringen*. Tillgänglig: <https://www.spacescape.se/nu-anvands-klimatkalkylen-i-planeringen/>. (Besökt 2023-08-16).

13 Spacescape (2022b). *Klimatkalylen version 1.0. För tidiga planskeden*. Tillgänglig: <https://www.spacescape.se/wp-content/uploads/2022/04/Klimatkalkyl-for-tidiga-planskeden-v-1.0-Spacescape-IVL-SLU-Uppsala-kommun.pdf>. (Besökt 2023-08-16).

14 www.lfm30.se

15 Erlandsson, M., Mattson, E. & Nilsson, J. (2022). *Negativa klimatutsläpp genom användning av biogena kolsänkor*. IVL: Nr C 689. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet.

Beräkning av befintliga kolförråd och kolsänkor: exempel från Stockholm och Strängnäs

Forskare på SLU har beräknat storleken på befintliga kolförråd och kolsänkor i Stockholms stad¹⁶ och i Strängnäs kommun¹⁶. De beräknar kolförråd och koldioxidupptag i kolpoolerna biomassa, död ved, grov förna, årlig förna och mark för olika klasser av skogsmark, våtmark, gräsmark, odlad mark och bebyggd mark. Rapporterna innehåller en utförlig metodbeskrivning. Bl.a. beskriver de vilka datakällor som finns tillgängliga för att beräkna kolförråd och kolsänkor.

Greenhouse Gas Protocol Land Sector and Removals Initiative: utveckling av ett ramverk

Greenhouse Gas Protocol¹⁷ är ett ramverk som organisationer kan använda för att beräkna och bokföra sina växthusgasutsläpp. En ny guide – the GHG Protocol Land Sector and Removals Guidance – är under utveckling¹⁸. Denna nya guide ska förklara hur organisationer ska beräkna och rapportera utsläpp och upptag från bl.a. markanvändning och förändrad markanvändning. Utvecklingen av standarden pågår och beräknas vara klar i mitten av 2024.

Norska anläggningssektorn: utveckling av beräkningsmetod

I Norge har ett flertal aktörer inom transportsektorn, i samarbete med Miljødirektoratet, vidareutvecklat en metod för att beräkna utsläpp från förändrad markanvändning vid byggande av transportinfrastruktur¹⁹. De föreslår emissionsfaktorer som kan användas för att beräkna klimatpåverkan från omvandling av skog, våtmark och jordbruksmark till bebyggd mark. I rapporten diskuterar de också metodmässiga skillnader mellan tidiga och sena planeringskedan. De specifika emissions-

faktorerna är anpassade efter norska förhållanden, men rapporten skulle kunna användas som inspiration för att ta fram en liknande beräkningsmetod i Sverige.

Kartor över kolförråd och kolsänkor

SLU och Nationellt skogsdatacenter har tagit fram data och kartor om kolförråd och kolsänkor. Materialet är rikstäckande och ska kunna användas av markägare, t.ex. kommuner, för att minska klimatpåverkan i samband med markexploatering²⁰. Eftersom data i vissa fall är begränsad och i vissa fall baserad på regionala medelvärden så visar inte kartorna det faktiska kolförrådet, kolsänkan och växthusgasutsläppen på en specifik plats. Men kartorna ger en bra överblick av vilka markslag och kolpooler som utgör kolförråd respektive kolsänkor och var i landet dessa finns²¹.

3.2.2 Aspekter att beakta vid beräkningar av utsläpp från förändrad markanvändning

Detta avsnitt beskriver ett antal aspekter som behöver beaktas vid beräkning av utsläpp från förändrad markanvändning.

Hur stor yta tas i anspråk?

För att kunna beräkna utsläppen från förändrad markanvändning behöver storleken på ytan som tas i anspråk uppskattas. Den totala markytan som berörs kan vara betydligt större än ytan av den färdiga anläggningen, t.ex. på grund av tillfälliga upplag under byggtiden och på grund av influensområden från dikningar, grundvattensänkningar och liknande. I Norge har Statens Vegvesen¹⁹ m.fl. uppskattat att bredden på ett väg-område är 80 meter vid byggande av en 4-fältsväg om 23 meter. Hela den berörda markytan behöver beaktas vid beräkning av utsläpp från förändrad markanvändning, annars finns en risk att utsläppen underskattas.

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

17 <https://ghgprotocol.org/>

18 Greenhouse Gas Protocol (2023). *Greenhouse Gas Protocol Land Sector and Removals Initiative. Project overview*. https://ghg-protocol.org/sites/default/files/2023-06/Project%20Overview_16%20June%202023.pdf (Besökt: 2023-07-04).

19 Statens vegvesen, Nye Veier AS, Bane NOR SF, Jernbanedirektoratet, Kystverket, Avinor AS & Miljødirektoratet (2022). *Metoder for å beregne klimagassutslipp fra arealbeslag. Rapport fra et samarbeidsprosjekt mellom Statens vegvesen, Nye Veier AS, Bane NOR SF, Jernbanedirektoratet, Kystverket, Avinor AS og Miljødirektoratet. ANBEFALING 01.09.2022 (REVIDERT 28.09.2022)*.

20 SLU (2023). *Nu kan kommuner och markägare få koll på kol i skog och mark på egen hand*. Tillgänglig: <https://www.slu.se/ew-nyheter/2023/5/nu-kan-kommuner-och-markagare-fa-koll-pa-kol-i-skog-och-mark-pa-egen-hand/>. (Besökt 2023-08-18).

21 Lindahl, A. och Lundblad, M. (2022). *Kartering av Sveriges kolförråd och kolförrådsförändring i mark*. Dokumentation 2022-02-07. Sveriges lantbruksuniversitet: Institutionen för mark och miljö.

Vilken typ av mark tas i anspråk?

Kolförrådet och kolsänkan varierar beroende på markslag. Möjligheterna att identifiera vilka markslag som tas i anspråk påverkas av planeringsskedet. I tidiga skeden kan kartor användas, medan det i senare skeden också kan vara aktuellt med platsinventeringar. Statens Vegvesen m.fl.(ibid) nämner också möjligheterna att använda GIS-baserade programvaror som Quantm²² eller liknande för att minska osäkerheterna i tidig planering.

Övergripande markslag kan delas in i mer detaljerade kategorier och vilken detaljnivå som är relevant beror på syftet med beräkningen och planeringsskedet, t.ex. beroende på vilka data som finns tillgängliga. I den Nationella Klimatrapporteringen görs en generell uppdelning på skogsmark, åkermark, betesmark, våtmark och bebyggd mark²³. Men Lindahl och Lundblad¹⁶ påpekar att dessa kategorier kan innehålla markslag med mycket olika kolförråd och kolsänkor. Exempelvis kan våtmark finnas på minerogen eller organogen jord, och den kan vara dränerad eller odränerad, näringsrik eller näringsfattig. Beroende på typ av våtmark varierar växthusgasutsläppen från markkol mellan 2 500 och 29 000 kg CO₂-ekv per hektar och år.

Vilka kolpooler ska räknas med?

Kolpooler både över och under mark bör inkluderas i beräkningen. Om endast levande biomassa över mark räknas med så underskattas kolförrådet och kolsänkan. Exempelvis fann Lindahl och Lundblad (ibid) att över hälften av kolförrådet i Stockholms stad finns i markkol.

Hur kan storleken på kolförrådet bestämmas?

Kolförrådets storlek kan bestämmas på olika sätt. Vilka datakällor som används kan bero på syftet med studien, datatillgång och planeringsskede.

En möjlighet är att använda markinventeringar, t.ex. från Mark- och grödoinventeringen, Riksskogstaxeringen, Markinventeringen eller SLU skogskarta. Lindahl och Lundblad (ibid) beskriver hur de har använt sådana databaser för att ta fram platsspecifika uppskattningar av kolförråd i olika markslag. Sedan maj 2023 finns även rikstäckande kartprodukter över

kolförråd och kolsänkor tillgängliga via SLU och Nationellt skogsdata-labb²⁰.

En annan möjlighet, om det saknas platsspecifika data, är att använda schablondata över kolförråd i olika marktyper, t.ex. de nationella genomsnittsdata som används i Sveriges klimatrapporering. Även andra sammanställningar av schablondata finns tillgängliga. Exempelvis har LFM30 sammanställt schablonsiffror över kolförråd i vegetation vid fullvuxet tillstånd¹⁵ baserat på resultat från tidigare studier och de skriver att dessa data kan användas som riktvärden om andra data saknas. Statens Vegvesen m.fl.¹⁹ beskriver också hur de tagit fram schablondata för att alla anläggningsprojekt ska använda samma data vid beräkningarna.

En nackdel med att använda schablonmässiga data är att vissa platsberoende variabler har mycket stor betydelse för resultatet. Ett sådant exempel är torvdjupet. Exempelvis påpekar Lindahl och Lundblad¹⁶ att beräkningar av utsläpp från exploatering av organogen mark bör utgå från torvdjupet på platsen. Dock kan sådana uppgifter vara svåra att hitta i tidiga planeringsskeden, t.ex. för att den exakta lokaliseringen ännu inte är bestämd och för att lokala uppgifter om torvdjup inte finns tillgängliga. Statens Vegvesen m.fl. (ibid) hantarer osäkerhet kopplat till torvdjup i tidig planering genom att anta djupt torvlager (2 meter i Norge).

Vad händer med kolförrådet efter avverkning/schakt?

Efter avverkning av biomassa avges det inlagrade kolförrådet som koldioxid till atmosfären i olika takt beroende på vad kolförrådet används till efter avverkning. Biomassan kan t.ex. lagras in i kortlivade produkter såsom biobränsle eller i långlivade produkter (t.ex. träbalkar för byggnadsstommar och broar). Olika antaganden kan göras om vad som händer med kolförrådet och hur stor andel av koldioxidutsläppen som ska allokeras till infrastrukturprojektet. Spacescape²⁴ antar att andelen biomassa som lagras i långlivade produkter, och därmed inte blir ett direkt utsläpp av koldioxid, är 10 %. Ett konservativt antagande kan vara att hela förlusten av kolförrådet allokeras till anläggningsprojektet det år som markomvandlingen sker.

22 <https://constructionsoftware.trimble.com/products/quantm/>

23 Naturvårdsverket (2023). *Nettoutsläpp och nettoupptag av växthusgaser från markanvändning (LULUCF)*. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-nettoutslopp-och-nettoupptag-fran-markanvandning/> (Besökt 2023-09-13)

24 Spacescape (2022c). *Klimatkalkylen. Befintliga utsläppskategorier. 220701*.

Markkol omvandlas till koldioxid då markkolet oxideras. Hur stor andel av markkolet som omvandlas till koldioxid beror t.ex. på graden av bearbetning och huruvida marken dräneras eller inte. Även här kan olika antaganden göras om andel markkol som omvandlas till koldioxid.

Hur kan kolsänkans storlek bestämmas?

Kolsänkans storlek kan bestämmas på olika sätt. Vilka datakällor som används kan bero på syftet med studien, datatillgång och planeringskede.

Lindahl och Lundblad¹⁶ ger en nulägesbild av koldioxidupptaget genom att beräkna skillnaden i kolförråd mellan två inventeringar (detta är den generella metoden som används av författarna, dock finns vissa variationer i metodval beroende på markslag och kolpooler). Deras syfte är inte att beskriva påverkan under en längre tidsperiod då en kolsänka går förlorad. De skriver i sina rapporter att klimatpåverkan kan skattas för hela planeringsperioden, t.ex. en 30-årsperiod, men skriver inte närmare hur detta bör göras. Att multiplicera den nuvarande kolsänkan med t.ex. 30 år kan antingen överskatta eller underskatta utsläppen, eftersom naturmarkers upptag varierar över tid (t.ex. beroende på växternas ålder).

Inom LFM30 föreslås ett dynamiskt angreppssätt som utgår från det genomsnittliga upptaget av koldioxid under analysperioden¹⁵. Beräkningarna baseras på antaganden om planeringsår, år till fullväxt planta, och vilket år som nyplantering sker. Kolsänkan beräknas med deras metod över en analysperiod om 50 år.

Beräkning av koldioxidekvivalenter

Klimatpåverkan av material och drivmedel anges ofta i enheten koldioxidekvivalenter (CO₂-ekv.) och beräknas vanligen genom att multiplicera emissionsfaktorn med en karaktäriseringsfaktor som beskriver växthusgasens globala uppvärmningspotential relativt till CO₂ över en 100-årsperiod.

För fossil CO₂ gäller att 1 kg CO_{2, fossil} motsvarar 1 kg CO₂-ekv. Men när det gäller biogen CO₂ finns olika uppfattningar om hur omvandlingen mellan CO_{2, biogen} och CO₂-ekv ska göras. Eftersom biogen CO₂ inte förstärker den naturliga växthusgaseffekten på samma sätt som

fossil CO₂ antas ibland att upptag och utsläpp av biogen CO₂ inte bidrar till den globala uppvärmningen (särskilt inte om biomassans rotationstid är kort). I andra fall antas 1 kg CO_{2, biogen} motsvara 1 kg CO₂-ekv, se t.ex. den sammanställning som har gjorts av Erlandsson och Martin (2018)²⁵.

3.2.3 Fallstudier förändrad markanvändning

För att få en ungefärlig bild av markanvändningens betydelse i förhållande till klimatpåverkan av material och drivmedel så genomfördes ett antal fallstudier. För en beskrivning av fallstudierna, se avsnitt 5 "Fallstudier". Detta avsnitt beskriver hur utsläppen från förändrad markanvändning beräknades i fallstudierna utifrån de aspekter som identifierats som relevanta i avsnitt 3.2.2.

Beräkningarna har framför allt baserats på schablondata i rapporter av Lindahl och Lundblad¹⁶ och Erlandsson m.fl.¹⁵, eftersom syftet med beräkningarna inte var att få fram precisa resultat för markanvändning på en viss plats, utan att få en översiktlig bild av markanvändningens betydelse i olika typer av infrastrukturprojekt. Beskrivningen nedan ska därmed inte ses som ett försök att standardisera beräkningar av markanvändning i branschen.

Hur stor yta tas i anspråk: De ytor som tas i anspråk i de olika fallstudierna beskrivs i avsnitt 5 "Fallstudier". Ytorna avser det direkta område som tas i anspråk för anläggningen. Avrinningsområden eller upplagsytor utanför denna gräns har inte tagits i beaktande. Utsläppen från markanvändning kan därmed ha underskattats.

Typ av mark som togs i anspråk: I alla fallstudierna var platsen för konstruktionen känd och därmed kunde det övergripande markslaget som tas i anspråk bestämmas. Markslagen delades in i mer detaljerade kategorier. I alla fallstudier antogs att skogsmark inte var på våtmark. Golfbanan i Rosendal Etapp 4 antogs vara av markklassen *Urban gräsmark, utan trädpåverkan*, vilken omfattar urbana gräsmarker där organiskt material från omkringliggande träd till stor del städas undan.

25 Erlandsson, M. och Martin, M. (2018). *Robusta miljödata i Klimatkalkyl*. Rapport nr U 5972. Maj 2018. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet.

Tabell 9. Markslag före och efter byggnation i de olika fallstudierna.

Fallstudie	Markslag före			Markslag efter
	Skogsmark	Urban gräsmark, utan trädpåverkan	Klippt gräsmark, ev med trädpåverkan	Hårdgjord yta
Skellefteå Site East				
Rosendal Etapp 4				
Rosendal Etapp 4, scenario skogsmark				
GC-väg, traditionell lösning				
GC-väg, trälösning				

Tabell 10. Kolpooler som har räknats med för de olika markslagen.

Kolpooler	Skogsmark	Urban gräsmark, utan trädpåverkan	Klippt gräsmark, ev med trädpåverkan	Hårdgjord yta
Levande biomassa				
Död ved				
Grov förna				
Årlig förna				
Organiska humuslager				
Markkol				

Ängsmarken som tas i anspråk vid byggande av GC-vägen antogs vara av markklassen *Klippt gräsmark, ev med trädpåverkan*, vilket motsvarar en urban gräsyta där organiskt material från träd städas undan, men i mindre utsträckning än för markklassen urban gräsmark utan trädpåverkan. Tabell 9 visar de markslag som tas i anspråk i de olika fallstudierna.

Kolpooler som räknades med: Alla fallstudierna räknade med de kolpooler som inkluderas av Lindahl och Lundblad (ibid) levande biomassa, död ved, grov förna, årlig förna, organiska humuslager och markkol. Dock inkluderar olika markslag olika kolpooler, vilket visas i Tabell 10.

Storleken på kolförrådet: Kolförrådet per hektar i olika kolpooler och markklasser bestämdes utifrån schablondata från tidigare studier. Kolförrådet i levande biomassa hämtades från Erlandsson m.fl. (2022)¹⁵ och kolförråd i övriga kolpooler från Lindahl och Lundblad (2021)¹⁶.

Kolförrådet efter avverkning/schakt: För alla kolpooler, förutom för markkol i fallstudien GC-väg trälösning, har det antagits att hela kolförrådet avges direkt till at-

mosfären. I fallstudien GC-väg trälösning görs mycket begränsade markschakter och det har därför antagits att markkolet inte oxideras och avges till atmosfären.

Kolförrådet (ton C) har omräknats till koldioxid (ton CO₂) genom att multiplicera mängden kol med en faktor 3,67.

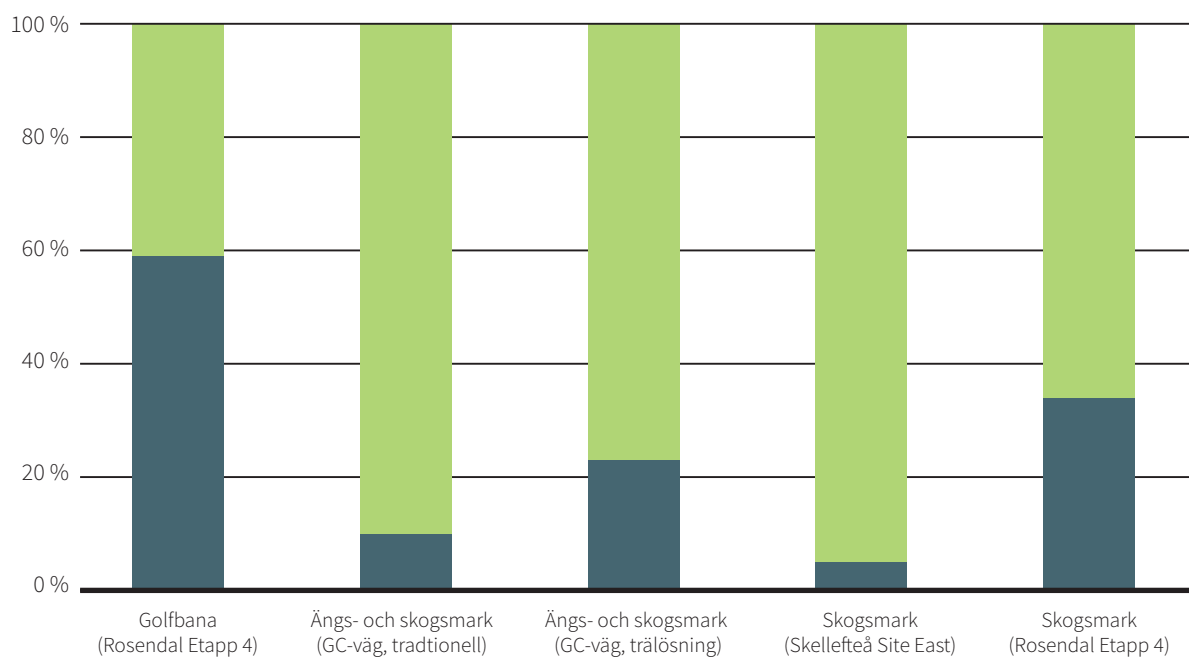
Kolsänkans storlek: Det årliga koldioxidupptaget för olika kolpooler och markklasser bestämdes utifrån schablondata från tidigare studier. Koldioxidupptaget i levande biomassa hämtades från Erlandsson m.fl. (ibid) och koldioxidupptag i övriga kolpooler från Lindahl och Lundblad (ibid). För att uppskatta storleken på den kolsänka som försvann vid byggnationen multiplicerades det årliga koldioxidupptaget med en period om 40 år.

Jämförelse med fossila koldioxidutsläpp: Klimatpåverkan av markanvändningen jämförs med klimatpåverkan från fossila koldioxidutsläpp från material och drivmedel genom att anta att 1 kg CO₂, biogen motsvarar 1 kg CO₂-ekv. Detta innebär att markanvändningen antas ge ett direkt bidrag till den globala uppvärmningspotentialen, men också att upptag av koldioxid räknas som en positiv klimatpåverkan.

Resultat

Figur 4 visar andel av klimatpåverkan som beror av material och drivmedel respektive förändrad markanvändning i de olika fallstudierna. Resultatet visar att

utsläppen av förändrad markanvändning kan utgöra en väsentlig andel av klimatpåverkan i anläggningsprojekt.



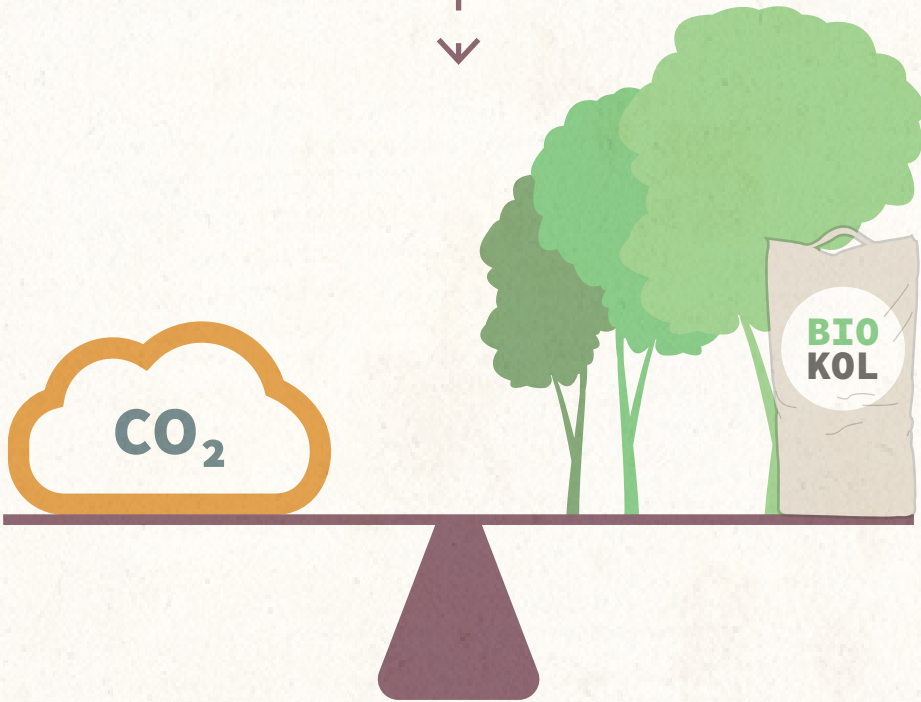
Figur 4. Andel av klimatpåverkan som beror av material och drivmedel respektive förändrad markanvändning i de olika fallstudierna.

3.2.4 Slutsatser och fortsatt arbete kopplat till markanvändning

Ett klimatneutralt anläggningsprojekt behöver beakta utsläpp från förändrad markanvändning. Om detta inte görs finns en risk att en stor andel av projektets utsläpp missas och därmed möjligheter att minska projektets faktiska klimatpåverkan. Med tiden kommer dessutom växthusgasutsläppen från material och drivmedel att minska, vilket gör att utsläpp från förändrad markanvändning kommer att utgöra en större andel av anläggningsprojekts klimatpåverkan.

- Utifrån den sammanställning som har gjorts i denna rapport framgår att följande övergripande beräkningsprinciper behöver gälla (för att utsläppen inte ska underskattas): kolpooler både över och under mark behöver inkluderas; av kolpoolerna under mark måste åtminstone markkolet tas i beaktande; hela den markyta som påverkas av anläggningsprojektet behöver räknas med.

- Det finns verktyg och dataunderlag för att beräkna utsläpp från förändrad markanvändning. Dock behövs ytterligare arbete för att standardisera ett angreppssätt som kan användas gemensamt i branschen för att beräkna utsläpp från förändrad markanvändning och för att, i större omfattning, inkludera utsläpp från förändrad markanvändning i befintliga verktyg såsom Trafikverkets Klimatkalkyl.
- Ett klimatneutralt projekt behöver vidta åtgärder för att minska utsläppen från förändrad markanvändning. Denna planeringsfråga måste hanteras redan i tidiga planeringsskeden, t.ex. vid val av lokalisering, eftersom det är i tidiga skeden som det finns störst möjlighet att påverka vilken mark som ett anläggningsprojekt kommer ta i anspråk. Behovet av planeringsstöd i tidiga skeden bör styra metodutformning och vilka verktyg som används för att beräkna utsläpp från förändrad markanvändning.



4. Kompletterande åtgärder

Kompletterande åtgärder avser alla insatser som undviker, neutraliserar eller kompenserar kvarstående utsläpp från ett projekt. Begreppet innefattar en bred palett av åtgärder som skiljer sig åt på flera sätt, och vi belyser i detta kapitel skillnaderna mellan åtgärder, hur mogna de är för implementering och vilka underlag och standarder som finns att luta sig mot vad gäller beräkning och certifiering.

Vi belyser även aspekter kopplat till vem som *implementerar åtgärder* och vem som *tillgodoräknar sig den kompletterande åtgärden*, vilket inte behöver vara samma aktör. Åtgärder kan utföras inom ett projekt rent geografiskt om förutsättningar finns eller tillgodoräknas till projektet genom köp av utsläppskrediter, vilket innebär att åtgärden utförs någon annanstans. Det finns även kombinationer av de två. En viktig del för att nå ett klimatneutralt projekt i realiteten är korrekt bokföring och redovisning av kompletterande åtgärder för att undvika dubbelräkning och andra felaktigheter.

Terminologin runt detta ämnesområde är inte helt vedertagen, och olika begrepp och definitioner förekommer. Vissa begrepp är mer vedertagna, och begrepp i denna rapport är harmoniserade med vedertagna begrepp i så hög utsträckning som möjligt. Detta gäller t.ex. termen *kompletterande åtgärder* som används inom det svenska klimatpolitiska ramverket, och avser alla typer av åtgärder som kan användas för att kvitta kvarvarande utsläpp. Vi använder termen på samma sätt här. Andra begrepp eller uppdelningar är nya förslag som tagits fram av arbetsgruppen bakom denna rapport för att förbättra och förtydliga. Nya förslag noteras löpande i texten.

Inledningsvis ges en övergripande bild av de kompletterande åtgärder som i dagsläget är vanligt förekommande i diskussioner om kompletterande åtgärder för bygg- och anläggningsprojekt. I efterföljande kapitel görs mer fördjupade bedömningar av de olika kompletterande åtgärderna gällande lämplighet, metod för beräkning och verifiering samt utvecklingsbehov.

4.1 Olika typer av kompletterande åtgärder

4.1.1 Negativa utsläpp eller undvikna utsläpp

En kompletterande åtgärd kan vara av karaktären att negativa utsläpp (kolsänka) uppstår som en konsekvens, eller att utsläpp förebyggs/undviks. Både *förebyggda* och *undvikna* utsläpp förekommer som begrepp, men betydelsen kan likställas. Vi använder *undvikna utsläpp* för den kategorin konsekvent härafter.

Negativa utsläpp innebär att koldioxid binds från atmosfären och lagras i t.ex. biomassa eller i stängda utrymmen som berggrum under havsbotten. Detta innebär att koncentrationen av växthusgaser i atmosfären minskar.

Undvikna utsläpp innebär att en kompletterande åtgärds indirekta effekt beräknas och tillgodoräknas. Investering och delfinansiering av förnybar elproduktion på någon plats kan t.ex. antas förebygga utsläpp som *annars skulle skett*, t.ex. om kolkraftverk hade byggts i dess ställe. Detta är alltså en hypotetisk beräkning, som blir beroende av att ett nollscenari som beskriver utsläppen utan åtgärden. I regel åstadkoms inga negativa utsläpp med denna typ av kompletterande åtgärd.

4.1.2 Var i värdekedjan utförs de kompletterande åtgärderna?

Kompletterande åtgärder, oavsett om de skapar negativa utsläpp eller undvikna utsläpp, kan också skilja sig åt gällande var i värdekedjan de utförs och vem som ansvarar för implementering. Följande typer har identifierats:

1. En åtgärd kan genomföras inom ramen för ett projekt, t.ex. att biokol anläggs på eller i närheten av anläggningen eller platsen som projektet genomförs på. Idag är merparten av de kompletterande åtgärder som finns tillgängliga att utföra inom projekt av karaktären negativa utsläpp.

2. En åtgärd kan genomföras utanför det aktuella projektet men inom de involverade parternas egna värdekedjor t.ex. om det inom *Järnvägsprojekt A* finns möjlighet att åstadkomma negativa utsläpp som långt överskrider utsläppen från projektet och att en viss del av de negativa utsläppen istället bokförs på *Järnvägsprojekt B*. Vi kallar denna typ för **intern kompensation (insetting)**. Intern kompensation har inte använts såvitt vi vet till dags dato men har föreslagits av olika aktörer, och förtjänar att belysas. I och med att kompensationen sker inom den egna värdekedjan lär det i regel inte finnas behov av att utfärda krediter, men det kräver interna resurser för att kunna omfördela, bokföra och redovisa omflyttning av krediter mellan projekt.
3. En åtgärd som skapar negativa utsläpp eller undvikna utsläpp kan genomföras *utanför* den egna värdekedjan av en tredje part. Transaktionen verifieras genom att *utsläppskrediter* köps vilka är ämnade att garantera att åtgärden ej kan tillgodoräknas av en annan köpare. Denna typ av åtgärd benämner vi **extern kompensation (offsetting)**, och den har använts under en längre tid för kompensation inom t.ex. FN:s Carbon Development Mechanism (CDM) och tillhörande marknadsplatser där "offsets" går att köpa.

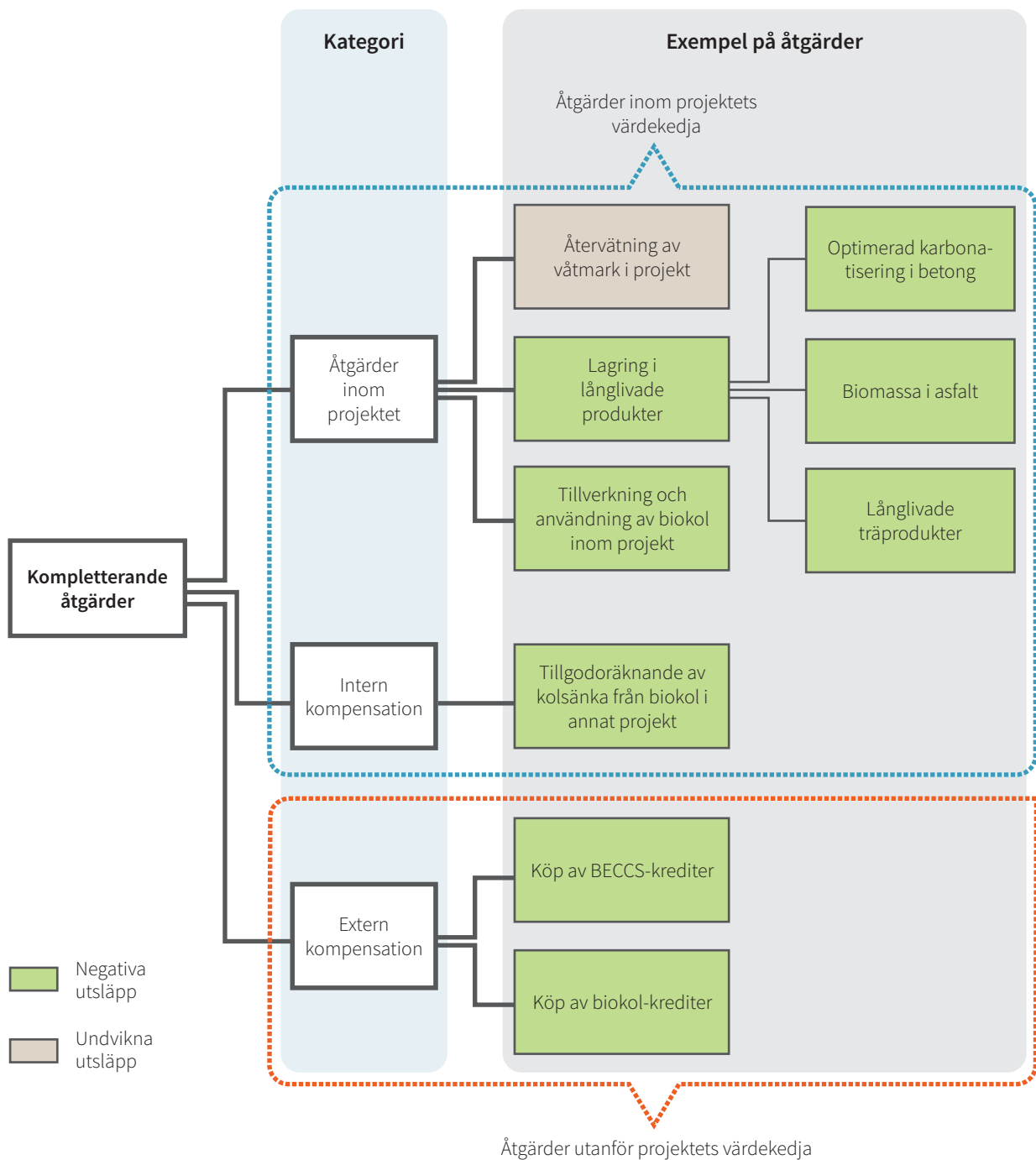
Möjligheten att kunna handla med negativa utsläpp eller undvikna utsläpp genom krediter är sprungna ur ett antal olika argument. Dels har alla inte möjlighet att utföra åtgärder själv, och handel möjliggör att de kan använda sina resurser åt att finansiera de som har den möjligheten. Dels pekar man på förbättrad samhällsekonomisk effektivitet – att handel ger incitament till de som kan implementera åtgärderna billigast att göra så, och att dessa köps av de som är beredda att betala. Vidare var ett tidigt argument i samband med Kyoto-protokollet att handel skulle innebära en fördel ur ett rättviseperspektiv om bättre bemedlade länder kunde betala mindre

bemedlade länder för att investera i åtgärder som skulle minska utsläppen, något som inte alltid är högt prioriterat.

Notera att kopplingen mellan olika specifika åtgärder och denna fördelning skiljer sig åt beroende på vilken bransch som avses och vilken aktör som vill nå klimatneutralitet. Figur 5 illustrerar de tre kategorierna och relevanta åtgärder för ett anläggningsprojekt. Användning av biokol, åtgärder i skog och mark och lagring i långlivade produkter är alla åtgärder som skulle kunna vara relevanta inom ramen för ett anläggningsprojekt, framförallt eftersom nödvändig mark för detta i regel tas i anspråk för ett anläggningsprojekt. BECCS är däremot inte möjligt att utföra inom ett projekt (främst relevant för stora förbränningsanläggningar, t.ex. kraftvärmeverk eller pappersbruk) och således skulle utsläppskrediter från en sådan åtgärd behöva köpas in som extern kompensation till projektet.

Även om t.ex. produktion och användning av biokol lämpar sig som åtgärd *inom* anläggningsprojekt betyder inte det att kolsänkan behöver användas för att kvitta anläggningsprojektets utsläpp - de negativa utsläppen skulle lika gärna kunna säljas till en extern aktör, och således bli extern kompensation för den köpande aktören. I det senare fallet kan inte anläggningsaktören som producerade biokolen tillgodoräkna sig de negativa utsläppen, utan incitamentet ligger i försäljningsvärdet.

Fördelningen mellan *åtgärder inom projekt*, *intern kompensation* och *extern kompensation* är således mest intressant ur ett bokföringsperspektiv och för att hålla ordning på vad som har tillgodoräknats och vilka transaktioner som har skett. Åtgärderna som skapar negativa eller undvikna utsläpp är desamma, och bör ha samma krav på sig gällande kvalitet, permanens, additionalitet, m.m. oavsett om de implementeras inom den egna värdekedjan eller köps in som krediter. Dessa tre kategorier av kompletterande åtgärder illustreras i Figur 5 och är vårt förslag på uppdelning och terminologi med huvudsyfte att bli praktiskt tillämpbart på projektnivå.



Figur 5. Illustration av olika typer av kompletterade åtgärder för ett anläggningsprojekt.

4.2 Övergripande principer för kompletterande åtgärder

I dagsläget finns ingen internationell metod eller standard som möjliggör harmoniserad certifiering av olika typer av negativa utsläpp. Huvudsyftet med ett harmoniserat system är att beräkningar av kolsänkor och certifiering av dem görs på ett konsekvent sätt, och att olika typer av kolsänkor kan jämföras och likställas. Det finns vissa lokala initiativ där man etablerat villkor och beräkningsregler för olika typer av negativa utsläpp (t.ex. NollCO₂ och LFM30 för byggprojekt i Sverige), samt globala standarder för vissa specifika åtgärder (t.ex. EBC-certifiering av biokol).

En internationellt vedertagen metod är eftertraktansvärd för att undvika behov av harmonisering mellan länder i ett senare skede. Sannolikt kommer industrier och branscher i många länder önska att kompensera för sina kvarvarande utsläpp framöver, och trovärdigheten i systemet skulle vara lägre om detta utfördes på olika sätt. Det finns även ett flertal separata lokala initiativ, som gör olika bedömningar gällande vilka typer av åtgärder som godkänns och hur kolsänkor bör beräknas. Detta skapar svårigheter för entreprenörer och andra aktörer som behöver anpassa sig till olika krav.

Inom EU finns i skrivande stund ett nytt förslag ute på remiss om ett EU-övergripande ramverk för certifiering av kolsänkor¹. Förslaget innebär övergripande principer

som skall användas för verifiering av godkända typer av kolsänkor, där följande urval har gjorts (notera att detta kan förändras efter remissrundan).

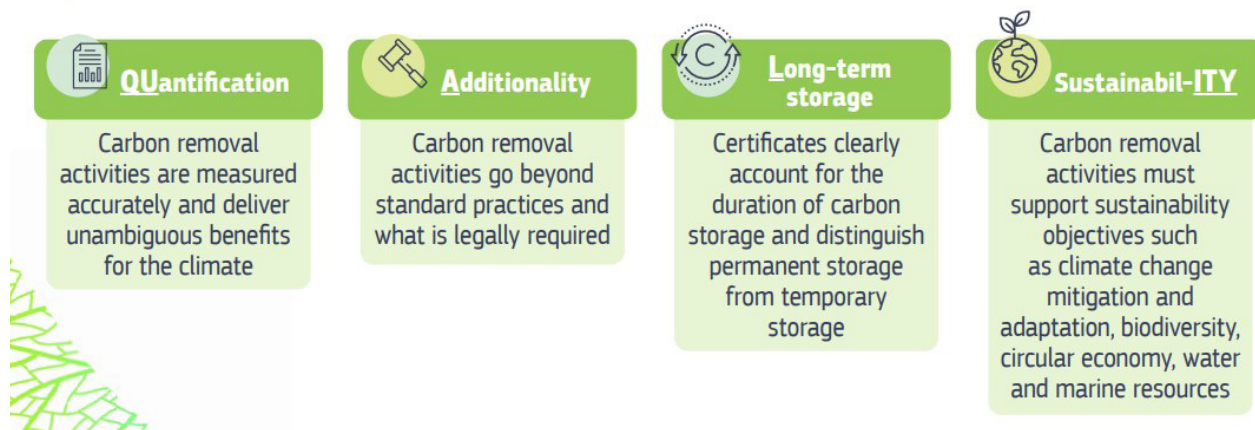
- "Carbon farming"
 - Återskapande av skogsmark
 - Restaurering av våtmarker och torvmarker
- Permanent lagring (t.ex. BECCS, DAC)
- Lagring i långlivade produkter och material
-

Vilka långlivade produkter och material som avses är ännu inte specificerat, men givet de övergripande definitionerna som ges i förslaget kan lagring i t.ex. asfalt och betong sannolikt komma att omfattas. Om lagring i träprodukter är "långlivat" definieras ej. Förslaget innebär att detaljerade verifikationsmetoder för varje typ av kolsänka kommer att utformas i nästa steg, och i dagsläget finns således inte mycket utvecklat i metodväg. Principerna för verifiering som föreslås är mycket övergripande, och illustreras i Figur 6. De huvudsakliga principerna är:

- Kvantifiering – Kolsänkans storlek måste kunna säkerställas
- Additionalitet – Skapande av kolsänka sker genom aktivitet som är utöver lagkrav och praxis
- Långvarig lagring (permanentens) – livslängden för kolsänkan måste kunna säkerställas och åtskillnad ska göras mellan permanent och temporär lagring

CRITERIA FOR A ROBUST EU CERTIFICATION SYSTEM

The EU certification framework can **only be used to certify carbon removals that meet the following QU.A.L.I.T.Y criteria:**



Figur 6. Övergripande principer inom EU:s förslag till ramverk för verifiering av kolsänkor

1 2022/0394. Proposal for a regulation of the European parliament and of the council establishing a Union certification framework for carbon removals.

- Hållbarhet – Aktiviteter för skapande av kolsänka måste även bidra positivt till andra hållbarhetsaspekter, som klimatanpassning, biodiversitet, cirkularitet, vattenresurshantering och hantering av marina resurser

Förhoppningen är att detta ramverk med tillhörande, detaljerade metodbeskrivningar för verifiering kommer att kunna lösa en del av den nuvarande problematiken med bristande harmonisering och skapa en gemensam förståelse som godtas inom EU. När väl mer detaljer i detta ramverk finns på plats kan det användas och anpassas för användning i klimatberäkningar för anläggningsprojekt.

4.2.1 Permanens

Ett av kriterierna för negativa utsläpp som förtjänar lite mer beskrivning är *permanens*, det vill säga hur långvarigt, hur permanent, ett upptag av växthusgaser kan antas vara. Livslängden för en kolsänka som skapas genom en kompletterande åtgärd är av stor vikt för hur dess effekt kan bedömas.

Gällande negativa utsläpp är permanens en fråga om hur länge koldioxid kan förväntas vara fränskild atmosfären. Principiellt bör en kolsänka vara helt permanent, det vill säga oförändrad över tusentals år, för att kunna anses kompensera för ett utsläpp fullt ut. Kolsänkor som inte är helt permanenta är mer att betrakta som uppskjutna utsläpp, där frågan handlar om hur länge utsläppen skjuts upp. Detta gäller t.ex. träprodukter som används i projekt, och som binder kol under sin livslängd som sedan släpps ut i slutskedet, i regel genom förbränning.

Detta är en farhåga som vädras regelbundet – att kolsänkor som de facto ej är helt permanenta av många betraktas helt kompensera för utsläpp när det egentligen handlar om uppskjutna utsläpp som sannolikt kommer att behöva tas om hand i framtiden.

Samtidigt är uppskjutna utsläpp värdefullt för att skapa tid för teknikutveckling och samhällsomställning. Om utsläpp kan skjutas upp i t.ex. 50 år skapar detta mycket tid för t.ex. utbyggnad av förnybar energi och omställning av värdekedjor så att utsläppen är mer hanterbara när de väl sker.

I diskussioner om permanens beaktas i regel båda dessa argument på något sätt. Ett sätt att hantera det i beräkningar för anläggningsprojekt är att använda ett ambitiöst minimikrav för kolsänkans varaktighet, t.ex. 100 år.

Gällande undvikna utsläpp är detta mindre relevant, eftersom man jämför en åtgärd med ett nollscenari, där nettoeffekten på utsläppen beräknas under det antal år som är relevant (ett undvikta utsläpp tack vare installation av en vindkraftspark istället för ett kolkraftverk är endast relevant under vindkraftverkens beräknade livslängd, t.ex.).

4.3 Gränsdragning mot utsläppsreduktioner genom produktval

Vissa kolsänkor kan skapas genom aktiva åtgärder inom ramen för ett projekt, t.ex. optimerad karbonatisering i rivningsbetong i projektet. Detta behöver planeras in, implementeras och verifieras aktivt inom projektet.

Vissa kolsänkor är snarare en effekt av åtgärder som skett uppströms, där kolsänkan ”köps” färdig genom specifika produktval till projektet. Inga åtgärder behöver då vidtas inom projektet när produkten är inköpt och installerad. Detta gäller t.ex. användning av träprodukter, som binder kol naturligt under användningsfasen. Detta gäller även asfalt med biobaserat bindemedel.

Detta gör att det inte är självklart hur bokföringen av sådana kolsänkor ska hanteras i ett projekt. Ska köp av produkter med inbyggda kolsänkor rent bokföringsmässigt inte betraktas som en kompletterande åtgärd, utan som en form av utsläppsreduktion för material och drivmedel (vilket beskrivs i kapitel 3)? För flertalet produktgrupper där detta är relevant finns beräkningsmetod för kolsänkans storlek framtagen inom EPD-systemet, t.ex. för träprodukter² och för naturlig karbonatisering³ av betong. Det pågår även en diskussion i dagsläget om att skapa beräkningsmetoder för kolsänkor i asfalt genom inlagring av biogena material inom EPD-systemet. Om man i ett projekts klimatberäkningar inkluderar sådana kolsänkor i utsläpp från material och drivmedel baserat på EPD:er förlorar man dock transparens för hur stora de faktiska livscykelutsläppen är

2 EN16485:2014 Round and sawn timber - Environmental Product Declarations - Product category rules for wood and wood-based products for use in construction

3 EN 16757:2022 Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Product Category Rules for concrete and concrete elements

och hur stora kolsänkornas negativa utsläpp är. Det finns också skillnader mellan hur kolsänkor redovisas i EPD:er och hur realiserade kolsänkor verifieras och redovisas genom t.ex. EBC-certifiering av biokol.

I projektets workshopdiskussioner har det vid flera tillfällen framförts synpunkter på att det i anläggningsprojekt är viktigt att särredovisa negativa utsläpp från kolsänkor för att få så stor transparens och tillförlitlighet som möjligt i redovisningen. Vi föreslår därför att negativa utsläpp från biogena kolsänkor i klimatberäkningar för anläggningsprojekt redovisas separat som *kompletterande åtgärder* även om det är en kolsänka som realiserats uppströms i värdekedjan av en leverantör för en produkt. Verifieringen av en sådan kolsänkas storlek kan baseras på uppgifter i en EPD, och bör baseras på samma krav på permanens och undvikande av dubbelräkning som gäller för t.ex. EBC-certifiering av biokol. Det krävs viss förkunskap för att kunna utläsa vilka värden i EPD-resultaten som skall användas, och om EPD:ns redovisade kolsänka uppfyller krav på permanens m.m.

4.4 Negativa utsläpp genom kompletterande åtgärder – olika åtgärder, beräkning och certifiering

I detta avsnitt beskrivs ett antal typer av kolsänkor mer i detalj som kan vara relevanta att använda som kompletterande åtgärder i anläggningsprojekt, vilket beräknings- och certifieringsunderlag som finns att tillgå och praktiska råd. Kolsänkor kan skapas inom ramen för ett eget projekt eller tillgodoräknas genom antingen intern eller extern kompensation, men principerna

för hur beräkning och certifiering bör ske är desamma oavsett. Skillnaden är att krediter behöver köpas in och kunna uppvisas om sänkan köpts av extern part. De åtgärder som beskrivs är:

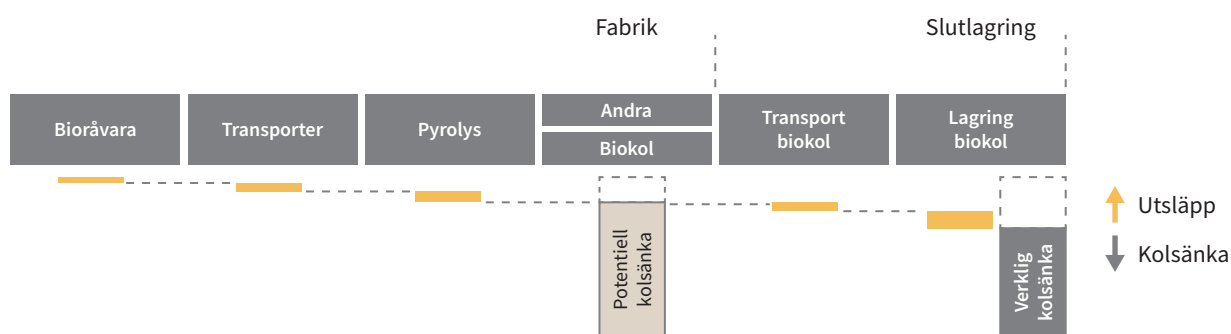
- Tillverkning och användning av biokol
- Inlagring av biomassa i asfaltbeläggningar
- Inlagring av biomassa i träkonstruktioner
- Accelererad karbonatisering av betong

4.4.1 Tillverkning och användning av biokol

Biokol är en produkt med unika egenskaper som kan komma till nytta på flera sätt. Biokol och dess biprodukter bidrar till olika applikationer t.ex. jordförbättringsmedel, bio-olja, vattenreningssubstrat och kan under rätt förutsättningar också bli en långsiktig kolsänka. Biokol ingår i gruppen tekniker av negativa utsläpp som godkänns av IPCC ⁴. Denna åtgärdsbeskrivning är gjort utifrån Skanskas analys i samband med egen tillverkning och användning av biokol.

Biokol produceras genom pyrolys, vilket innebär att organiska material (biogent kol) från t.ex. trä, virke och andra restprodukter hettas upp vid syreunderskott och på så vis binder kolet till ett mycket stabilt material. Pyrolysen skapar stabila kolstrukturer som är resistenta mot nedbrytning över mycket lång tid. Men för att skapa en långsiktig kolsänka måste biokolet lagras på ett sätt som undviker antändning eller nedbrytning, såsom i jorden och i långlivade produkter.

Kolsänkan blir skillnaden mellan utsläpp från hela processen och det biogena kolet som fångats in, se Figur 7.



Figur 7. Princip för beräkning av kolsänkan i Biokol.

⁴ de Coninck, H., A. Revi, M. Babiker, P. Bertoldi, M. Buckeridge, A. Cartwright, W. Dong, J. Ford, S. Fuss, J.-C. Hourcade, D. Ley, R. Mechler, P. Newman, A. Revokatova, S. Schultz, L. Steg, and T. Sugiyama, 2018: Strengthening and Implementing the Global Response. In: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 313-444

Kolsänkan kan ses som en biprodukt som skapas samtidigt som biokol, och kolsänkan kan säljas och köpas som utsläppskrediter och bidra till klimatrapportering.

För att kunna realisera utsläppskrediter från biokol och deklarerat dem som verklig kolsänka krävs det både fysiska och värdeskapande förutsättningar.

De fysiska förutsättningarna är:

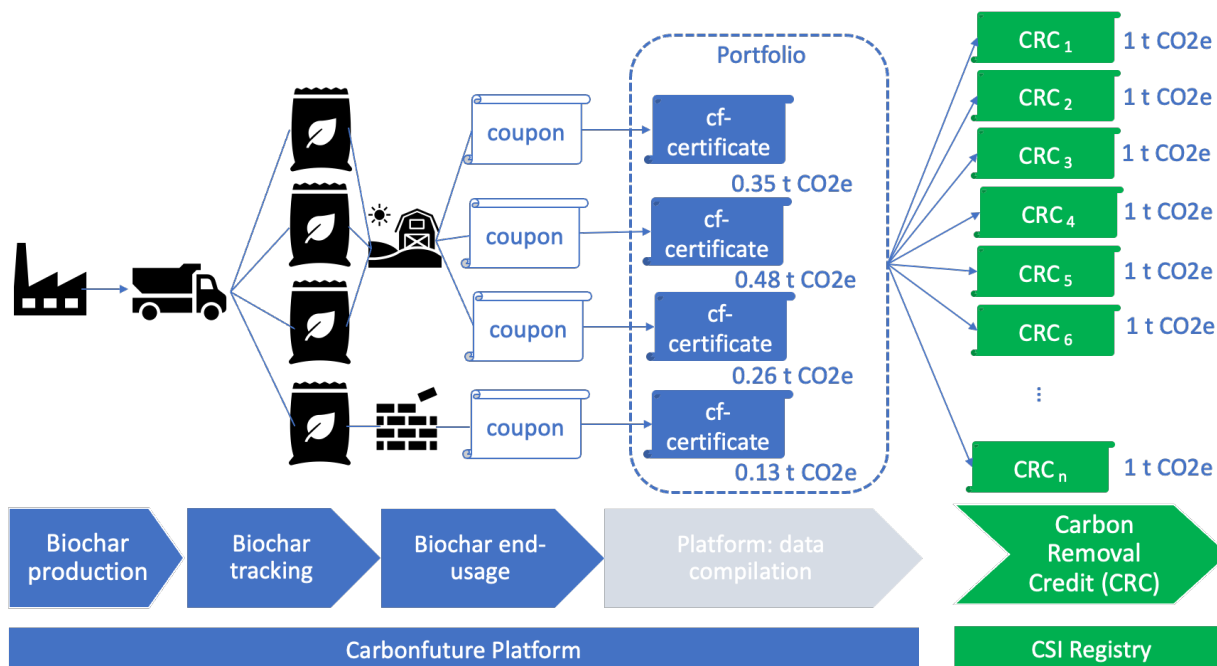
- **Beständig kolsänka:** Projektets klimatnytta är beständig och upphör inte över tid. Viktigt är dock att påvisa att biokol lagrat i jordmarker medför en viss, om än liten, nedbrytning över tid som behöver kvantifieras.
- **Mätbarhet:** Projektets klimatnytta är kvantifierbar, vanligtvis i relation till ett referensscenario som svarar på vad klimatpåverkan vore om projektet inte uppstått. Här måste det påvisas att produktion och användning biokol medför utsläpp av växthusgaser som behöver kartläggas och kvantifieras. Ett alternativt scenario behöver beaktas för vad som hänt om det biobaserade avfallet inte använts i biokolproduktion.
- **Koldioxidläckage:** Projektets klimatnytta får inte medföra ökade utsläpp någon annanstans. Det innebär att det måste visas att biokolstillverkning inte

medför ökade utsläpp någon annanstans, t. ex. genom ohållbar användning av biomassa. Därför måste krav ställas på bioråvaran som används i tillverkningen.

De värdeskapande förutsättningar är:

- **Additionalitet:** att utsläppskrediter köps möjliggör klimatnytta som annars inte hade uppstått.
- **Spårbarhet och exklusivitet:** Utsläppskrediterna ska vara dokumenterade, spårbara och exklusiva för innehavaren och kan endast tillgodoräknas en gång av en aktör. Det här bör hanteras genom ett registersystem där varje utsläppskredit tilldelas ett unikt serienummer med spårbar information.
- **Verifiering:** Det finns ett övervakande organ som säkerställer att utfärdandet av utsläppskrediter genomgår oberoende verifiering. Det kan t.ex. vara Carbon Standards International (CSI) och European Biochar Certificate (EBC)⁵, Verified Carbon Standard (VCS av Verra)⁶ och Puro Standard⁷.

När utsläppskrediter realiserar skiljs värdet från krediterna från biokolets andra fysiska värde (t.ex. jordförbättring) och kan därför säljas separat så länge som de



Figur 8. Process för utsläppskrediter för biokol.

⁵ Carbon Standards international. Standards and services. Accessed 23.08.30. <https://www.carbon-standards.com/en/standards-and-services?open=101>

⁶ Verra. VM0044 Methodology for Biochar Utilization in Soil and Non-Soil applications, v1.1. Accessed 23.08.30. <https://verra.org/methodologies/vm0044-methodology-for-biochar-utilization-in-soil-and-non-soil-applications/>

⁷ Puro Earth. Puro Standard. Accessed 23.08.30 <https://puro.earth/puro-standard-carbon-removal-credits/>

verifieras, registreras och övervakas på ett tillförlitligt sätt. Det betyder att utsläppskrediter som länkas till en mängd biokol som används som t.ex. jordförbättring i ett byggnadsprojekt kan inkluderas i samma projekts klimatberäkning. En process för dessa utsläppskrediter kan ses i Figur 8.

Det finns flera krediteringsstandarder som beräknar och verifierar utsläppskrediter från biokol. Carbon Standards International (CSI)/European Biochar Certificate (EBC), Verified Carbon Standard (VCS) och Puro är de största. Deras certifikat registreras och kontrolleras genom plattformar som identifierar varje kolsänka och följer upp alla steg i processen, från tillverkning till slutapplikation, och systemen verifierar andel ton som binds. Biokol och dess kopplade utsläppskrediter accepteras redan som klimatåtgärder i några av byggsektorns ramverk för klimatneutralitet så som NollCO₂⁸ och LFM30⁹.

Diskussion

Biokolstillverkning är en etablerad process och en accepterad kompletterande åtgärd. Men det finns fortfarande utmaningar med den. Att tillverka och certifiera biokol för att bara använda kolsänka är dyrt och inte tillräckligt ur ett finansieringsperspektiv. Därför blir biokol och dess kolsänka ekonomiskt beroende av hur andra värden skapas, som t.ex. jordförbättringsmedel, bio-olja, vattenreningssubstrat och hur de i sin tur säkerställs i en slutapplikation. Eftersom det skapas flera produkter som måste hanteras separat på olika marknader ökar komplexiteten och kostnaderna. Men det finns goda möjligheter att lyckas eftersom efterfrågan finns på både biokol, biprodukterna och dess kolsänka.

På marknaden finns flera krediteringsstandarder som verifierar och certifierar biokol. Kolsänkan är mogen som produkt och system för att säkerställa värdet finns. Dock använder certifieringsorganisationerna olika kriterier och det betyder att det kan finnas skillnader mellan två sänkor, med samma värde, som certifieras under olika system. Några av systemskillnaderna finns i:

- Utsläpp från transporter
- Undvikna utsläpp från alternativ råvaruhantering (om bevis tillhandahålls)
- Beräkning av CO₂-ekv för metanutsläpp

- Allokering av CO₂-ekv mellan biokol och andra högvärdiga biprodukter
- Säkerhetsmarginal i beräkningar
- Spårning av slutlagringplats, användning och reversibilitet av sänkan
- Krav på biokolets egenskaper och certifikat

Efter en analys av skillnaderna av de olika systemens kriterier har Skanska valt att använda CSI/EBC Carbon Sink som standard. Anledningen till det är att CSI/EBC Carbon Sink i genomsnitt har högre krav på kriterier än konkurrenterna, vilket ger en högre kvalitet på utsläppskrediterna.

4.4.2 Inlagring av biomassa i asfaltbeläggningar

Användning av asfaltbeläggningar är ofta en stor utsläppskälla för växthusgaser framför allt i stora vägprojekt. Enligt Trafikverkets klimatberäkningsverktyg Klimatkalkyl ger en normal ABT/ABS-asfalt ett utsläpp på ca 49 kg CO₂-ekv per ton asfaltmassa. Det avser traditionell asfalttillverkning representativt för tekniknivå år 2015. Utsläppen fördelas ungefär lika mellan bitumen (bindemedlet i asfalt) och bränsle för asfaltverket. Endast en liten del av utsläppen kommer från det bergmaterial som används som ballast i asfalten. Asfaltbranschen har dock gjort stora förändringar de senaste fem åren och har till stor del ställt om från användning av fossila bränslen i asfaltverken till förnybara bränslen (träpellets, bioolja m.m.). Det gör att de flesta leverantörer och asfaltverk idag kan leverera asfalt med hälften så stora utsläpp, ca 25 kg CO₂-ekv per ton asfaltmassa. Även lägre utsläpp per ton bitumen och ökad användning av återvunnen asfalt bidrar till minskade utsläpp. Skanska uppger¹⁰ att man arbetar på alla fronter för att minska utsläppen från asfalt genom:

- Ökad användning av retur-asfalt (2020 användes i genomsnitt 20% retur-asfalt, ett hållbart mål är minst 25%)
- Fossilfritt bränsle till asfaltverken
- Transporter med alternativa bränslen (fossilfria bränslen som HVO, och på sikt eldrift även för tunga fordon)

8 SGBC (2023) NollCO₂ Nettonoll klimatpåverkan. Manual v. 1.2

9 LFM30 Arbetsgrupp (AG3) Design, Process, Klimatberäkning (2023) LFM30:s Metod för klimatbudget: Kriterier på projektnivå. V. 1.7

10 Presentation av Roger Nilsson på workshop 230215

- Förnybara bindemedel som minskar behovet av bitumen (biobindemedel som tillverkas av restprodukter från träindustrin)

Redan idag uppger Skanska att de kan leverera asfalt med nettonollutsläpp av växthusgaser genom en produkt de kallar Grön asfalt BioZero. Förutom att den innehåller en hög andel återvunnen asfalt och tillverkas vid asfaltverk som använder fossilfria bränslen, så ersätts en del av bitumen med biobindemedel som enligt Skanska gör att man binder in och långsiktigt lagrar minst lika mycket "grön koldioxid" i asfalten som de kvarstående fossila utsläppen från råvaruförsörjningen. Det biobindemedel som används är en raffinerad produkt kallad Talloil Pitch (TOP) baserad på råttallolja från skogsindustrin. I sin EPD för ABT Skanska Grön Asfalt BioZero¹¹ redovisar Skanska ett klimatavtryck på 23,7 kg CO₂-ekv per ton asfaltmassa för livscykelmodulerna A1-A3, vilket kan jämföras med emissionsfaktorn i Trafikverkets Klimatkalkyl. Men som tilläggsinformation i EPD:n anger Skanska: *"The results for GWP exclude biogenic CO₂ (IPCC 2007). Bio-based binder contains biogenic carbon equivalent to 23 kg CO₂-e per tonne asphalt. At the end-of-life stage, the asphalt material is milled and recycled into new asphalt mixes. Hence, the biogenic carbon serve as a long-term carbon sink. If considering the long term biogenic sink as negative to GHG-emissions from A1-A3, the net sum is 0,7 kg CO₂-e per tonne asphalt"*.

EPD-standarden EN 15804 tillåter inte att biogena kolsänkor redovisas som permanenta sänkor i en EPD, varför Skanska anger det som tilläggsinformation istället. Resultatet på klimatavtrycket av att använda biobindemedel varierar beroende på beläggningstyp. För motsvarande AG-beläggning redovisar Skanska i sin EPD ett klimatavtryck A1-A3 på 16,9 kg CO₂-ekv per ton, en kolsänka motsvarande ett negativt utsläpp på -20,2 kg CO₂-ekv per ton, och ett nettoavtryck på -3,3 kg CO₂-ekv per ton om biobindemedlets kolsänka inkluderas.

Ett grundläggande villkor för att räkna biobindemedlet som en kolsänka på det sätt som Skanska redovisar är att sänkan är permanent – att det inbundna biogena kolet inte avgår till atmosfären igen vid trafikbelastning, fräsning och uppvärmning vid återvinning, eller

liknande. Skanskas utvecklare av EPD:er för asfalt uppger¹² att det finns studier som verifierar att biobindemedlet inte bryts ned även om asfalten fräses och värms upp för återanvändning i ny beläggning (RAP - Reclaimed Asphalt Pavement). Nynäs har publicerat ett "white paper"¹³ där de i samarbete med Ancona University har undersökt och verifierat att asfalt med TOP framgångsrikt kan användas för RAP. I Sverige accepterar dock inte Trafikverket i nuläget att biogena kolsänkor inkluderas i beräkningar i Klimatkalkyl. Skanska uppger dock att Vegvesen i Norge accepterar kolsänkor för asfalt i klimatberäkningar för vägprojekt, baserat på just argument för att de bör kunna anses vara permanenta. Det gör att Skanskas asfalt BioZero, och motsvarande från andra leverantörer, där kan räknas som i stort sett klimatneutral, eller till och med bidra med negativa utsläpp, i ett vägprojekt.

Diskussion

Asfaltexemplet ovan visar tydligt vilket läge anläggningsbranschen befinner sig idag när det gäller frågor om klimatavtryck och klimatneutralitet. Det kommer i snabb takt nya produkter som på ett eller annat sätt utger sig för att genom kolsänkor minska klimatavtryck drastiskt och kunna bidra till att nå klimatneutralitet. Men det saknas i många fall vedertagna sätt för att verifiera detta och det saknas brett accepterade metoder för att använda uppgifterna i klimatberäkningar för anläggningsprojekt. Enskilda beställare kan, som i fallet med Vegvesen i Norge, bestämma sig för att acceptera kolsänkor i beräkningar om man gjort egna undersökningar som verifierar att det uppfyller krav på permanens m.m. Men det gör att det kan bli olika hantering i olika länder, och även olikheter mellan beställare (t.ex. kommunala och statliga) inom samma land. Vilket inte är bra för branschens aktörer som ofta verkar på en nordisk och internationell marknad.

För biokol har det utvecklats certifieringssystem och rutiner för tredjepartsverifiering av kolsänkor just för att hantera frågor kring permanens, undvikande av dubbelräkning m.m. Något liknande behöver utvecklas för hur kolsänkors storlek och permanens i asfaltbeläggningar ska beräknas och redovisas. När väl det

11 <https://www.epd-norge.no/epder/bygg/asfalt-og-pukk/abt-skanska-gron-asfaltbio-zero-gallivare-lulea-umea-sundsvall-borlange-och-sodertalje-asfaltverk>

12 Henrik Sjöholm, Skanska, personlig kommunikation februari 2023

13 <https://nynas.0cdn.net/4a2e23/globalassets/bitumen/white-paper---a-nynas-bitumen-breaking-new-ground-for-lower-carbon-roads-rev.pdf>

finns på plats kan beräkningsverktyg som Klimatkalkyl och liknande anpassas för att inkludera sådana verifierade kolsänkor. För kolsänkor i asfalt är troligen de viktigaste frågorna att hantera för certifiering/verifiering

- *Kolsänkans storlek för den faktiskt utlagda asfalten* - Den kan skilja sig mot en teoretiskt beräknad sänka på grund av kolförluster i tillverknings- och hanteringsprocesser.
- *Kolsänkans permanens* - Säkerställande av att det inbundna kolet kan antas fortsätta vara bundet i mer än 100 år, över flera cykler av rivning/fräsning och olika typer av återvinning/återanvändning.
- *Risk för dubbelräkning av kolsänka* - För att t.ex. Skanska ska kunna tillgodoräkna sig en kolsänka kopplat till biobindemedlet i sin produkt krävs det att inte någon annan i värdekedjan också tillgodoräknat sig den. I en artikel i *World Highways*¹⁴ skriver Kristina Smith att Shell marknadsför en bitumenprodukt med biobindemedel under produktnamnet "*Shell Bitumen CarbonSink*" vilket antyder att producenter av biobitumen troligen också kommer att ha intresse av att tillgodoräkna sig kolsänkor i sina produkter i den egna klimatrapporeringen.

4.4.3 Inlagring av biomassa i träkonstruktioner

I anläggningssektorn är träkonstruktioner inte lika vanligt förekommande som i husbyggnadssektorn. För vissa anläggningstyper, som gång- och cykelbroar, är det dock relativt vanligt med träkonstruktioner. Det förekommer även byggande av vägbroar för tung trafik i trä och det finns initiativ för att testa byggande av prefabricerade gång- och cykelvägar och trottoarer i trä. Långlivade träprodukter som används för byggande av hus och anläggningar binder under byggnadens/anläggningens livslängd biogent kol som tagits upp från atmosfären, och kan även fortsätta binda det biogena kolet under längre tid om de strukturella träprodukterna, som t.ex. limträbalkar, återanvänds i nya byggnader efter rivning. Om träprodukterna istället går till energiåtervinning genom förbränning så avgår det bundna kolet till atmosfären igen i form av koldioxid.

Det finns i dagsläget ingen internationell standard eller vedertagen praxis för om, eller hur, man kan beräkna permanent kolsänka för träkonstruktioner. I EPD:er för träprodukter redovisas den inbundna koldioxiden i modul A1 (beräknas enligt PCR för träprodukter EN 16485) men den måste också redovisas som ett utsläpp i livscykelmodul C (end-of-life) i likhet med exemplet för asfalt ovan eftersom EPD-standarderna inte tillåter att biogena kolsänkor redovisas som permanenta sänkor.

Inom LFM30 (se avsnitt 3.2.1) har man dock tagit fram en vägledning för *Negativa klimatutsläpp genom användning av biogena kolsänkor*¹⁵ där man anger att det är rekommenderat att man räknar 50% av det inbundna kolet i träkonstruktionen som en permanent kolsänka och negativt koldioxidutsläpp över en kalkylperiod på 50 år. På liknande sätt accepterar SGBC:s certifieringssystem *NollCO₂*¹⁶ att man som klimatåtgärd tillgodoräknar sig negativa koldioxidutsläpp för en byggnad baserat på hela kolinnehållet i de inbyggda träprodukterna, förutsatt att man köpt certifikat för *Continuous Cover Forestry, CCF*, för den dubbla mängden trävaror som man vill tillgodoräkna sig. I det sammanhanget utgår man från att kolsänkan har en livslängd på minst 30 år. Skillnaden mellan systemen är alltså att LFM30 tillåter negativa utsläpp motsvarande 50% av träprodukterna medan *NollCO₂* accepterar negativa utsläpp motsvarande 100% av träprodukterna förutsatt CCF-certifiering för dubbla mängden.

Både LFM30 och *NollCO₂* anger att det är en förutsättning att träprodukterna kommer från ett hållbart skogsbruk för att det ska vara godkänt att inkludera de negativa utsläppen från kolsänkan i klimatberäkningarna för en byggnad. En grundförutsättning för att ett skogsbruk ska vara hållbart och koldioxidneutralt är att biosfärens kolpool upprätthålls och inte utarmas. För att det inte ska ske några nettoutsläpp av växthusgaser vid förbränning av biobränslen krävs enligt Naturvårdsverket¹⁷ att:

- Avverkning inte överstiger tillväxten
- Träd eller andra växter som binder koldioxid återplanteras
- Kolförrådet i marken bibehålls
- Inga fossila bränslen används för avverkning och tillverkning av trävaror

14 <https://www.worldhighways.com/wh6/feature/bitumen-technology-crude-moves-and-carbon-savings-industry>

15 https://lfm30.se/wp-content/uploads/2022/08/LFM30_Fordjupningsdokument_Negativa_klimatutslapp_genom_anvandning_av_biogena_kolsankor.pdf

16 <https://www.sgbc.se/certifiering/nollco2/anvandarstod-for-nollco2/manualer-och-ramverk-for-nollco2/>

17 <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/omraden/klimatet-och-skogen/biogena-koldioxidutslapp-och-klimatpaverkan/>

Utöver kravet på koldioxidneutralitet för skogsbruket får det enligt EU:s taxonomi inte heller bidra negativt till andra hållbarhetsaspekter (som biodiversitet, vatten, cirkularitet och klimatanpassning) för att räknas som hållbart. NollCO₂:s krav på CCF-certifikat är ett sätt att försöka säkerställa detta.

Diskussion

Det finns idag ett stort intresse för att kunna tillgodoräkna sig negativa utsläpp från inbundet kol i träprodukter för byggnader och träkonstruktioner. Det utvecklas därför olika ramverk för detta, enligt exempel ovan, men det råder oenighet mellan olika organisationer/aktörer kring hur det ska hanteras. T.ex. är IPCC¹⁸ och SBTi¹⁹ mer tveksamma till att inkludera detta i klimatrapporering för organisationer och projekt. Troligtvis kommer dock utvecklingen av EU:s ramverk för certifiering av kolsänkor under de närmaste åren att ge internationellt överenskomna kriterier och beräkningsanvisningar som kan användas för att implementera beräkningsmetodik även på projektnivå för bygg- och anläggningsprojekt. De viktigaste frågorna som måste hanteras och utredas anser vi är:

- *Definitionen av hållbart skogsbruk* – Det råder delade meningar mellan forskare och andra aktörer i skogsbranschen om vad som är ett hållbart skogsbruk och inte. Enligt en litteraturstudie inom MCE²⁰ är de främsta orsakerna till att man inte är överens är olika synsätt på 1) tidpunkt för utsläpp, 2) om bedömningen ska göras på bestånds- eller landskapsnivå, 3) vilka substitutionseffekter träprodukter ger, det vill säga hur mycket mindre växthusgasutsläpp ger det att ersätta andra produkter med träbaserade produkter, 4) om det är bäst att använda skogen för att minska klimatpåverkan på kort eller lång sikt. Enligt litteraturstudien är viktiga punkter för fortsatt dialog:
 - Klimatnyttoanalys enligt EU Taxonomi
 - Alternativ för skogsbruksmetod:
 - Öka avverkningsåldern
 - Toppgallring

- Analys kring hyggesfritt skogsbruk
- Ökad avsättning/återbeskogning
- Fossilsfria skogsmaskiner – Biodrivmedel/elektrifiering: Nuläge och färdplan
- Plan för att minimera spill och öka andelen långlivade produkter
- *Kolsänkans permanens* – LFM30 och NollCO₂ utgår från antaganden om minst 50 resp. 30 års livslängd för kolsänkan, men i många andra sammanhang, som för biokol, utgår man från minst 100 års livslängd eller ännu längre för att betrakta en kolsänka som permanent. Hur gör man för att garantera långvarig permanens för träprodukter i konstruktioner? Krävs någon typ av garantier eller förvaltningsplaner? Eller kan man hitta andra sätt att hantera det, som att skala kolsänkans storlek efter hur långvarig den kan antas vara?
- *Risk för dubbelräkning av kolsänka* – På samma sätt som i asfaltexemplet krävs det för att kunna tillgodoräkna sig en kolsänka att inte någon annan i värdekedjan också tillgodoräknat sig den. För träprodukter ser vi att det finns en risk för dubbelräkning i och med att Sverige i den nationella klimatrapporeringen redovisar lagerökning (kolsänka) i samhället på grund av användning av träprodukter vid byggande och liknande. Energimyndigheten föreslår till regeringen²¹ att den som erhåller statligt stöd för bio-CCS ska ha möjlighet att sälja negativa utsläpp på en frivillig marknad, men att dessa negativa utsläpp inte får användas för att kompensera köparens egna utsläpp eftersom de negativa utsläppen redan har tagits i anspråk som en kompletterande åtgärd som Sverige behöver för att uppnå klimatmålen. Köparen får alltså med den argumentationen använda köp av negativa utsläppsverifikat för s.k. "contribution claim" (att man bidrar till att nå klimatmål enligt Parisavtalet) men inte för kompensation av utsläpp i klimatrapporering, s.k. "offsetting claim". Vi anser att det finns likheter mellan dessa fall och att det bör utredas om detta innebär en konflikt gällande dubbelräkning.

18 IPCC - Intergovernmental Panel of Climate Change - är FN:s mellanstatliga klimatpanel som sammanställer det rådande vetenskapliga kunskapsläget kring klimatförändringen, konsekvenser, sårbarhet och möjliga lösningar. Detta görs bland annat i form av rapporter med hjälp av underlag från tusentals forskare och experter världen över.

19 Initiativet Science Based Targets är ett samarbete mellan CDP, United Nations Global Compact, World Resources Institute och World Wide Fund for Nature. SBTi är ett ramverk för företag för att sätta vetenskapligt baserade klimatmål som går i linje med vad som krävs för att vi ska klara målsättningarna i Paris-avtalet.

20 Personlig kommunikation, Ida Karlsson, Chalmers, juni 2023

21 <https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2023/energimyndigheten-foreslar-mojlighet-att-salja-negativa-utslapp-som-genereras-med-statligt-stod-till-bio-ccs/>

4.4.4 Accelererad karbonatisering av krossad betong

Betongkonstruktioner tar under användningsskedet och slutskedet normalt upp en liten del av den koldioxid som frigjorts under tillverkningen av cement (kalcinering i produktskedet) genom så kallad karbonatisering. När riven betong krossas och lagras några månader under gynnsamma förhållande kan detta upptag av koldioxid potentiellt bli betydligt större. Detta gör karbonatisering av krossad betong till en intressant möjlighet för negativa utsläpp genom kompletterande åtgärder i bygg och anläggningsprojekt.

Karbonatisering är en naturlig process där koldioxid permanent binds kemiskt till karbonater (mineralisering) genom att reagera med oxider eller hydroxider. Inom koldioxidinfångning benämns denna process ibland som mineralisering, kemisk vittring eller geologisk lagring. Ungefär 60% av koldioxidutsläppen från den traditionella cementtillverkningen kommer från den kemiska omvandlingen (oxidation) av kalciumkarbonat (kalksten) till kalciumoxid under tillförsel av värme (kalcinering). Dessa utsläpp är med dagens teknik oundvikliga utsläpp vid tillverkningen av Portland Cement. Normalt kan ca 15 % av dessa utsläpp dock tas upp igen under betongens totala livslängd genom karbonatisering (ca 8 kg CO₂/ton betong). Processen där oxider och hydroxider i betongen omvandlas tillbaka till karbonater (karbonatisering) i en termodynamiskt stabilare fas²² kan sammanfattas som:

Kalciumoxid (CaO) eller Kalciumhydroxid (Ca(OH)₂) + CO₂ → Kalciumkarbonat (CaCO₃) + vatten (H₂O) och värme

Förenklingen ovan sker i flera stegvisa delreaktioner där tillgången till vatten/fukt är en förutsättning. Processen drivs inåt i betongen genom diffusion av koldioxid från luften och utvecklingen är proportionell mot roten ur tiden på grund av att betongens yta blir allt tätare och mer svårgenomtränglig i takt med att den karbonatiseras. Detta gör att resterande 85 % av de kemiska koldioxidutsläppen från kalcineringen normalt

inte binds tillbaka under en betongkonstruktions livslängd.(ibid) När gamla betongkonstruktioner rivs och betongen krossas exponeras dock nya färskbetongytor igen och karbonatiseringen kan därmed få ny fart. I krossad gammal betong finns därför en stor resterande potential (ca 50–60 kg CO₂/ton betong) av outnyttjat koldioxidupptag.²³

I Sverige uppstår idag ca 2 miljoner ton krossad betong vid rivning och ombyggnad av gamla hus och anläggningar. Ca 2/3 av dessa massor används oftast som lågvärdiga fyllnadsmassor eller underbyggnad till vägar i en sluten miljö där ny koldioxid transporteras långsamt vilket leder till mycket långsam karbonatisering. Detta är anledningen till att normalt endast ca 15 % av den kemiskt frigjorda koldioxiden binds tillbaka genom karbonatisering av betong.

Det finns dock en stor potential och möjlighet för byggbranschen att "fånga in" mer koldioxid från atmosfären genom att medvetet öka karbonatiseringen av krossad betong med hjälp av förbättrad hantering av krossad betong, enligt Betonghandbok Material (ibid). Flera faktorer påverkar hur mycket koldioxid som kan fångas upp i krossad betong. I lista nedan sammanställs parametrar som kan påverka koldioxidupptaget i en krossad betongpartikel.²⁴

Parametrar som ökar koldioxidupptaget i krossad betong:

- Låg initial karbonatiseringsgrad
- Högre mängd bindemedel (wt %)
- Mindre kornstorlek (större yta m²/m³)
- Högre porositet (högt vct)
- Optimal fuktighet (RF ca 60–80 %)
- Högre temperatur
- Högre lufttryck
- Högre koldioxidkoncentration i luften

När den krossade betongen lagras i högar påverkar också högens storlek, partikelsammansättning samt partikelns läge i högen, koldioxidupptaget. Partiklar som ligger nära ytan i en hög karbonatiserar fortare än partiklar som ligger längre in i högen på grund av mindre luftgenomströmning inne i en tät hög²⁵. För en

22 Betonghandbok Material, 2021, Del 2: Kap 35 Hållbarhet, Svensk Byggtjänst, ISBN 978-91-7917-088-2.

23 Andersson, R., Fridh, K., Stripple, H., Häglund, M., 2013, Calculating CO₂ Uptake for Existing Concrete Structures during and after Service Life, Environ. Sci. Technol., Vol. 47, pp. 11625–11633. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es401775w>

24 Ryden, N., Laninge, M., 2023, Koldioxidupptag i krossad betong – förstudie anläggningsprojekt, SBUF projekt 14156, under färdigställande

25 Stripple, H., 2013, Greenhouse gas strategies for cement containing products, IVL Report B2024, 2013

typisk hög med krossad betong som förvaras utomhus är det vanligtvis partikelstorleken och högens partikelstorleksfördelning (kornkurva) som påverkar hur mycket koldioxid som kan tas upp under en given tid. I sorterade (siktade) högar där alla partiklar har ungefär samma storlek blir porositeten hög vilket gör att luft (och koldioxid) kan strömma fritt genom högen vilket bidrar till en ökad karbonatisering i hela högen. Krossad betong förvaras normalt i osorterade högar som tvärtom blir mycket täta och packade på grund av en jämn fördelning av partiklar med olika storlek. Strippelle (ibid) uppskattade det karbonatiserade djupet till ca 30 cm i osorterade högar med krossad betong som legat ute på en återvinningsdepå för krossad betong.

Karbonatiseringsgraden anges ofta i %, som upptagen mängd koldioxid jämfört med frigjord mängd koldioxid från kalcineringen (exkl. koldioxidutsläpp från det bränsle som används vid uppvärmningen). I samband med negativa utsläpp (kolsänkor) anges det kvantitativa upptaget av koldioxid i krossad betong, CO₂ i kg/m³ eller kg/ton krossad betong. När koldioxidupptaget redovisas som kg/m³ eller ton bör det också uppmärksammas att större fraktioner oftast innehåller ballast där inget upptag kan ske. Mängden bunden koldioxid per m³ eller ton blir därmed relativt mindre för grövre fraktioner även utan hänsyn till att grövre partiklar har en mindre specifik yta (m²/m³).

I en Japansk studie²⁶ undersöktes koldioxidupptaget i krossad betong (0-40 mm fraktion) vid 8 olika krossningsverk. Efter 1-3 månaders lagring låg karbonatiseringsgraden från de olika krossningsverken mellan 19 % och 35 % med ett medelvärde på 28 %. Medelvärdet motsvarade ett koldioxidupptag på 11 kg/ton krossad betong vilket dock uppskattades vara i underkant av verkligt upptag eftersom bara partiklar mindre än 5 mm (24 % av vikten) i hela mängden 0-40 mm togs med i denna beräkning. Upptaget i mindre fraktioner 0-10 mm och 0-2 mm var större med värden på 40 kg CO₂/ton respektive 55 kg CO₂/ton krossad betong. Upptaget i större partiklar var svårare att kvantifiera och ansågs inte bidra till någon större mängd koldioxidupptag på grund av mindre specifik ytan och relativt sätt mer ballast.

I ett SBUF-projekt²⁷ med fokus på användning av gammal betong som ballast i ny betong lagrades krossad betong efter siktning (0-4 mm, 4-8 mm and 8-16 mm) i 1,5 år utomhus och karbonatiseringsgraden mättes till ca 20-60 % beroende på bindemedelsmängd, lagringsdjup och fraktion. I den minsta fraktionen (0-4 mm) var upptaget nära ytan av högen 47 kg CO₂/ton krossad betong (55 % karbonatiseringsgrad). I 4-8 mm fraktionen var upptaget 11 kg CO₂/ton krossad betong (30 % karbonatiseringsgrad). Studien ovan indikerar att det finns en möjlighet att öka koldioxidupptaget genom sortering (siktning) av krossad betong och lagring som gynnar karbonatiseringen. Detta ökade upptag skulle i framtiden potentiellt kunna användas som en kolsänka i en klimatkalkyl för ett bygg eller anläggningsprojekt. Det finns idag ingen certifiering eller branschgemensam rekommendation på hur denna potentiella kolsänka skulle kunna användas.

När koldioxid binds i gammal krossad betong genom karbonatisering ökar vikten på den krossade betongen med motsvarande mängd bunden koldioxid. Förutsatt att fuktkvot och mängd betong är exakt lika kan alltså bunden mängd koldioxid kvantifieras genom att mäta upp viktökningen på samma mängd krossad betong före och efter karbonatisering. Denna metod skulle eventuellt kunna tillämpas på en större eller mindre mängd krossad betong ute i fält förutsatt att fuktkvoten kan kontrolleras. I laboratorium kan bunden mängd koldioxid verifieras mer exakt på små prover. Normalt används då värme (Termogravimetrisk analys (TGA)) eller en stark syra (Syrametoden) för att frigöra bunden koldioxid som sedan kvantifieras i laboratorium.

Karbonatisering av krossad betong leder i regel till en mindre porositet och ökad hållfasthet vilket gör den karbonatiserade krossade betongen fördelaktig att återanvända som ballast i ny betong eller i andra tillämpningar. Internationellt finns det idag flera utvecklingsprojekt där man försöker accelerera karbonatiseringen ytterligare genom industriella processer med ökat tryck, värme och koldioxidkoncentration, som t.ex. FastCarb projektet i Frankrike²⁸.

26 Kikuchi T, Kuroda Y. Carbon dioxide uptake in demolished crushed concrete. Journal of Advanced Concrete Technology 9: 115-124 (2011).

27 Rogers, P., Fridh, K., Gram, H.E., Westerholm, M., 2016, Återvunnenbetong som ballast i ny betong, SBUF projekt 12771, <https://sbuf.se/Projektsida?project=335520fd-c404-4f91-abe7-51c25f1de1fe>

28 www.fastcarb.fr

Diskussion

Från och med 2020 omfattas naturlig karbonatisering av befintlig betong (karbonatiseringsgraden på 15 % som nämnts ovan) i Naturvårdsverkets rapportering av svenska territoriella utsläpp av växthusgaser till FN:s klimatkonvention (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC). Stripple m.fl.²⁹ rekommenderar en årlig rapportering av koldioxidupptag från betongens livscykel (negativa utsläpp) motsvarande 23 % av de årliga utsläppen från tillverkningen av cement om mängden betong som karbonatiserar är okänd. Av dessa 23 % motsvarar 2 % end-of-life (krossning och mellanlagring) och 1 % återanvändning. Om mängden betong är känd så rekommenderas ett normalt koldioxidupptag vid rivning och krossning (end-of-life) till 10 kg/m³ och ytterligare 10 kg/m³ vid återanvändning som ballast (secondary use). 20 kg/m³ (ca 8 kg/ton eller ca 15 % karbonatiseringsgrad) tillgodoräknas alltså redan i tillverkarens rapporterade utsläpp och i Sveriges rapportering till FN:s klimatkonvention som ett normalt upptag (ibid). Om särskilda åtgärder görs för att öka koldioxidupptaget i krossad betong och detta upptag därmed överskrider 8 kg CO₂/ton krossad betong borde det kunna räknas som ett negativt utsläpp i ett projekt även om det idag inte finns någon formell reglering/certifiering av detta upptag. En viktig faktor i en framtida användning av karbonatisering som kolsänka i en klimatkalkyl är sannolikt att upptagen mängd koldioxid måste kvantifieras och att det går att verifiera att upptag skett på grund av extra åtgärder som gjorts i projektet.

4.4.5 Sammanställning

I Tabell 11 nedan sammanställs kompletterande åtgärder som diskuterats ovan och egenskaper, praktiskt genomförande, beräkningsförutsättningar m.m. sammanfattas kortfattat.

29 Stripple, H., Ljungkrantz, C., Gustafsson, T., Ronny Andersson, R., 2021, CO₂ uptake in cement containing products, IVL rapport No. B 2309, Maj 2021.

Tabell 11. Kompletterande åtgärder i ett anläggningsprojekt

KOMPLETTERANDE ÅTGÄRDER			KOMPLETTERANDE ÅTGÄRDER						
Åtgärder			Egenskaper			Uppfyllelse av principer för kompletterande åtgärder			
Typ av åtgärd	Beskrivning	Effekt av åtgärd - när i tid?	Genomförande - när bör åtgärd genomföras?	Framtida verifiering genom EU-ramverk	Kvantifiering	Additionalitet	Permanens	Hållbarhet	
Inom projektet (inom anläggningen/projektområdet)	Lagring av biokol	Biokol som lagras inom projektområdet.	Direkt	Projektering och Byggskede	Ja	"Ja European Biochar Certificate (EBC) - Carbon Sink Certification"	Ja, om certifikat	Ja, om certifikat	Ja, om certifikat
	Biomassa i asfaltsbeläggningar	Bioolja ersätter bitumen i asfalt.	Direkt	Projektering och Byggskede	Ja	"Viss osäkerhet Kolsänka i EPD, enligt EN15804"	Risk för dubbelräkning	Viss osäkerhet, måste verifieras	Biomassan måste komma från hållbara källor
	Karbonatisering	Accelererad karbonatisering av krossad betong.	Över tid	Projektering, Byggskede och Förvaltning	Oklart	"Viss osäkerhet EN 16757 Appendix BB kan användas för beräkning av "naturlig" karbonsatisering"	Fördelning av kolsänka mellan projekt och nationell rapportering måste säkerställas	Ja	Ja
	Kolinlagring i byggmaterial	Inlagring av biogent kol i t.ex. långlivade träprodukter	Direkt	Projektering och Byggskede	Ja	"Ja Kolsänka i EPD, enligt EN15804. Beräknas enligt EN16485:2014 för träprodukter"	Fördelning av kolsänka mellan projekt och nationell rapportering måste säkerställas	Tillfällig kolsänka	Ev. vid certifikat. Frågan om resurshushållning hanteras ej genom certifikat.
	Kolinlagring i växter	Kolinlagring i träd, buskar och andra växter inom projektområdet.	Över tid	Projektering, Byggskede och Förvaltning	Ja	"Viss osäkerhet Ska utvecklas inom EU-ramverk"	Ja	Viss osäkerhet, måste säkerställas genom långsiktig förvaltningsplan eller liknande	Ja
Intern kompensation (utanför projektområdet, men inom värdekedja)	Biokoltillverkning i värdekedjan	Tillgodoräknande av kolsänka från tillverkat biokol i annat projekt i värdekedjan	Direkt	Förvaltning	Ja	"Ja European Biochar Certificate (EBC) - Carbon Sink Certification"	Ja, om certifikat	Ja, om certifikat	Ja, om certifikat
	Återvätning av våtmark	Återvätning av mark inom organisationen, exempelvis genom att låta tidigare grävda diken växa igen eller fyllas igen på annan del av aktörens mark.	Över tid	Förvaltning	Nej - ger inte negativa utsläpp	"Viss osäkerhet Ska utvecklas inom EU-ramverk"	Ja	Viss osäkerhet, måste säkerställas genom långsiktig förvaltningsplan eller liknande	Ja
	Återbeskogning	Återbeskogning av tidigare exploaterad mark, t.ex. industriområde	Över tid	Förvaltning	Ja	"Viss osäkerhet Ska utvecklas inom EU-ramverk"	Ja	Viss osäkerhet, måste säkerställas genom långsiktig förvaltningsplan eller liknande	Ja
Extern kompensation genom köp av utsläppskrediter (utanför värdekedja)	Köp av biokolkrediter		Direkt	Förvaltning	Ja	"Ja European Biochar Certificate (EBC) - Carbon Sink Certification"	Ja, om certifikat	Ja, om certifikat	Ja, om certifikat
	Köp av BECCS-krediter		Direkt	Förvaltning	Ja	Ja	Ev. redan uppbokat från alla projekt i Sverige.	Ja	Viss osäkerhet, måste verifieras
	Köp av krediter för CCS, CCU, DAC (Direct Air Capture)		Direkt	Förvaltning	Nej - ger inte negativa utsläpp	Ja	Ja	Ja	Viss osäkerhet, måste verifieras

GC-VÄG I TRÄ, SKELLEFTEÅ

SKELLEFTEÅ SITE EAST

**ROSENDAL ETAPP 4,
UPPSALA**



5. Fallstudier

I detta avsnitt beskrivs de fallstudier som studerats i projektet. För de olika projekten som använts som fallstudier beskrivs hur man beräknat utsläppsreduktioner för material och drivmedel, utsläpp från förändrad markanvändning, och i förekommande fall negativa utsläpp från kompletterande åtgärder, samt en totalbedömning av hur nära klimatneutralitet projekten kommer. Syftet med fallstudierna är att redovisa vilka aspekter som bör inkluderas och hur en strukturerad bedömning av klimatneutralitet kan göras på projektnivå.

5.1 Skellefteå Site East

Projektet Skellefteå Site East, SSE, genomfördes under perioden augusti 2019 till april 2022 och omfattade projektering och produktion av en planerad industri- och mark på ca 46 hektar i ett tidigare oexploaterat skogsområde. Ingående arbeten i entreprenaden var loss- och hållning, vägbyggnation, markberedning/terrassering

av tomter, VA och kanalisation. Beställare var Skellefteå Kommun och Skanska var totalentreprenör med Tyréns som projektör. Figur 9 visar ett flygfoto över projektområdet.

Projektet genomfördes som en totalentreprenad i samverkan mellan Skellefteå kommun och Skanska med den gemensamma visionen att "Skellefteå Site East är Sveriges mest hållbara anläggningsprojekt och en vägvisare för hur ett anläggningsprojekt kan genomföras för att möta regeringens klimatmål 2045". I genomförandet har en tydlig hållbarhetsstyrning genom hela projektet varit en viktig faktor för möjliggörandet av hållbarhetsåtgärderna. Ett hållbarhetsteam bestående av representanter från Skanska, Tyréns och Skellefteå Kommun bildades initialt i projektet. Tillsammans i hållbarhetsteamet arbetades ett gemensamt Hållbarhetsprogram fram, som sedan beslutades av Partneringteamet. Genom detta blev hållbarhetsprogrammet väl förankrat i de tre parternas organisation. I Hållbarhetsprogrammet



Figur 9. Flygfoto över projektområdet för Skellefteå Site East.

definierades omfattning, avgränsning och organisation för hållbarhetsarbetet samt vision och mål bröts ned i möjliga åtgärder. Ett av hållbarhetsmålen var ”minimerad klimatpåverkan ur ett livscykelperspektiv genom konkreta besparingsåtgärder i projektet”. Det ambitiösa hållbarhetsarbetet har dokumenterats av Skanska i en sammanställningsrapport¹ och de uppnådda resultaten med avseende på bl.a. minskad klimatpåverkan belönades 2021 med SGBCs Sweden Green Building Award för Hållbar infrastruktur.

5.1.1 Utsläpp från material och drivmedel

En sammanställning av projektets klimatkalkyl och resultat av genomförda reduktionsåtgärder redovisas i Tabell 12 nedan.

Tabell 12. Sammanställning av klimatkalkyl och resultat av reduktionsåtgärder för projekt Skellefteå Site East. Källa: Absér, S., 2022

Ursprungligt läge	Ton CO ₂
Total belastning inklusive ÄTA	7 041
Klimatsmart projektering	-1 235
Klimatkalkyl startvärde Fas 2	5 682
ÄTA	124
Åtgärd	Besparing i projektet (Ton CO ₂)
HVO100	-2 442
Elektrisk krossning	-261
Övriga åtgärder (jmf Diesel)	-491
Grön asfalt BioZero	-145
Produktionseffektivitet/mängd-förändring	-626
Summa klimatbelastning (Ton CO₂)	1 841
Summa klimatbesparing (Ton CO₂)	5 200
Klimatbesparing från ursprungligt läge (%)	Ca 75 %

Jämfört med den ursprungliga klimatkalkylen, som baserades på mängder i projektets kostnadskalkyl för kontraktet, lyckades projektet minska klimatavtrycket för det slutförda projektet med 75%. För att relatera till de reduktionsscenarioer som presenterades i avsnitt 3.1.1 motsvarar det den reduktionsnivå som kan förväntas vara möjlig i branschen som helhet runt år 2030 – 2035 enligt analys av väg- och järnvägsprojekt som gjordes i rapporten Vågen mot klimatneutralitet.

De reduktioner som blev resultatet av ”klimatsmart projektering” handlade främst om planering av tomtindelning och höjder i området, optimering av masshantering, nedkortning av ledningssträckor och hantering av avtäckningsmassor.

- I övrigt bestod de största reduktionsåtgärderna av
- 100% användning av HVO100 för arbetsmaskiner på arbetsplatsen, istället för vanlig diesel med biobränsleinblandning enligt reduktionsplikten
 - Elektrifiering av mobilt krossverk inom arbetsområdet, istället för dieseldrift som är det vanligast förekommande alternativet
 - Val av asfalt med låg klimatpåverkan istället för traditionell varmbeläggning. Skanskas Grön asfalt BioZero användes för AG-lager (undre bärlager) och Grön asfalt användes för ABT-lager (övre slitlager). Utläggning och transporter gjordes med HVO100 som drivmedel.
 - Ytterligare åtgärder liknande ”klimatsmart projektering” som gjordes i byggskedet, som energibesparingar i byggbodar och övrig etablering, produktionsplanering, minskning av behov av masshantering, optimering av resursallokeringar, val av metoder, logistikplanering m.m.

Skanska har i sin sammanställning av klimatavtryck för projektet räknat in de negativa utsläpp som kan antas uppstå genom att biomassa binds i asfalten vid användande av Grön asfalt BioZero, se resonemang i avsnitt 4.4.2. Som nämns i det avsnittet, finns det idag ingen vedertagen praxis eller standard för hur sådana kolsänkor ska inkluderas i klimatrapportering. Det är alltså upp till det enskilda projektet att bestämma hur man vill göra med det, i dialog mellan beställare och entreprenör. I workshopdiskussioner har det även framförts åsikter om att den typen av negativa utsläpp bör redovisas separat även om de ingår i nettokalkylen. Om Skanska hade valt att redovisa kolsänkan i asfalten separat hade reduktionen av utsläpp från material och drivmedel blivit något lägre än 75%, och de negativa utsläppen från kolsänkan hade istället kunnat redovisas separat som kompletterande åtgärd.

5.1.2 Utsläpp från förändrad markanvändning

Projektets genomförande har medfört avverkning av skog för att skapa plats för kommande industriområde.

¹ Absér, S., 2022, *Sammanställning av hållbarhetsarbetet i projekt Skellefteå Site East*, Skanska.

Den klimatbelastning som avskogningen och markbearbetningen innebär har inte kvantifierats som utsläpp från förändrad markanvändning i Skanskas sammanställningsrapport, och inkluderades inte som en aspekt i projektets hållbarhetsarbete. Utsläppen som redovisas här har beräknats i efterhand av WSP i samarbete med Skanska enligt beskrivning i avsnitt 3.2.3. Skanska har dock gjort egna beräkningar utanför rapporteringen i sammanställningsrapporten. De beräkningarna utgick från andra avgränsningar för utsläpp från förändrad markanvändning och visade på resultat som avvek mycket från de beräkningar som redovisas här. Det visar på behovet av utveckling av gemensamma, vedertagna metoder för beräkning och redovisning av dessa utsläpp.

Beräkningen har gjorts baserat på den metod som beskrivs i avsnitt 3.2.3. De antaganden som gjorts för beräkningen är:

- Yta: 42 hektar
- Typ av mark före: 100% skogsmark, tallskog (ett medel av bonitet under goda förhållanden för 10 m resp. 20 m träd i Västerbotten har antagits)
- Typ av mark efter: 100% industrimark

Resultatet av beräkningen visar att de växthusgasutsläpp som blir en följd av att kolinnehåll i biomassa ovan och under mark avgår till atmosfären som koldioxid, samt uteblivet koldioxidupptag under en beräkningsperiod på 40 år, kan antas uppgå till ca 34 000 ton koldioxid för projektet. Det motsvarar ungefär 18 gånger så stora växthusgasutsläpp som klimatkalkylen visar för det slutförda projektet. Orsaken till de mycket stora utsläppen från förändrad markanvändning är att anläggandet av industriområdet lokaliserats till ett område som före exploateringen helt bestod av skogsmark. Dessa stora utsläpp är alltså något som en entreprenör har mycket svårt att påverka nämnvärt i ett byggskede.

5.1.3 Kompletterande åtgärder

I sin sammanställningsrapport beskriver Skanska inte några specifika kompletterande åtgärder för att minska projektets klimatavtryck ytterligare. De nämner dock att ett möjligt sätt att minska klimatavtrycket skulle kunna vara att tillgodoräkna projektet negativa utsläpp från det biokolsprojekt som bedrivits genom SSE. Vid avverkning av området omhändertogs stubbarna som sedan lagrades inom projektområdet under projekttiden. I samarbete med Skanska Industrial Solution omvandlas stubbarna från och med Q3 2022 till biokol i en

biokolspanna placerad i närliggande täkt. Genom detta skapar projektet förutsättningar för att möjliggöra en realisering av en potentiell kolsänka. Om den kolsänkan, eller delar av den, skulle allokeras till SSE genom bokföringssystem för intern compensation eller liknande, skulle det kunna minska projektets totala klimatavtryck ytterligare. Hur mycket är dock svårt att säga i skrivande stund eftersom Skanska inte slutfört biokolsprojektet och beräknat realiserad kolsänka ännu. Det har inte heller funnits drivkrafter i projektet för att arbeta med ytterligare kompletterande åtgärder eftersom det inte krävts eller prioriterats i det gemensamma hållbarhetsarbetet tillsammans med Skellefteå kommun.

Som nämnts i avsnitt 5.1.1 har Skanska räknat in negativa utsläpp på grund av kolsänka i asfalt med inbundet biogent material i sin klimatkalkyl för projektet. En sådan åtgärd skulle kunna beskrivas som kompletterande åtgärd och genom en separat redovisning av de negativa utsläppen från kolsänkan blir det mer transparent vilka åtgärder som gjorts och hur resulterande utsläpp har beräknats. Som ett exempel för att beskriva hur redovisning kan göras kan antas att asfaltens kolsänka utgör en tredjedel av utsläppsreduktionerna för asfalt, motsvarande ca 50 ton CO₂-ekv.

5.1.4 Sammanfattning och diskussion

I Tabell 13 nedan redovisas projekt SSE:s klimatavtryck uppdelat på utsläpp från material och drivmedel, utsläpp från förändrad markanvändning samt utsläppsminskningar från kompletterande åtgärder.

Tabell 13. Sammanställning av växthusgasutsläpp för projekt Skellefteå Site East

Kategori	Utsläpp enligt utgångsläge (ton CO ₂ -ekv)	Utsläpp för slutfört projekt (ton CO ₂ -ekv)
Material och drivmedel	7041	1891
Förändrad markanvändning	34000	34000
Kompletterande åtgärder	0	-50
Totalt netto-utsläpp	41041	35841

Enligt denna sammanställning har projekt SSE minskat sitt klimatavtryck med endast ca 13% trots det ambitiösa klimatarbete som genomfördes i projekt och som gjorde att man uppnådde 75% reduktion av utsläpp från material och drivmedel. Den stora skillnaden är

att utsläpp från förändrad markanvändning inkluderats här, vilket ger mycket stora utsläpp i och med att ett stort område skogsmark tas i anspråk för att anlägga industrimark och väldigt små grönytor lämnas opåverkade eller nyanläggs. Men frågan om utsläpp från förändrad markanvändning har inte heller varit aktuell i det gemensamma klimatarbetet mellan kommunen och Skanska. Exemplet gör det tydligt att för att drastiskt minska utsläppen från markanvändning så hade kommunen i planeringsskedet behövt hantera och inkludera frågan i överväganden kring lokalisering av industriområdet. Det är en planeringsfråga som entreprenören har mycket liten möjlighet att påverka i projekterings- och byggskedet.

Sammanställningen visar också att projektet hade behövt vidta kompletterande åtgärder för att åstadkomma negativa utsläpp motsvarande 35 841 ton CO₂-ekv för att uppnå klimatneutralitet. Det hade i så fall behövt prioriteras och styras av kommunen från tidigt planeringsskede och genom projekterings- och byggskede, och hade kunnat inkludera åtgärder som:

- Allokering av negativa utsläpp från Skanskas biokoltillverkning
- Intern kompensation av kommunen genom allokering av utsläppsminskningar från våtmarksrestaureringar på annan plats i kommunen
- Extern kompensation av kommunen genom köp av godkända utsläppsverifikat för negativa utsläpp

I dagsläget är det dock oklart hur alla dessa åtgärder kan genomföras i praktiken, och om det ens är tillåtet för kommunen att kompensera utsläpp med köp av externa verifikat.

5.2 Rosendal etapp 4, Uppsala

I Uppsala pågår många stora stadsutvecklingsprojekt eftersom kommunens prognos är att antalet invånare kommer att öka med ca 60 000 personer till 2050. Två av dessa är utvecklingen av Rosendal och Ulleråker som tillsammans kommer att omfatta ca 12 000 nya bostäder. Uppsala kommun har satt upp klimatmål som anger att kommunen ska vara klimatneutral 2030 och



Figur 10. Översiktsbild över Uppsala och lokalisering av stadsdelarna Rosendal och Ulleråker.

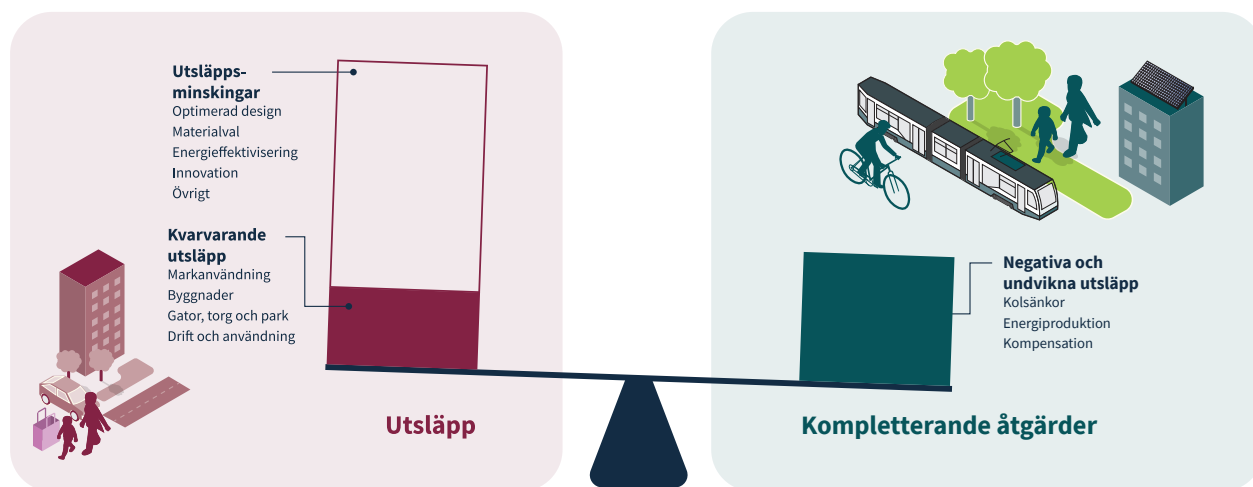
klimatpositiv 2050. Kommunen har tillsammans med Fossilfritt Sverige även satt ett mål om att två etapper av de nya stadsdelarna Rosendal och Ulleråker ska vara *klimatpositiva stadsdelar*² när de står klara strax efter 2030. I Figur 10 nedan visas var Rosendal och Ulleråker ligger i förhållande till centrala Uppsala och andra pågående stadsutvecklingsprojekt.

WSP arbetar som generalkonsult åt Uppsala kommun med samordning av stadsutvecklingsprojekten Rosendal och Ulleråker, och i det ingår även klimatsamordning för arbetet med klimatpositiva stadsdelar. I klimatsamordningen ingår bl.a. att

- Sätta mål och utveckla andra former av styrning för att nå det övergripande målet om klimatpositivitet
- Stödja arbetet på både allmän platsmark och kvartersmark med kunskap, metoder, redskap och forum
- Verka för samarbete, kunskaps- och erfarenhetsutbyte – mellan byggaktörer, mellan stadsdelar, med funktioner och projekt inom kommunen
- Vara en länk för samarbete med akademien, lokala

nätverk, organisationer och företag. I klimatsamordningsarbetet har en klimatbudget för styrning och uppföljning tagits fram, som sammanfattas i Figur 11.

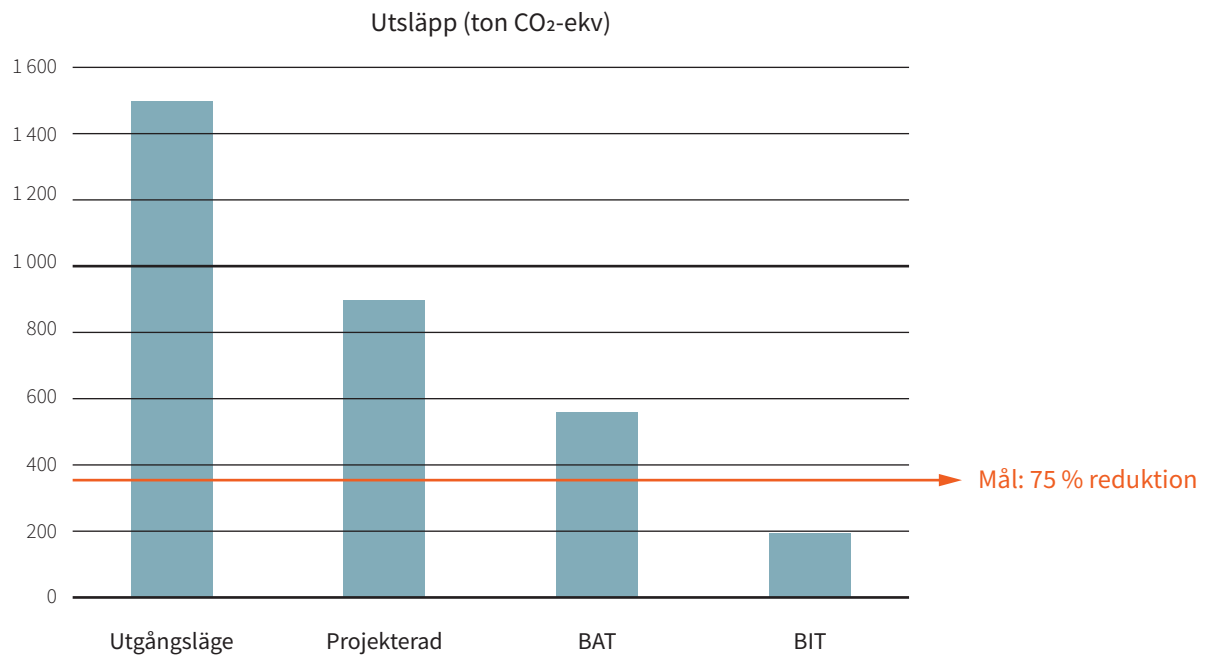
Stadsdelsutvecklingen är indelad i etapper och nedan beskrivs beräkningar och analyser som gjorts för anläggningsarbeten i etapp 4 av utvecklingen av Rosendal. I klimatsamordningsprojektet har ett mål satts på 75% reduktion för utsläpp från anläggningsarbetena, utifrån det klimatmål på 72% reduktion som kommunen satt för 2030 i *Klimatfärdplan Uppsala, Modul: Bygg och anläggning*³. Notera att målsättningen för reduktion antas spegla en nivå som är mycket ambitiös, men som fortfarande inte räcker för att nå vare sig mål om klimatneutralitet eller klimatpositivitet. Utöver dessa stora reduktioner av utsläpp från användning av material och drivmedel behövs med andra ord även åtgärder för att åstadkomma negativa utsläpp på en nivå som gör att målet om klimatpositiva stadsdelar kan nås.



Figur 11. Sammanfattande visualisering av klimatbudget för styrning och uppföljning i klimatsamordningsarbetet för klimatpositiva stadsdelar i Rosendal och Ulleråker.

2 <https://fossilfrittverige.se/2023/04/21/europas-forsta-klimatpositiva-stadsdel-kan-byggas-i- uppsala/>

3 <https://www.uppsala.se/kommun-och-politik/sa-arbetar-vi-med-olika-amnen/sa-arbetar-vi-med-miljo-och- klimat/hur-kan-uppsala-minska-utslappen-till-2030/>



Figur 12. Sammanfattning av växthusgasutsläpp från anläggningsarbeten i Rosendal etapp 4 för olika reduktionsscenarier.

5.2.1 Utsläpp från material och drivmedel

Klimatberäkningar, mål och reduktionspotentialer för utsläpp från material och drivmedelsanvändning från anläggningsarbeten i Rosendal etapp 4 redovisas sammanfattande i Figur 12 ovan.

I figuren framgår att utsläppen för *utgångsläge* för delprojektet uppgår till ca 1500 ton CO₂-ekv. Det är beräknat utifrån framtagna mängder för kostnadskalkyl samt generella emissionsfaktorer för material och drivmedel från Trafikverkets verktyg Klimatkalkyl, motsvarande tekniknivå 2015.

Utsläppen för *projekterad* lösning uppgår till ca 900 ton CO₂-ekv, d.v.s. en reduktion med ca 40%. Reduktionen har främst uppnåtts genom att i projekteringen föreskriva svensk granitkantsten (istället för kinesisk eller portugisisk, vilket är vanligt förekommande) och optimerade dimensioner för betongmarkplattor samt optimerad masshantering och transportavstånd för massor. De största utsläppskällorna för den projekterade lösningen är diesel för transporter och anläggningsarbeten (36%), krossmaterial (19%), asfalt (15%) och betong (20%).

Ytterligare åtgärder för att reducera utsläpp som planeras i byggskedet är att ställa krav på material och drivmedel motsvarande *Best Available Technology (BAT)* med avseende på växthusgasutsläpp. Krav antas ställas som krav på EPD:er och klimatprestanda i upphandling av entreprenader. Enligt figuren kan det ge ytterligare reduktion av utsläppen med ca 340 ton CO₂-ekv, motsvarande ca 63% reduktion jämfört med utgångsläget.

BAT har antagits motsvara de reduktionsnivåer som anges för tidsperioden 2025 - 2030 i scenarier i avsnitt 3.1, eftersom arbetena i Rosendal kommer att upphandlas och färdigställas under den perioden. BAT-reduktionerna har i detta fall antagits vara (reduktioner anges i förhållande till generella emissionsfaktorer för material och drivmedel i Klimatkalkyl):

- 50% användning av fossilfria drivmedel eller eldrivna maskiner och fordon
- 25% reduktion av utsläpp från krossat material
- 50% reduktion av utsläpp från asfalt
- 35% reduktion av utsläpp från betong

I figuren visas även utsläpp enligt scenariet *BIT, Best Innovative Technology*, med avseende på växthusgasutsläpp. Det förutsätter utsläppsnivåer för material och drivmedel som kräver lösningar som inte är allmänt tillgängliga idag och där det därför inte är möjligt att i dagsläget kravställa på den nivån i upphandlingar. Den nivån kan reducera utsläppen med ytterligare ca 360 ton CO₂-ekv, motsvarande totalt ca 87% reduktion jämfört med utgångsläget. BIT-reduktionerna har i detta fall antagits vara (reduktioner anges i förhållande till generella emissionsfaktorer för material och drivmedel i Klimatkalkyl):

- 100% användning av fossilfria drivmedel eller eldrivna maskiner och fordon
- 90% reduktion av utsläpp från krossat material, vilket förutsätter eldriven eller fossilfri krossning och transport

- 100% reduktion av utsläpp från asfalt, vilket förutsätter att kolsänka i biobitumen inkluderas i nettoutsläppet
- 65% reduktion av utsläpp från betong, vilket förutsätter bl.a. generellt högre inblandning av alternativa bindemedel än vad standard tillåter idag, men inte att CCS är implementerat i cementtillverkningen.

I likhet med fallstudien för SSE ovan har kolsänka från bundet biogent material i asfalten inkluderats i nettoutsläppet för asfalt. Om den kolsänkan istället särredovisas under kompletterande åtgärder och inte inkluderats här hade reduktionen av utsläpp från asfalt här istället angetts till 60% vilket hade gett totalt 83% reduktion för BIT-nivån.

5.2.2 Utsläpp från förändrad markanvändning

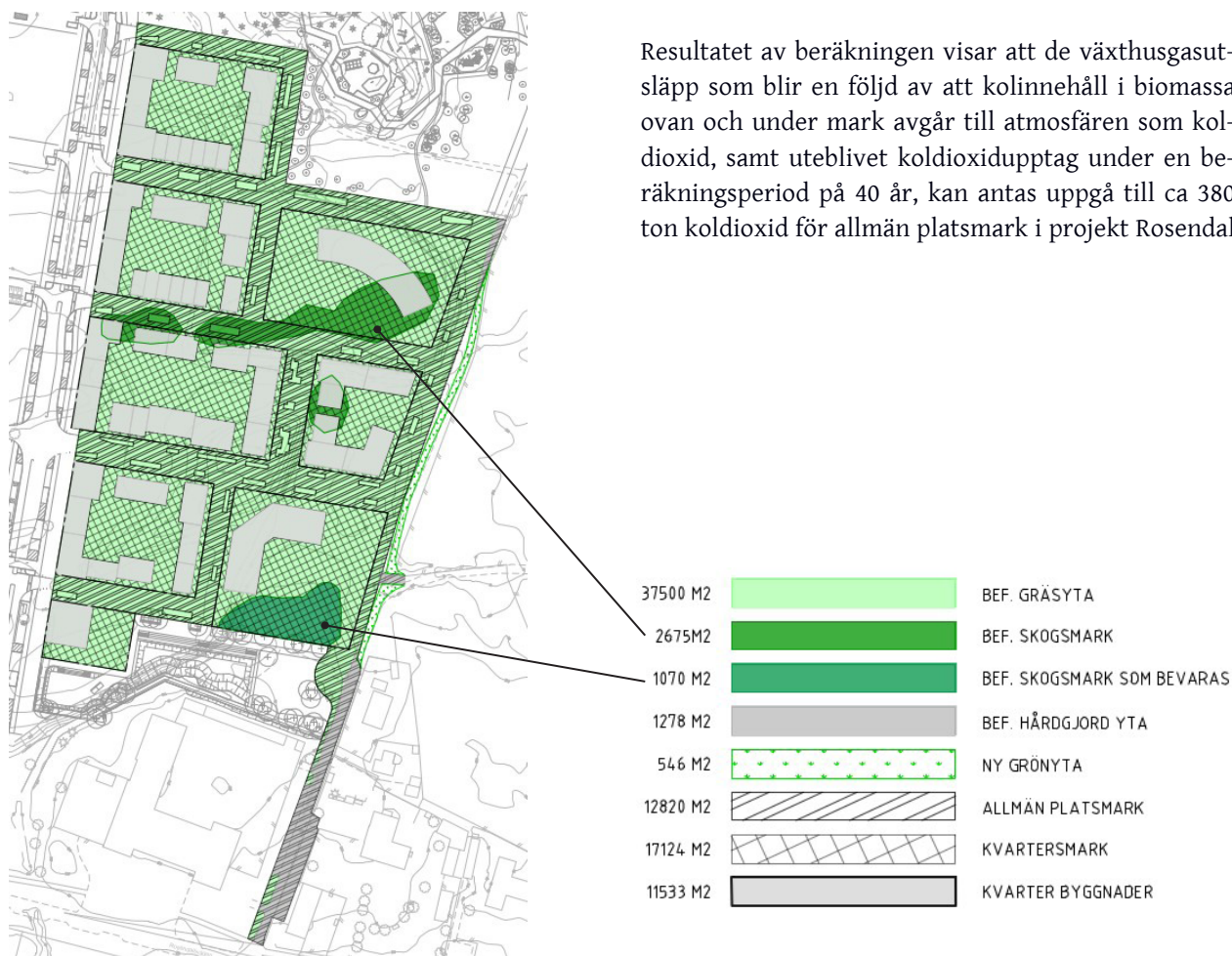
Stadsdelen Rosendal, etapp 4, anläggs till största delen på en gammal golfbana, vilket innebär att det i huvudsak är gräs-/ängsmark som tas i anspråk, och mycket lite skogsmark. Dessutom bevaras en del av den

skogsmark som finns i området och en liten del tidigare hårdgjord yta i form av GC-väg omvandlas till nya grönytor, vilket har inkluderats som förutsättningar för beräkningen. Beräkningar av utsläpp har gjorts av WSP både separat för området som avser allmän platsmark (kommunens anläggningsprojekt) och dels för hela området inklusive kvartersmark. Områdets indelning i olika marktyper och projektdelar redovisas i Figur 13. Utsläppen från förändrad markanvändning inkluderades i målsättningen om att uppnå klimatpositiva stadsdelar för Rosendal och Ulleråker.

Beräkningen beskrivs även i avsnitt 3.2.3. och har gjorts enligt den metod beskrivs i avsnitt 3.2.3. De antaganden som gjorts för beräkningen avseende allmän platsmark är:

- Yta: 11542 m² berörs av anläggningsarbeten för allmän platsmark
- Typ av mark före: till största delen gräs-/ängsmark och några mindre områden skogsmark
- Typ av mark efter: 100% av redovisad yta omvandlas till hårdgjord yta för gator, GC-väg m.m. Ytor för planteringsbäddar m.m. som kommer fortsätta vara grönytor har exkluderats från beräkningen.

Resultatet av beräkningen visar att de växthusgasutsläpp som blir en följd av att kolinnehåll i biomassa ovan och under mark avgår till atmosfären som koldioxid, samt uteblivet koldioxidupptag under en beräkningsperiod på 40 år, kan antas uppgå till ca 380 ton koldioxid för allmän platsmark i projekt Rosendal



Figur 13. Indelning i olika marktyper och projektdelar för Rosendal etapp 4.

etapp 4. Det motsvarar ungefär 30% av klimatalkylen för utsläpp från material- och drivmedelsanvändning för projekterad lösning. Om området istället bestått av skogsmark som togs i anspråk skulle utsläppen blivit ca 1100 ton koldioxid, dvs i samma storleksordning som klimatalkylen för den projekterade lösningen.

5.2.3 Kompletterande åtgärder

I stadsutvecklingsprojektet Centrala Ulleråker, som också ingår i Uppsalas *klimatpositiva stadsdelar*, har man i en upphandlad anläggningsentreprenad föreskrivit användning av biokol för vissa öppna förstärkningslager och växtbäddar. Kraven på fyllnadsmaterialens sammansättning och innehåll av biokol är detaljerat angivna i *Mängdförteckning med beskrivning* för entreprenaden, och exempel på färdigblandade produkter som uppfyller kraven finns angivna. För att säkerställa kolsänkans storlek och permanens, samt undvikande av dubbelräkning, anges följande krav för entreprenaden:

Biokolet ska inköpas inklusive certifierad kolsänka enligt European Biochar Certificate (EBC) C-sink, eller likvärdig certifiering av biokolets kolsänka.

Kolsänkan kvantifieras baserat på det biokol som produkten innehåller. Kolsänkans omfattning för aktuell leverans ska intygas av tredje part (ej biokolproducent eller leverantör av jordblandning).

Vidare ska följande kunna styrkas och intygas:

- *Biokolets kolsänkepotential över 100 år*
- *Kolsänkan har ej sålts och kommer ej att säljas till annan part*
- *Såld produkt kan, vid begäran, identifieras genom information om återförsäljarens eller tillverkarens namn, produktionsansvarig samt produktionsdag eller annan angivelse som identifierar partiet*
- *Beställaren ska, vid förfrågan, beredas möjlighet att besöka anläggningen eller på motsvarande vis kontrollera produktspesifikation.*

För de olika typer av öppna förstärkningslager och växtbäddar som används anges olika biokolhalter, men en relativt vanligt använd produkt är *kolmakadam* där olika fraktioner av krossat bergmaterial blandas med ca 15 volym-% biokol. Realiserad kolsänka för biokol för denna användning kan antas enligt:

- Kolsänka: 2,5 ton CO₂-ekv/ton biokol⁴

- Densitet biokol: 175 kg/m³
- Kolsänka per kubikmeter kolmakadam: 0,065 ton CO₂-ekv/m³

Om man även för kommande entreprenader för Rosendal etapp 4 ställer samma krav på biokolblandning i relevanta öppna förstärkningslager och växtbäddar (ca 4600 m³ totalt) skulle den kolsänkan motsvara negativa utsläpp på ca -300 ton CO₂-ekv.

Som nämnts i avsnitt 4.4.2 finns möjlighet att i klimatalkylen för projektet räkna in negativa utsläpp till följd av kolsänka i asfalt med inbundet biogent material om beställaren accepterar det och det kan verifieras. En sådan åtgärd skulle kunna beskrivas som kompletterande åtgärd och genom en separat redovisning av de negativa utsläppen från kolsänkan blir det mer transparent vilka åtgärder som gjorts och hur resulterande utsläpp har beräknats. Baserat på Skanskas uppgifter om kolsänka för Grön asfalt BioZero skulle användningen av den kunna ge upphov negativa utsläpp i Rosendal etapp 4 motsvarande ca -53 ton CO₂-ekv., baserat på beräknade asfaltmängder för projektet.

5.2.4 Sammanfattning och diskussion

I Tabell 14 nedan redovisas klimatavtryck för Rosendal etapp 4, allmän platsmark, uppdelat på utsläpp från material och drivmedel, utsläpp från förändrad markanvändning samt utsläppsminskningar från kompletterande åtgärder. Detta redovisas som exempel på utsläppsredovisning för att tydliggöra faktorer som bör vägas in i ett projekts strävan efter klimatneutralitet. I redovisningen för utgångsläge anges därför hypotetiskt utsläpp från förändrad markanvändning som om stadsdelen ursprungligen planerats anläggas på skogsmark, och att lokaliseringen till en gammal golfbana skulle gjorts som ett aktivt val i planeringsskedet för att uppnå lägre utsläpp. Om det verkligen funnits möjlighet till sådana val i lokaliseringen har inte undersökts närmare här, och det bör därför ses som ett fiktivt exempel för att illustrera hur aktiva val kan påverka bidrag från olika utsläppsposter.

⁴ Personlig kommunikation, Mattias Gustafsson, Biokolprodukter, augusti 2023. Gäller om biokolet är producerat i högre temperaturer omkring 600 grader C och är från träflis.

Tabell 14. Sammanställning av växthusgasutsläpp för allmän platsmark i Rosendal etapp 4.

Kategori	Utsläpp enligt utgångsläge (ton CO ₂ -ekv)	Utsläpp enligt BAT (ton CO ₂ -ekv)	Utsläpp enligt BIT (ton CO ₂ -ekv)
Material och drivmedel	1500	560	250
Förändrad markanvändning	1100	380	380
Kompletterande åtgärder	0	-50*	-353**
Totalt nettoutsläpp	2600	890	277

* Inkluderar kolsänka i asfalt

** Inkluderar kolsänka i asfalt samt biokol

Enligt detta sammanställningsexempel når alltså projektet inte målet om klimatpositivitet, även om man lyckas nå reduktioner för material och drivmedel enligt BIT-scenariot, samt om man implementerar åtgärder för att skapa kolsänkor i asfalt och biokol.

Sammanställningen visar också att projektet skulle behöva vidta ytterligare åtgärder för minskade utsläpp från markanvändning och negativa utsläpp motsvarande ca 300 ton CO₂-ekv för att nå klimatpositivitet. Det behöver i så fall prioriteras och styras av kommunen i samverkan med leverantörskedjan i pågående projekteringskedje, genom upphandlings- och byggskele för entreprenader, samt i förvaltningsfasen. Det kan inkludera åtgärder som:

- Ytterligare minskade utsläpp från förändrad markanvändning genom att anlägga mer grönytor än vad som planerats.
- Ytterligare kolsänkor från inbundet biogent kol i t.ex. accelererad karbonatisering av rivningsbetong, träkonstruktioner som GC-vägar eller liknande. Det förutsätter dock att kolsänkans storlek och permanentens kan verifieras och garanteras.
- Intern kompensation av kommunen genom allokering av utsläppsminskningar från våtmarksrestaureringar eller liknande på annan plats i kommunen.
- Extern kompensation av kommunen genom köp av godkända utsläppsverifikat för negativa utsläpp

I dagsläget är det dock oklart hur alla dessa åtgärder kan genomföras i praktiken, och om det ens är tillåtet för kommunen att kompensera utsläpp med köp av externa verifikat.

5.3 GC-väg i trä, Skellefteå

Under hösten 2023 genomförde WSP i samarbete med Modular Cycling, Skellefteå kommun, Trafikverket och RISE projektet *Regelverkshinder för innovativa lösningar - Fallstudie GC-vägar i trä*⁵ för att undersöka vilka hinder det finns i regelverk, som Trafikverkets *Vägars och gators utformning*, VGU, för att projektera och bygga en alternativ, innovativ lösning, som upphöjd GC-väg i trä. Det gjordes genom att utgå från ett befintligt förfrågningsunderlag (FU) för en upphandlad utförandeentreprenad för att bygga gång- och cykelväg (GC-väg) längs Torsgatan i Skellefteå och ta fram delar av ett alternativt



Figur 14. Illustration av projekterad GC-väg i trä jämfört med bild på byggd, traditionell, GC-väg vid Torsgatan i Skellefteå.

5 <https://www.infrasweden.nu/project/regelverkshinder-for-innovativa-losningar-for-gc-vagar/>

FU (mängdförteckning, normalsektioner, klimatkalkyl m.m.) för trälösningen på en utvald ca 1 km lång del av sträckan. Studien visade att det inte finns några skarpa regelverkshinder i VGU eller liknande för att projektera och bygga den förslagna utformningen i trä, men att det fanns hinder kopplat till kommunens krav på tillåtna fordonsvikter för underhållsfordon. Beställare som vill bygga GC-väg i trä kan alltså behöva anpassa sina krav på underhållsfordon vid upphandling av underhållsentreprenader för att möjliggöra trälösningen. I Figur 14 illustreras den projekterade trälösningen bredvid den byggda, traditionella GC-vägen. I analysen ingick även en jämförelse av klimatpåverkan för de båda lösningarna.

5.3.1 Utsläpp från material och drivmedel

I Tabell 15 redovisas en jämförelse av växthusgasutsläpp från användning av material och drivmedel för de båda alternativa GC-lösningarna, beräknat baserat på framtagna mängder för kostnadskalkyl samt generella emissionsfaktorer för material och drivmedel från Klimatkalkyl, motsvarande tekniknivå 2015.

Tabell 15. Utsläpp från material- och drivmedelsanvändning för två alternativa lösningar av ca 1 km GC-väg längs Torsgatan, Skellefteå.

GC-lösning	Utsläpp enligt utgångsläge (ton CO ₂ -ekv)	Utsläpp med reduktionsåtgärder (ton CO ₂ -ekv)
Trä	99	46
Traditionell	162	67

För trälösningen är de dominerande utsläppskategorierna konstruktionsstål för grundläggning på markskruvar samt limträbalkar och övriga träprodukter. För den traditionella lösningen dominerar utsläppen av schakt- och fyllnadsarbeten, krossmaterial samt asfaltbeläggning. Utformningen av båda lösningarna påverkas av Skellefteås nordliga läge och djupare tjälritt djup.

Om aktiva åtgärder för att reducera utsläppen görs kan utsläppen reduceras med ca 54% för trälösningen och med ca 60% för den traditionella lösningen. Reduktionsåtgärderna har i detta fall antagits vara (reduktioner anges i förhållande till generella emissionsfaktorer för material och drivmedel i Klimatkalkyl):

- 100% användning av fossilfria drivmedel (HVO istället för diesel)
- 25% reduktion av utsläpp från krossat material
- 50% reduktion av utsläpp från asfalt
- 80% reduktion av utsläpp från konstruktionsstål genom val av leverantör med stålprocess baserad på el och återvunnet stål

5.3.2 Utsläpp från förändrad markanvändning

Det aktuella området för GC-vägen består till hälften av skogsmark och till hälften av gräs-/ängsmark. Beräkningen av utsläpp från förändrad markanvändning redovisas i Tabell 16 och beskrivs även i avsnitt 3.2.3. Den har gjorts baserat på den metod som beskrivs i avsnitt 3.2.3.

Tabell 16. Utsläpp från förändrad markanvändning för två alternativa lösningar av ca 1 km GC-väg längs Torsgatan, Skellefteå.

GC-lösning	Yta (m ²)	Utsläpp förändrad markanvändning (ton CO ₂ -ekv)
Trä	4750	156
Traditionell	10500	638

Resultatet av beräkningen visar att de växthusgasutsläpp som blir en följd av att kolinnehåll i biomassa ovan och under mark avgår till atmosfären som koldioxid, samt uteblivet koldioxidupptag under en beräkningsperiod på 40 år, motsvarar ungefär 150% av klimatkalkylen för utgångsläget för trälösningen och ca 400% av utgångsläget för den traditionella lösningen. Skillnaden mellan lösningarna beror främst på att trälösningen endast tar halva ytan i anspråk jämfört med den traditionella, samt på att man inte behöver schakta i någon större utsträckning för trälösningen, vilket gör att det inte blir lika stora utsläpp från oxidering av markkol som för den traditionella lösningen.

5.3.3 Kompletterande åtgärder

Enligt exempel i övriga fallstudier och beskrivning i avsnitt 4.4.2 finns möjlighet att räkna in negativa utsläpp på grund av kolsänka i asfalt med inbundet biogent material i klimatkalkylen för projektet om beställaren accepterat det och det kan verifieras. Baserat på Skanskas uppgifter om kolsänka för Grön asfalt BioZero skulle användningen av den kunna ge upphov negativa utsläpp för den traditionella GC-lösningen motsvarande ca -14 ton CO₂-ekv., baserat på beräknade asfaltmängder för lösningen.

Genom att bygga i trä erhålls en temporär kolsänka för trälösningen, eftersom träet i konstruktionen binder koldioxid så länge konstruktionen står kvar. Det vill säga i minst 40 år enligt den angivna tekniska livslängden. Enligt beskrivning i avsnitt 4.4.3 finns metoder framtagna av bl.a. LFM30 och NollCO₂ för att kunna tillgodoräkna sig sådana kolsänkor som negativa utsläpp av växthusgaser. Enligt LFM30 får man tillgo-

doräkna sig en kolsänka motsvarande halva mängden träprodukter i byggnaden, och enligt NollCO₂ får man tillgodoräkna sig hela träinnehållet förutsatt att man köpt CCF⁶-certifikat för dubbla mängden. Enligt leverantören av trälösningen, Modular Cycling, innehåller den ca 185 ton trä för den projekterade sträckan på en knapp kilometer. Enligt beräkningsanvisning från NollCO₂ antar man en kolsänka på 1,83 ton koldioxid per ton trä. Det skulle enligt LFM30 resultera i ett upptag av ca 170 ton koldioxid, och enligt NollCO₂ ett upptag av ca 340 ton koldioxid förutsatt CCF-certifikat.

Modular Cycling föreslår att koppla leveransen av trämoduler till en cirkulär tillverknings- och återvinningsplan där åtgärd för återbruk och återvinning av uttjänta moduler redovisas. Detta kan ligga till grund för mer specifika beräkningar av kolsänkans storlek baserat på vilken permanent som kan garanteras.

5.3.4 Sammanfattning och diskussion

I Tabell 17 nedan redovisas klimatavtryck för traditionell GC-väg och GC-väg i trä, uppdelat på utsläpp från material och drivmedel, utsläpp från förändrad markanvändning samt utsläppsminskningar från kompletterande åtgärder. Detta redovisas som exempel på utsläppsredovisning för att tydliggöra faktorer som bör vägas in i ett projekts strävan efter klimatneutralitet. De redovisade utsläppsreduktionerna och kompletterande åtgärderna har inte implementerats för den aktuella GC-vägen utan bygger på beräkningar gjorda i redovisad studie.

Tabell 17. Sammanställning av växthusgasutsläpp för två alternativa lösningar av ca 1 km GC-väg längs Torsgatan, Skellefteå.

Kategori	Utsläpp enligt utgångsläge (ton CO ₂ -ekv)		Utsläpp med reduktionsåtgärder (ton CO ₂ -ekv)	
	Trälösning	Traditionell	Trälösning	Traditionell
Material och drivmedel	99	162	46	67
Förändrad markanvändning	156	638	156	638
Kompletterande åtgärder	0	0	-170/ -340*	-14**
Totalt netto-utsläpp	255	800	32/ -138*	691

* Kolsänka i träprodukter enligt LFM30/NollCO₂

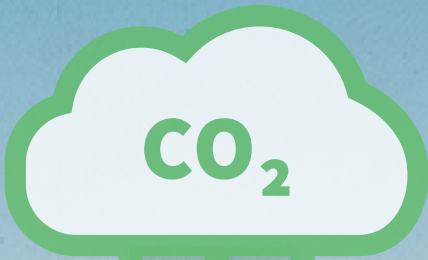
** Kolsänka i asfalt

Enligt detta sammanställningsexempel skulle projektet kunna bli i det närmaste klimatneutralt eller klimatpositivt, beroende på val av metod för kolsänka för träprodukter, om man valde trälösningen för utförande av GC-vägen. Det förutsätter också att beställaren accepterar träprodukterna som permanent kolsänka i enlighet med LFM30:s alternativt NollCO₂:s metod, vilket inte är en självklarhet. Om träprodukternas kolsänka inte inkluderas som permanenta i beräkningen blir trälösningens klimatavtryck, inklusive reduktionsåtgärder och förändrad markanvändning, ca 200 ton CO₂-ekv.

För den traditionella lösningen innebär beskrivna reduktionsåtgärder att klimatavtrycket minskas med ca 14% när man inkluderar utsläpp från förändrad markanvändning. För den traditionella lösningen skulle projektet behöva vidta ytterligare minskade utsläpp och kompletterande åtgärder för att åstadkomma negativa utsläpp motsvarande 690 ton CO₂-ekv och därmed uppnå klimatneutralitet. Det behöver i så fall prioriteras och styras av kommunen i samverkan med leverantörskedjan från planering, genom projekterings-, upphandlings- och byggskede för entreprenader, samt i förvaltningsfasen. Det kan inkludera åtgärder som:

- Ytterligare minskade utsläpp från förändrad markanvändning genom att anpassa vilken mark som tas i anspråk (exempelvis minimera avverkning av skog) samt åtgärder för att minimera jordschakter.
- Ytterligare kolsänkor från användning av biokol i t.ex. förstärkningslager och växtbäddar.
- Intern kompensation av kommunen genom allokering av utsläppsminskningar från våtmarksrestaureringar eller liknande på annan plats i kommunen.
- Extern kompensation av kommunen genom köp av godkända utsläppsverifikat för negativa utsläpp

I dagsläget är det dock oklart hur alla dessa åtgärder kan genomföras i praktiken, och om det ens är tillåtet för kommunen att kompensera utsläpp med köp av externa verifikat.



6. Vad är ett klimatneutralt anläggningsprojekt?

I detta avsnitt presenteras ett förslag till struktur och praktiska tips för hur anläggningsprojekt kan hanteras och redovisa utsläpp från material och drivmedel, utsläpp från förändrad markanvändning samt negativa utsläpp från kompletterande åtgärder i syfte att beskriva hur nära klimatneutralitet projektet kommer. Det utgör en syntes av innehållet i rapportens tidigare delar och de synpunkter som har framförts från deltagare vid de workshoppar som hållits inom projektet. Avsnittet är avsett att kunna användas mer eller mindre fristående som en fylligare sammanfattning av projektets resultat.

6.1 Hantering och redovisning av klimatneutralitet i anläggningsprojekt

Oavsett vilket begrepp som används för att beskriva att de verifierade nettoutsläppen av växthusgaser ur ett livscykelperspektiv är noll eller negativa så är erfarenheterna från detta projekt att det behövs en strukturerad redovisning som visar att summan av följande utsläppskomponenter blir noll, eller negativ:

- Utsläpp från material och drivmedel
- Utsläpp från förändrad markanvändning
- Negativa utsläpp från kompletterande åtgärder

I projektets workshoppar har det tydligt framförts ett behov av att utsläpp från förändrad markanvändning ska ingå när man bedömer växthusgasutsläpp från ett anläggningsprojekt när man bedömer om klimatneutralitet uppnåtts eller inte. Projektet har identifierat förändrad markanvändning som en stor utsläppspost som i många fall är underskattad. Det har också framförts tydliga önskemål om att negativa utsläpp från biogena kolsänkor ska redovisas separat som kompletterande åtgärd, även om de ingår i en köpt produkt som för exemplet biobindemedel i asfalt. Vi rekommenderar även att negativa utsläpp från kompletterande åtgärder inom projektets värdekedja respektive utanför projektets värdekedja redovisas separat, enligt beskrivning i Figur 15 nedan.

Baserat på de fallstudier som redovisats föreslås följande enkla struktur (Tabell 18) för beskrivning av de olika utsläppskomponenterna och det totala nettoutsläppet i ett anläggningsprojekt. Eventuella tillfälliga kolsänkor kan redovisas i anslutning till det totala nettoutsläppet för att visualisera storleksordning i förhållande till övriga utsläppskomponenter.

Tabell 18. Förslag till struktur för sammanställning av växthusgasutsläpp för ett anläggningsprojekt

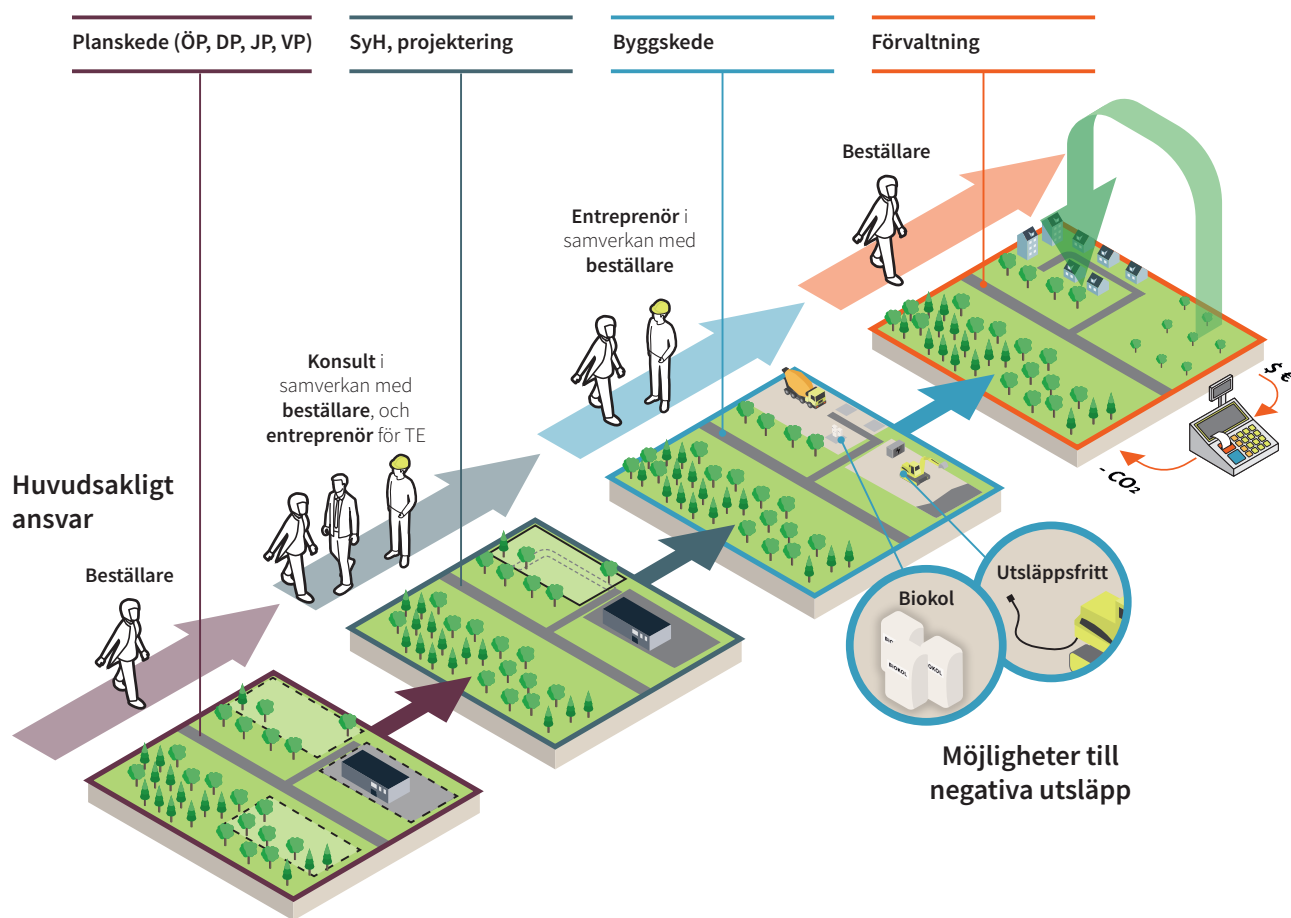
Kategori	Utsläpp enligt utgångsläge (ton CO ₂ -ekv)	Utsläpp med reduktionsåtgärder (ton CO ₂ -ekv)
Förändrad markanvändning		
Material och drivmedel		
Kompletterande åtgärder inom projektets värdekedja		
Kompletterande åtgärder utanför projektets värdekedja		
Totalt nettoutsläpp		

I flera ramverk och standarder föreskrivs att ”de egna” utsläppen måste minskas med en viss andel, t.ex. 90%, innan extern kompensation eller andra kompletterande åtgärder med negativa utsläpp får räknas med. I fallstudierna visas att utsläpp från förändrad markanvändning kan uppgå till samma storleksordning (och ibland betydligt större) som de ”vanliga” utsläppen från material och drivmedel. Det blir därför svårt att föreskriva en sådan gräns när utsläpp från förändrad markanvändning inkluderas, och vi avstår därför från att rekommendera det i nuläget. Ett klimatneutralt projekt behöver vidta åtgärder för att minska utsläppen från förändrad markanvändning. Denna planeringsfråga måste hanteras redan i tidiga planeringsskeden, t.ex.

vid val av lokalisering, eftersom det är i tidiga skeden som det finns störst möjlighet att påverka vilken mark som ett anläggningsprojekt kommer ta i anspråk.

Vi har kartlagt olika typer av åtgärder för att uppnå klimatneutralitet inom ett anläggningsprojekt, och det har under projekts gång blivit tydligt att dessa åtgär-

der måste hanteras i olika skeden och av olika ansvariga aktörer. För det praktiska arbetet med att uppnå klimatneutralitet i ett projekt kan följande förslag till process vara till hjälp för att planera arbetet och få en tydligare bild av när i tid olika frågor bör hanteras, se Figur 15.



Figur 15. Förslag till process för att hantera olika kategorier av växthusgasutsläpp i syfte att uppnå klimatneutralitet

Planskede (För kommuner – översiktsplan och detaljplan. För Trafikverket – järnvägsplan och vägplan.)

- **Huvudsakligt ansvar:** Beställare (främst kommun, region eller Trafikverket)
- **Åtgärd:** Beräkna utsläpp från förändrad markanvändning för olika lokaliseringalternativ och minimera utsläpp vid val av lokalisering. Nettoutsläpp från ianspråktagande och återställande inom projektområdet/fastigheten beaktas.
- **Figur 15:** Illustrerar att olika lokaliseringalternativ (naturmark eller redan exploaterad mark) övervägs för exploatering av nytt bostadsområde – skogsmark, ängs-/skogsmark, industriområde

Byggskede

- **Huvudsakligt ansvar:** Entreprenör i samverkan med Beställare
- **Åtgärd:** Minimera utsläpp från material och drivmedel i enlighet med krav för byggskedet och med tillvaratagande av ytterligare möjligheter utöver krav, i enlighet med projektspecifika klimatmål och MCE-scenarier. Inkluderar möjligheter till negativa utsläpp genom kompletterande åtgärder inom projektets värdekedja.
- **Figur 15:** Illustrerar att bland annat elektrifierat byggande och användning av biokol verkställs i byggskedet. Samtidigt påbörjas i entreprenaden omvandlingen av den gamla industrimarken till skogsmark.

Systemhandlings- och projekteringskede

- **Huvudsakligt ansvar:** Konsult i samverkan med Beställare, och även med Entreprenör för totalentreprenad.
- **Åtgärd:** Minimera utsläpp från material och drivmedel i enlighet med projektspecifika klimatmål och MCE-scenarier. Görs genom val och föreskrivning i projektering samt krav för byggskedet. Möjligheter till negativa utsläpp genom kompletterande åtgärder inom projektets värdekedja inkluderas.
- **Figur 15:** Illustrerar att lokalisering är vald och projektering av allmän platsmark och kvartersmark pågår. I samband med det planeras energiinfrastruktur för att möjliggöra elektrifierat byggande. I illustrationen har kommunen även beslutat att den gamla industrimarken ska återställas till skogsmark.

Förvaltning

- **Huvudsakligt ansvar:** Beställare
- **Åtgärd:** Uppnådda negativa utsläpp genom kompletterande åtgärder inom projektets värdekedja hanteras (implementeras, beräknas, verifieras, bokförs etc.). Kompletterande åtgärder utanför projektets värdekedja (kompensation) hanteras för att balansera kvarstående nettoutsläpp i syfte att uppnå klimatneutralitet.
- **Figur 15:** Illustrerar att det uppnådda upptaget av koldioxid i återställd skogsmark (vilket måste verifieras och kvantifieras med accepterade metoder) inkluderas i projektets beräkning av nettoutsläpp, som kompletterande åtgärd inom projektets värdekedja. I illustrationen visas även att kompensation av utsläpp (utanför projektets värdekedja) görs genom köp av utsläppskrediter.

6.2 Beräkning av utsläpp från förändrad markanvändning

Det finns i dagsläget ingen standardiserad metod för att beräkna växthusgasutsläpp från förändrad markanvändning i ett anläggningsprojekt. En sådan metod bör tas fram och implementeras i de verktyg som används för klimatberäkningar i bygg- och anläggningsprojekt, som Trafikverkets Klimatkalkyl och Byggbranschens Miljöberäkningsverktyg, BM. Behovet av planeringsstöd i tidiga skeden bör styra metodutformning och vilka verktyg som används för att beräkna utsläpp från förändrad markanvändning.

I väntan på en sådan gemensam metod för branschen rekommenderar vi att följande för beräkningar av utsläpp från förändrad markanvändning:

- kolpooler både över och under mark inkluderas
- markkolet tas i beaktande
- hela den markyta som påverkas av anläggningsprojektet räknas med.

I nettoberäkningarna av utsläpp från förändrad markanvändning bör inkluderas såväl borttagande av kolsänkor i samband med ianspråktagande av markområde, som tillförande av kolsänkor i samband med eventuellt återställande eller nyskapande av naturmark inom projektområdets gränser.

En viktig komponent i beräkningarna är vilka antaganden som görs med avseende på befintlig kolpool och koldioxidupptag för den specifika platsen. Ju mer detaljerad och kvalitetssäkrad information man har tillgång till, desto större noggrannhet i resultaten. De beräkningar som gjorts för fallstudier i denna rapport är baserade på generella uppgifter på landskapsnivå. En specifik utmaning som identifierats för beräkningar av våtmarker är att det är svårt att göra bedömningar av torvlagers mäktighet, och att det påverkar resultatet signifikant.

6.3 Reducering av utsläpp från material och drivmedel

Tyngdpunkten i ett projekt bör i första hand ligga på att reducera utsläppen från förändrad markanvändning och användning av material och drivmedel så mycket som möjligt, eftersom detta leder till faktiskt undvikna utsläpp. För att veta vilken reduktionsnivå som är möjlig att nå för material och drivmedel i ett visst projekt under en viss tidsperiod rekommenderar vi att MCE:s reduktionsscenarioer, som beskrivs i avsnitt 3.1, används för projektspecifika analyser, mål och krav. De kan användas av:

derar vi att MCE:s reduktionsscenarioer, som beskrivs i avsnitt 3.1, används för projektspecifika analyser, mål och krav. De kan användas av:

- Beställare för att få kunskap om att det t.ex. för projekt som startar under tidsperioden 2025 – 2030 troligen är fullt möjligt att ställa klimatkrav på t.ex. asfalt och betong på den nivå som anges för 2025 (0,021 ton CO₂-ekv/ton resp. 263 kg CO₂-ekv/m³), men att det troligen är en utmaning att ställa högre krav än så vid den tidpunkten, vilket kan kräva innovativa lösningar. I så fall krävs djupare kunskap om tekniska möjligheter och en nära samverkan med leverantörskedjan.
- Entreprenörer och leverantörer som "benchmark" för att ha koll på att deras egna mål och utvecklingsplaner för t.ex. elektrifiering av arbetsmaskiner och tunga fordon ligger i linje med vad som förväntas i branschen för klimatomställning.
- Hela leverantörskedjan som en checklista för att kontrollera att projektet hanterat nödvändiga aspekter för klimatreduktion i anläggningsprojekt. Har projektet t.ex. inkluderat och hanterat optimeringsfrågor för t.ex. byggnadsverk och vägöverbyggnader i projekteringsarbetet? Eller har produktionsplaneringen tagit vara på möjligheter till återanvändning av material och berg- och jordmassor? Och har projektet tagit höjd för den tid det kan ta för återvinningsprocesser och nödvändiga kvalitetsprovningar?

6.4 Kompletterande åtgärder i projekt

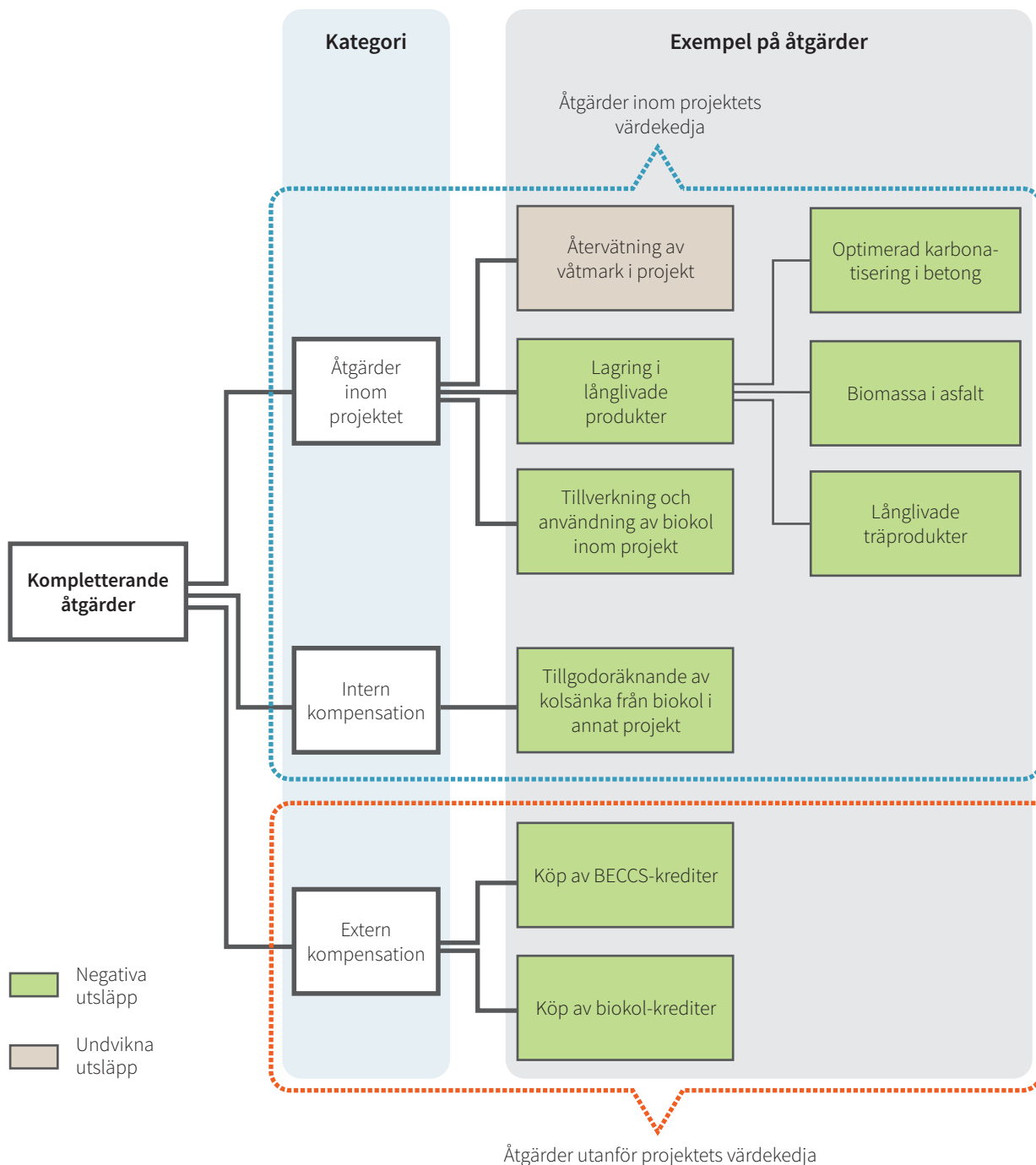
6.4.1 Principer

I nuläget finns inte standarder eller vedertagna metoder för hur negativa utsläpp från skapande av kolsänkor i projekt ska hanteras som helhet. Det pågår dock en intensiv utveckling av ramverk på internationell nivå. Vi ser också mycket fram mot resultaten från projektet *Metodutveckling för klimatneutrala bygg- och anläggningsprojekt*¹ som under hösten 2023, baserat på de förslag till internationella ramverk som finns, ska utveckla metoder för bokföring och rapportering gällande åtgärder och anspråk i bygg- och anläggningsprojekt som det i dagsläget saknas vedertagen praxis för.

I väntan på tydliga och överenskomna ramverk rekommenderar vi att kompletterande åtgärder för att skapa negativa utsläpp i anläggningsprojekt kan struktureras enligt Figur 16 (hämtad från beskrivning i avsnitt 4 "Kompletterande åtgärder").

Oavsett vilken kategori av kompletterande åtgärd

1 <https://www.sbuf.se/projektresultat/projekt?id=31244fbc-ba2e-4cbc-8b4e-cb9c06ac5921>



Figur 16. Illustration av olika typer av kompletterade åtgärder för ett anläggningsprojekt.

som avses bör alla åtgärder uppfylla grundläggande principer enligt EU:s förslag till ramverk för "carbon removals":

- Kvantifiering – Kolsänkans storlek måste kunna säkerställas
- Additionalitet – Skapande av kolsänka sker genom aktivitet som är utöver lagkrav och praxis
- Långvarig lagring (permanent) – livslängden för kol-

sänkan måste kunna säkerställas och åtskillnad ska göras mellan permanent och temporär lagring

- Hållbarhet – Aktiviteter för skapande av kolsänka måste även bidra positivt till andra hållbarhetsaspekter, som klimatanpassning, biodiversitet, cirkularitet, vattenresurshantering och hantering av marina resurser

För *permanens* rekommenderar vi, baserat på projekt-deltagares erfarenhet och synpunkter från workshops, att minst 100 år ska kunna garanteras. Åtgärder som inte uppfyller det kravet på *permanens*, som för träkonstruktioner, bör redovisas separat som "tillfällig kolsänka" eller liknande ("temporary storage" enligt EU:s förslag), och bör inte inkluderas i nettoberäkning av växthusgasutsläpp enligt avsnitt 6.1. Sådana tillfälliga kolsänkor kan ev. användas som argument för att ett projekt "tippas över" från klimatneutralt till klimatpositivt om projektet uppnått nettonoll-utsläpp.

Kompletterande åtgärder bör prioriteras enligt följande rangordning:

1. Inom projektet/fastigheten (åtgärder inom projekt)
2. Inom projektets värdekedja (intern kompensation, kan beröra t.ex. kommun, byggherre, entreprenör)
3. Utanför projektets värdekedja (extern kompensation)

Extern kompensation kopplat till enskilda anläggningsprojekt bör undvikas med motiveringen att åtgärder bör vara relaterade till projektet, administrativ enkelhet och försiktighetsprincip – oklara effekter av åtgärder och risker för oförutsedda effekter kopplat till ekonomiska transaktioner. Det bör dock vara möjligt för en offentlig beställare, som Trafikverket eller en kommun, att välja att använda extern kompensation på övergripande nivå för en projektportfölj eller liknande. Det kräver dock att det är tillåtet för offentliga beställare att använda extern kompensation på det sättet, vilket är högst oklart i dagsläget^{2 3}. Trafikverket har för avsikt att ta fram en intern strategi för klimatkompensation under 2024.

För alla kategorier av kompletterande åtgärder enligt ovan bör EU-förslagets grundläggande principer gälla så långt det är möjligt. För vissa kompletterande åtgärder, som användande av biokol i ett projekt, finns standarder och verifieringssystem redan tillgängliga för att verifiera uppfyllande av kriterierna, medan det för andra inte finns det. Om verifieringssystem inte finns ska uppfyllande av principerna hanteras och redovisas på ett sätt som anläggningsprojektets parter kommer överens om. Några rekommendationer för sådan hantering:

- Bejaka kreativa idéer från projekt. Var inte rädd att

räkna fel, det är viktigare att börja göra åtgärder än att oroa sig för t.ex. dubbelräkning.

- Administrativ enkelhet och användande av befintliga och digitala system för dokumentation.
- Använd bokförings-LCA som metod, d.v.s. inkludera inte effekter utanför systemgränser.

6.4.2 Exempel på hantering i anläggningsprojekt

Användning av biokol

För biokol finns EBC-certifiering för kolsänka och metoder för tredjepartsverifiering av verifierad kolsänka (t.ex. genom *Carbonfuture*⁴). Kolsänkan måste köpas för den mängd biokol som används, separat från köpet av själva materialet biokol. Verifikat i projekt följs upp på samma sätt som för EPD:er och liknande och levereras med projektdokumentation. OK som verifierade negativa utsläpp.

Inlagring av biomassa i asfaltbeläggningar

För asfalt med biobaserat bindemedel finns i dagsläget inget system på plats för att certifiera/verifiera kolsänkans storlek, *permanens* m.m. Upptag av koldioxid redovisas dock i modul A1 i EPD:er. För att en entreprenör ska kunna räkna detta som negativt utsläpp enligt principer ovan måste de uppvisa trovärdiga underlag för kolsänkans storlek, *permanens*, additionalitet och hållbarhet, samt att sänkan inte dubbelräknas och tas i anspråk av annan aktör i kedjan (som t.ex. tillverkare av bioljan). Beställaren måste även godkänna dessa underlag och ta ställning till att acceptera sänkan. Förutsatt detta och att dokumentation granskas och anses vara OK kan det accepteras som verifierade negativa utsläpp. Om sänkans *permanens* antas vara kortare än 100 år kan den redovisas separat som tillfällig kolsänka, och ska då inte ingå i nettoberäkningen av klimatavtryck enligt avsnitt 6.1.

Accelererad karbonatisering av krossad betong

Som för asfalt ovan. Om sänkans *permanens* antas vara kortare än 100 år kan den redovisas separat som tillfällig kolsänka, och ska då inte ingå i nettoberäkningen av klimatavtryck enligt avsnitt 6.1.

2 Enligt Helen Lindblom, Trafikverket, vid projektworkshop 230417

3 <https://www.omvarlden.se/nyheter/myndigheter-far-inte-klimatkompensera-enligt-expertmyndigheten>

4 <https://www.carbonfuture.earth/>

Inlagring av biomassa i träkonstruktioner

Här bör samma resonemang gälla som för asfalt ovan. LFM30 och NollCO₂ har utvecklat metoder för beräkning av kolsänka för träkonstruktioner som kan användas om beställaren vill. Men de uppfyller inte rekommendationen om en permanens på minst 100 år, såvida det inte finns en säkerställd förvaltningsplan eller liknande som visar att träråvaran kommer att tas om hand på ett sätt som garanterar permanensen. T.ex. att träet kommer att omvandlas till biokol när byggnadsverket rivs. Det är dock svårt att garantera sådana åtaganden över lång tid. Om sänkans permanens antas vara kortare än 100 år kan den redovisas separat som tillfällig kolsänka, och ska då inte ingå i nettoberäkningen av klimatavtryck enligt avsnitt 6.1.

7. Behov av fortsatt utveckling

Under projektets gång har en rad aspekter identifierats som behöver hanteras, utvecklas eller följas upp vidare för att möjliggöra en tydlig arbetsprocess för att nå klimatneutrala anläggningsprojekt. De kan delas in i olika kategorier och beskrivs kortfattat nedan.

Utsläpp från förändrad markanvändning

- Utveckla branschgemensam metod för att beräkna utsläpp från förändrad markanvändning och implementera i verktyg som Trafikverkets Klimatkalkyl
- Utveckla verktyg och processer för att hantera utsläpp från förändrad markanvändning i plan- och lokaliseringsprocesser, i syfte att minimera dessa utsläpp.
- Utveckla verktyg och processer för att hantera utsläpp från förändrad markanvändning i produktionsplanering för entreprenader – hur man kan styra arbetsmetoder för schaktning, masstransporter m.m. så att utsläppen minimeras.

Scenarier för reduktioner av utsläpp från material och drivmedel

- Utveckling och implementering av ”målgränsvärden” för material och processer i AMA Anläggning och liknande verktyg som används brett i branschen. Förslagsvis baserat på MCE-scenarier, genom målgruppsanpassning och vägledningar för användning.
- Ajourhållning/systematisk förvaltning av MCE-scenarier, med uppdatering över tid baserat på den faktiska utvecklingen i aktuella branscher.
- Byggföretagen kan i samarbete med Fossilfritt Sverige använda MCE-scenarierna som underlag för en mer detaljerad uppföljning av färdplanen för klimatneutralitet genom att ta fram indikatorer för de kategorier och åtgärder som redovisas, och följa upp dessa över tid

Uppföljningsmetoder för kompletterande åtgärder i anläggningsprojekt

- Denna studie har visat på ett stort behov av att utveckla metoder för hantering och uppföljning av kompletterande åtgärder för anläggningsprojekt.

Det gäller för alla de typer av kompletterande åtgärder som beskrivs: åtgärder inom projekt, intern kompensation, samt extern kompensation. Många av de frågetecken som finns förväntas kunna hanteras genom anpassning av det som är under utveckling i internationella standarder och ramverk, t.ex. i EU:s ramverk för carbon removals. Ett första steg i den utvecklingen tas i det pågående SBUF-projektet (14238) *Metodutveckling för klimatneutrala bygg- och anläggningsprojekt*, men ytterligare utveckling och anpassning kommer troligen behövas även efter det. Några aspekter som är viktiga att utreda vidare är:

- Hur intern kompensation, d.v.s. kompletterande åtgärder utanför projekt men inom värdekedja, bör hanteras för t.ex. utsläppsreduktioner från skogs- och våtmarksåtgärder som kommuner vill använda för att kompensera utsläpp i anläggningsprojekt.
 - Om offentliga beställare som kommuner och Trafikverket kan använda skattemedel för extern kompensation av utsläpp genom köp av utsläppskrediter (offsetting).
 - Hur uppföljning och bokföring av kompletterande åtgärder, inkl. hur de uppfyller kriterier för kvantifiering, additionalitet, permanens och hållbarhet, kan hanteras utan att sådan administration ska bli för betungande.
- Utveckling av EPD-systemet för att hantera permanenta biogena kolsänkor och harmonisering mot certifieringar för kolsänkor som finns och kommer att utvecklas. I dagsläget ger t.ex. EPD:er för biokolsprodukter annan information om kolsänkor jämfört med EBC-certifiering av biokolsprodukter.

Pilotprojekt

- Pilotprojekt behövs för att testa och utveckla förslag till struktur och process för klimatneutrala projekt enligt kapitel 6. Eventuellt kan det leda till behov av certifiering, liknande NollCO₂ för byggnader, om branschen så önskar. SGBC kan vara lämplig part för att samordna piloter om behov av certifiering finns.

