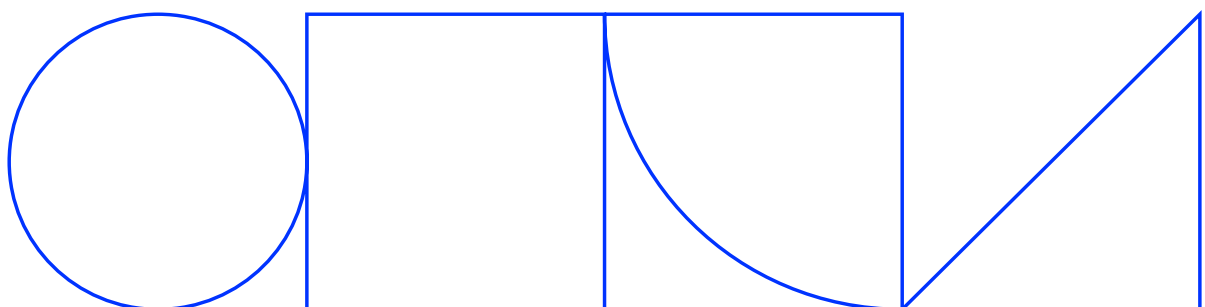
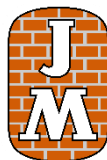


# Klimatpåverkan från markarbeten och markförstärkning

Karin Lindeberg, Tove Malmqvist, Maria Kaneteg, Xi-Lillian Pang  
Bjerking, KTH

2024-11-13



## Förord

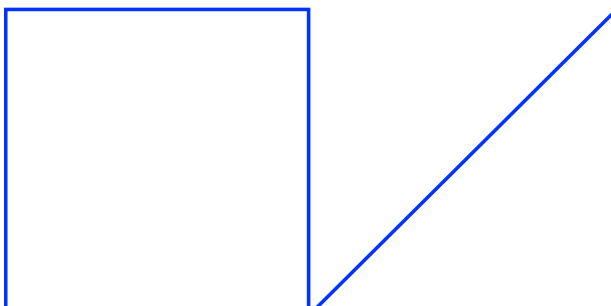
Klimatpåverkan från markarbeten och markförstärkning kan stå för en betydande del av en byggnads totala klimatpåverkan, men exkluderas ofta i klimatberäkning av byggnader varför kunskapsnivån inom detta område än så länge är relativt låg. Syftet med det här SBUF-projektet har därför varit att öka kunskapen kring klimatpåverkan kopplat till markarbeten och markförstärkning vid uppförande av byggnader, bidra till harmonisering av beräkning av klimatpåverkan för sådana projekt samt att ta fram användbara schablonvärden för att kunna uppskatta klimatpåverkan i tidiga skeden.

Projektet har letts av Karin Lindeberg, Bjerking i samarbete med Tove Malmqvist, KTH och det har genomförts av en arbetsgrupp med kompetenser inom bland annat miljö och klimatberäkningar, LCA-metodik, geoteknik och projektkalkylering. Projektet har också haft en stor och engagerad referensgrupp och vid två tillfällen har en befintlig fokusgrupp inom Uppsala klimatprotokoll använts för att förankra, testa och föra vidare resultaten.

Projektet har finansierats av SBUF (Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond), Bjerking, NCC, PEAB, JM och Skanska. Det är vår förhoppning att resultaten från projektet är ett första steg i att öka kunskapen och ge branschen verktyg och incitament för att också minska utsläppen kopplat till markarbeten och markförstärkning vid uppförande av byggnader. Vi vill härmed rikta ett stort tack till projektets finansiärer samt alla de personer som varit engagerade i projektets arbets- och referensgrupper.

13 november 2024

Karin Lindeberg och Tove Malmqvist



## Arbetsgrupp

Karin Lindeberg\*, Bjerking  
Maria Kaneteg, Bjerking  
Tove Malmqvist\*, KTH  
Xi-Lillian Pang, KTH  
Ludvig Dahlqvist\*, NCC  
Anders Enebjörk, NCC  
Embla Winge\*, PEAB  
Christian Joelsson, PEAB

Elisabet Toumie, PEAB  
Johan Hammar\*, JM  
Anna Stolpe, JM  
David Hedberg, JM  
David Nguyen\*, Skanska  
Martin Erlandsson\*, IVL  
Åsa Thrysin, IVL

(\* är kontaktpersoner från respektive organisation)

## Referensgrupp

Kristina Einarsson, Boverket  
Christine Olofsson, Byggföretagen  
Sara Borgström, WSP  
Victoria Stigemyr Hill, WSP  
Christel Carlsson, SGI  
Xingqiang Song, SGI  
John Bovellan, Norrköpings kommun  
Johan Eriksson, Uppsala kommun  
Åsa Pallin, Uppsalahem  
Eric Lindskog, Structor Mark

Teddy Johansson, Bjerking  
Carl Zide, Massbalans Sverige  
Jeanette Sveder Lundin, Skanska  
Sebastian Welling-Senninger, NCC  
Jacob Lindberg, NCC  
Anna Sporre, NCC  
Mikaela Hansson, JM  
Björn Oscarsson Gardbring, JM  
Jeanette Dau, JM  
Mattias Hedström, PEAB

## Fokusgrupp inom Uppsala klimatprotokoll

Vid två tillfällen under projektets gång har en befintlig fokusgrupp inom Uppsala klimatprotokoll använts för att förankra, testa och föra vidare resultaten. Följande organisationer har varit representerade på de två mötena som totalt har samlat ca 60 personer.

Besqab  
Bjerking  
Bonnier fastighet  
Energikontoret Mälardalen  
Isotimber Holding  
Kåver & Melin  
Krook & Tjäder  
Lindborg & Söner  
Malmegårds fastigheter  
NCC  
Peab  
Ramboll  
Serneke  
Sh bygg  
Skanska

Skolfastigheter  
Structor  
Sweco  
Tengbom  
Veidekke  
White  
Uppsala klimatprotokoll  
Uppsala kommun  
Uppsala Arenor och fastigheter  
Uppsala parkering  
Uppsalahem  
Vasakronan  
Veidekke  
WSP

## Sammanfattning

Klimatpåverkan från markarbeten och markförstärkning kan stå för en betydande del av en byggnads totala klimatpåverkan, men exkluderas ofta i klimatberäkning av byggnader varför kunskapsnivån inom detta område än så länge är relativt låg.

Syftet med detta projekt är att öka kunskapen kring klimatpåverkan kopplat till markarbeten och markförstärkning vid uppförande av byggnader, samt att ta fram användbara schablonvärden för att kunna uppskatta klimatpåverkan i tidiga skeden.

I detta projekt har beräkning av klimatpåverkan (modul A1-A5) gjorts för tio byggnadsprojekt från fyra olika entreprenörer och baserat på dessa har schablonvärden utarbetats för att synliggöra dessa utsläpp, vilket är ett första steg till att ge branschen verktyg och incitament för att också minska utsläppen.

Projektets fallstudie visar tydligt att klimatpåverkan kopplat till markarbeten och markförstärkning kan variera mycket mellan olika projekt, mellan 15 och 219 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> BTA, när arbeten inom hela projektarean räknas in. För större byggnadsprojekt är det främst pålning, schakt/fyll under huskropp samt spontning som driver klimatpåverkan. Men även markanläggning av hårdgjorda ytor och i viss mån också vegetationsytor har i projektets fallstudie visat sig kunna driva klimatpåverkan.

Ett viktigt resultat från projektet är en mer gemensam syn på vilka aktiviteter som området *markarbeten och markförstärkning vid uppförande av byggnad* kan/bör omfatta. Projektet föreslår 14 huvudaktiviteter som kan definiera området och tillhandahåller beskrivningar av vad som bör ingå i beräkning av respektive huvudaktivitet. Denna beskrivning syftar till att underlätta för aktörer att klimatberäkna markarbeten och markförstärkning vid uppförande av byggnad på ett likartat sätt.

Området "markarbeten och markförstärkning vid uppförande av byggnad" har delats in i följande aktiviteter:

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| 0. Sanering och rivning av befintlig byggnation | 6. Pålning                    |
| 1. Rövning                                      | 7. Ledningar                  |
| 2. Rivning av anläggning                        | 8. Hårdgjorda ytor            |
| 3. Spont  | 9. Vegetationsytor            |
| 4. Schakt, fyllning – under huskropp            | 10. Markutrustning och övrigt |
| 5. Schakt, fyllning – yttre arbeten             | 11. Komplementbyggnader       |
|   | 12. Stödmurar                 |
|   | 13. Jordförstärkning          |

För tio av dessa 14 huvudaktiviteter (aktivitet 1-10) har projektet utvecklat så kallade schablonrecept. Dessa utgör transparenta beskrivningar på delaktiviteter samt förslag på schablonmängder och klimatdata för de olika delaktiviteterna. Schablonrecepten ligger beskrivna i en Excelbilaga och möjliggör därmed att aktörer kan göra uppskattningar av klimatpåverkan i tidiga skeden genom mindre anpassningar av recepten baserat på företags- eller projektspecifika förutsättningar som är kända då beräkningen görs. På så vis kan schablonrecepten användas för att identifiera vad som kan driva klimatpåverkan i specifika projekt och också för att testa hur exempelvis alternativa produktval skulle kunna minska klimatpåverkan. I takt med att kunskapen

om klimatpåverkan från markarbeten och markförstärkning i byggnadsprojekt ökar, kan dessa schablonrecept utvecklas vidare längre fram.

Utifrån de framtagna schablonrecepten redovisar projektet också schablonvärden baserat på data från de tio projekten i fallstudien. Eftersom omfattning och utförande av olika aktiviteter varierar mycket från projekt till projekt är tanken att schablonvärdena kan anpassas baserat på mer eller mindre kända förutsättningar. Dels kan schablonvärden plockas bort för sådana huvudaktiviteter som är känt att det inte kommer att förekomma i projektet. Dels kan schablonvärdena anpassas, framför allt för de aktiviteter som kan driva klimatpåverkan mycket, såsom pålning, spont och schakt/fyllning under huskropp.

Schablonvärdena leder generellt till överskattade nivåer av klimatpåverkan. Detta är avsiktligt då de satts konservativt för att ge incitament för mer noggranna beräkningar och då de är förknippade med en del osäkerheter. Bedömningen är dock att de generellt är användbara tills vidare för uppskattning av klimatpåverkan i tidigt planskede. För beräkning av projektspecifik baseline behöver schablonvärden anpassas åtminstone för klimatdrivande aktiviteter. Generellt bör schablonvärdena inte användas för klimatdeklaration, men för mindre klimatdrivande aktiviteter som röjning, rivning av anläggning och markutrustning och övrigt, kan det göras för att underlätta beräkningar tills dessa är mer automatiserade. I rapporten finns närmare beskrivning av under vilka förutsättningar schablonvärdena för respektive huvudaktivitet bedöms vara mer eller mindre representativa.

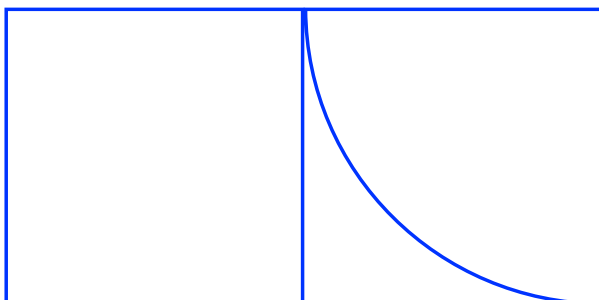
Observera att projektet enbart tagit fram schablonrecept och –värden för 10 av de 14 huvudaktiviteterna. Om alla 14 ingår i systemgränsen behöver man komplettera med dessa delar. Dessutom baseras schablonrecepten också enbart på aktiviteter och geokonstruktioner som förekommit i projektets tio fallstudieprojekt.

Projektets fallstudieresultat och schablonvärden innefattar enbart klimatpåverkan kopplat till resursanvändning i markprojekt, men en litteraturstudie i projektet visar också på angreppssätt för att så småningom integrera upptag och utsläpp av koldioxid kopplat till förändrad markanvändning och förändrade kolpooler på byggplatsen i liknande klimatberäkningar.

Slutligen, det finns en hel del osäkerheter förknippade med de schablonvärden och schablonrecept som utarbetats i projektet. Det beror dels på att de enbart bygger på de tio projekten i fallstudien men också på att markentreprenader varierar mycket från projekt till projekt. För att säkerställa att entreprenörer gör jämförbara beräkningar, bör man gå mot ökad grad av detaljerade beräkningar och ännu bättre precisering av ingående aktiviteter i området markarbeten och markförstärkning. Detta projekt bidrar dock med att ta ett viktigt kliv i denna riktning jämfört med den kunskap som fanns tidigare.

# Innehåll

1	Bakgrund	6
2	Syfte	7
3	Metodik	8
3.1	Systemgränser	8
3.2	Fallstudie	13
3.3	Utveckling av schablonrecept	16
4	Resultat från fallstudieprojekt	19
5	Schablonvärden	23
5.1	Resultat	23
5.2	Användning av schablonvärdena	24
6	Litteraturstudie om biogent kol	28
7	Diskussion	32
7.1	Strukturering av området markarbeten och markförstärkning	32
7.2	Inventerings- och klimatdata i liknande beräkningar	32
7.3	Jämförelse mot Boverkets föreslagna systemgräns och klimatdeklaration	33
8	Slutsatser	36
9	Fortsatt arbete	38
	Litteraturförteckning	39
	Bilaga 1 Aktiviteter	
	Bilaga 2 Om schablonvärden och tillhörande schablonrecept	



# 1 Bakgrund

De senaste fem åren har engagemanget från både byggsektorns aktörer och beslutsfattare ökat dramatiskt vad gäller att minska klimatpåverkan från själva byggandet. Som ett led i detta finns sedan 1 januari 2022 en lag om obligatorisk klimatdeklaration av nya byggnader på plats i Sverige (Regeringskansliet, 2021). En likartad regelutveckling syns såväl i Norden som i andra delar av Europa (Nordic sustainable construction, 2024). Även EU:s regelverk, genom direktivet för byggnaders energiprestanda kommer att ställa krav på deklaration av klimatpåverkan över en byggnads livscykel från och med 2027 för större och från 2030 för samtliga nya byggnader (European Parliament, 2024).

Än så länge inkluderar dock inte den obligatoriska klimatdeklarationen vid uppförande av byggnad i Sverige klimatpåverkan från markarbeten och markförstärkning. Det innebär att metod och data för att beräkna detta ännu inte har utvecklats i samma utsträckning för svenska förhållanden. Boverket föreslår dock nu att krav införs 2027 på en klimatdeklaration för markarbeten och markförstärkning i samband med uppförande av byggnader (Boverket, 2023). Detta blir då en del i den utökade klimatdeklarationen och föreslås att redovisas separat. I Boverkets rapport lyfts att aktörer i byggsektorn ser ett behov av schablonvärden för markarbeten och markförstärkning, som ett viktigt verktyg för att kunna börja beräkna vissa delar med specifika data i tidiga skeden om målet är att genomföra förbättringar.

Det finns aktörer som redan idag beräknar klimatpåverkan kopplat till dessa byggdelar, men inga systematiska sammanställningar finns av sådan kunskap. Även utanför Sverige är kunskapen begränsad om hur stor klimatpåverkan för markarbeten och markförstärkning är vid uppförande av byggnader och hur mycket storleksordningarna kan variera. (Song et al., 2024) konstaterar i sin litteraturoversikt att klimatpåverkan för geokonstruktioner som redovisas för olika fallstudieprojekt kan vara lika hög som för en ny byggnad men att den också varierar påtagligt. Detta beror inte minst på olika sätt att definiera sådana konstruktioner inklusive markarbeten. Även om den svenska klimatdeklarationen än så länge inte inkluderar markarbeten och markförstärkning, ingår delar av detta i andra nordiska länders införda eller planerade lagstiftning, men det är långt ifrån harmoniserat vad som ska räknas på (Song et al., 2023).

Det finns alltså ett stort behov av kunskapsuppbyggnad kring detta område för att komma vidare i utvecklingen och entreprenörer ser ett stort värde i schablonvärden för markarbeten och markförstärkning för att kunna genomföra förbättringar och minska klimatpåverkan i sina projekt. Statens Geotekniska Institut (SGI) har visserligen utvecklat miljödata för vissa material- och energiresurser som används vid grundläggning av byggnader (Carlsson et al., 2023), men däremot inte beräkningsresultat som visar hur klimatpåverkan kan variera vid olika typer av projekt. I detta projekt byggs just en sådan kunskap upp och genom utveckling av schablonvärden ökar handlingsutrymmet för entreprenörer och andra aktörer att överväga och tillgodoräkna sig klimatförbättrande åtgärder, vilket kan driva på en innovativ utveckling också avseende denna typ av arbeten och byggdelar. Projektet bidrar också med fortsatt kunskapsuppbyggnad som är angelägen för Boverket vid en eventuell fortsatt utveckling av regelverket för klimatdeklarationer för byggnader.

## 2 Syfte

Syftet med projektet är att öka kunskapen kring klimatpåverkan kopplat till markarbeten och markförstärkning vid uppförande av byggnader och att ta fram användbara schablonvärden för att kunna uppskatta klimatpåverkan i tidiga skeden och därigenom kunna arbeta med att identifiera möjligheter till åtgärder som kan minska klimatpåverkan i projekt.

Genom ökad kunskap om klimatpåverkan från markarbeten och markförstärkning finns större möjligheter för byggherrar att inkludera dessa delar i kravställningar och entreprenörer får möjlighet att visa på förbättringsåtgärder när dessa delar beräknas på ett likartat sätt. Genom att synliggöra en större del av en byggnads totala klimatpåverkan finns möjlighet att genomföra relevanta klimateffektiva åtgärder och minska branschens klimatpåverkan.

Det är viktigt att dessa utsläpp inte negligeras då branschens klimatpåverkan annars riskerar att underskattas. Synliggörandet av dessa utsläpp ger samtidigt en förståelse för hur dessa utsläpp kan minimeras, vilket kan bidra till ökad innovationskraft och minskad klimatpåverkan från hela byggsektorn.

Tidpunkten för projektet innebär också att det bidrar med underlag som är användbart för Boverket, om Regeringen går vidare med att föreslå att inkludera deklaration också av markarbeten och markförstärkning i regelverket för klimatdeklaration vid uppförande av byggnader. Projektet lägger därmed en god grund för branschen inför eventuell ändrad lagstiftning.

Slutligen, markarbeten har också en inverkan på och kan påverka biogena kolförråd i mark och växtlighet, samt biogent kolupptag i växtlighet på byggplatsen över tid. Detta är dock ett komplext område och det finns andra projekt som behandlar denna fråga separat. I projektet görs därför avgränsningen att de schablonvärden som tas fram är exklusive biogent kol. Men genom en litteraturstudie synliggörs hur denna fråga kan hanteras vid klimatberäkning av byggprojekt.



## 3 Metodik

Grunden i genomförandet av projektet har varit att utföra klimatberäkningar för ett antal projekt med markarbeten och markförstärkning i samband med uppförande av byggnad. Genom arbetet med dessa beräkningar har metodiken för beräkningar, kategoriseringen av området markarbeten och markförstärkning i ett antal huvudaktiviteter, samt utvecklingen av schablonvärden genomförts.

Utvecklingsarbetet har skett genom litteraturstudier, diskussioner och en större workshop i projektets arbetsgrupp samt med feedback från projektets referensgrupp och Uppsala klimatprotokolls fokusgrupp för klimatneutral byggnation och anläggning. I avsnitt 3.1 beskrivs hur och varför systemgränserna för klimatberäkningarna i studien har satts. Detta utgör också en grund för hur olika aktörer fortsättningsvis kan arbeta med klimatberäkningar av markarbeten och markförstärkning vid uppförande av byggnad på ett mer likartat sätt. I avsnitt 3.2 beskrivs närmare hur insamling och bearbetning av data för fallstudieprojekten i studien har genomförts. I avsnitt 3.3 beskrivs slutligen hur så kallade schablonrecept för olika huvudaktiviteter inom markarbeten och markförstärkning har tagits fram. Observera att varken fallstudieresultaten eller schablonvärdena inbegriper klimatpåverkan kopplat till förändrad markanvändning på byggplatsen. I Kapitel 6 beskrivs i stället både metod och resultat för den litteraturstudie som gjorts av angreppssätt att värdera biogena kolförråd i mark och växtlighet, samt biogent kolupptag i växtlighet på byggplatsen över tid.

### 3.1 Systemgränser

#### Livscykelmoduler

Utgångspunkten för projektet var att genomföra beräkningar av klimatpåverkan för modul A1-A5 enligt EN 15978, i enlighet med nuvarande fokus i regelverket för klimatdeklarationer.

Tabell 1 beskriver hur de olika delmodulerna har hanterats i projektet. Observera att projektet har infört en ny delmodul som kallas för A5 borttransport. Hittills har standarden EN 15978 enbart talat om modul A5. I och med införandet av regelverket för klimatdeklarationer i Sverige gjordes en uppdelning på A5 spill respektive A5 energi. Då transporter av massor kan orsaka betydande klimatpåverkan sågs det som viktigt att se till att denna del inkluderades i systemgränsen för beräkningarna. I tidigare projekt har detta vanligen hamnat i modul A4 (till exempel fallstudieprojekten i Carlsson et al (2023) och Trafikverkets klimatdata för "materialtransporter till eller inom byggarbetsplats" som i vissa fall även inkluderar masstransport till mellanlager/upplag (Toller, 2024). Detta är rimligt för transporter av massor till byggplatsen men för borttransport av massor är det diskutabelt. Det är rimligare enligt standarden EN 15978 att det skulle placeras i modul A5, tillsammans med annan borttransport av avfall som uppkommer där. Visserligen är det långt ifrån alla massor som ska betraktas som avfall men för att särskilja dessa transporter i beräkningarna valdes därför att införa det som i det fortsatta kallas modul A5 borttransport. Det kan tilläggas att standarden EN 15978 håller på att revideras och i det förslag som för närvarande diskuteras är tanken att göra en finare uppdelning av modul A5. Här talas

om A5.1 som "pre-construction activities" inklusive borttransport av uppkommet material, medan A5.2 snarare motsvarar Boverkets A5 energi och A5.3 motsvarar Boverkets A5 spill (se hänvisning till prEN15978 i Erlandsson et al. (2024)).

Tabell 1. Beskrivning av de delmoduler för klimatberäkningar som projektet arbetat med.

Delmodul	Beskrivning av vad som ingår i respektive delmodul
<b>A1-A3</b>	Produktskede: Klimatpåverkan till följd av råvaruförsörjning, transport och tillverkning i produktskedet för alla tillförda materialresurser.
<b>A4</b>	Transport: Klimatpåverkan till följd av transporter av tillförda materialresurser, från tillverkningsfabrik till byggarbetsplatsen.
<b>A5 spill</b>	Klimatpåverkan från produktskede och transport till byggarbetsplatsen av alla tillförda materialresurser, som blir till spill på byggarbetsplatsen.
<b>A5 energi</b>	Klimatpåverkan från all användning av bränslen för byggarbetsplatsens fordon, maskiner och verktyg
<b>A5 borttransport</b>	Klimatpåverkan från alla transporter som innebär borttransport av uppkommet material på byggplatsen. Detta utgörs framför allt av schaktmaterial men också material som uppkommer i samband med röjning och rivning av anläggning

## Byggdelar och aktiviteter

Ett omfattande arbete lades ner i projektet på att utveckla avgränsningen för "byggdelen" markarbeten och markförstärkning i samband med uppförande av byggnad. Det är ett arbete som har skett iterativt genom successivt bättre förståelse för hur olika entreprenörer ställer upp sina kalkyler för dessa arbeten i projekt, vilket är det underlag som används för beräkningarna av klimatpåverkan i projektet. Arbetet har utmynnat i ett förslag till 14 så kallade huvudaktiviteter, med olika delaktiviteter, som ska kunna nyttjas av olika aktörer i fortsatt arbete med dessa frågor. Denna lista har bollats och till viss del samordnats med pågående utvecklingsarbete med metod för klimatberäkning av anläggningsprojekt inom LFM30, för att i möjligaste mån synkronisera vad som kommer ut från dessa projekt. I skrivande stund finns dock några skillnader som bland annat beror på att fokus i detta SBUF-projekt ligger på markarbeten och markförstärkning i samband med uppförande av byggnad, inte för mark- och anläggningsarbeten generellt.

Huvudaktiviteterna listas nedan och ska ses som en komplett lista över aktiviteter för området markarbeten och markförstärkning i samband med uppförande av byggnad. Hela beskrivningen av dessa finns i Bilaga 1. Då detta utvecklingsarbete skedde parallellt med datainsamling, som behövde inledas direkt vid projektets start, har projektet inte kunnat beräkna klimatpåverkan för alla 14 huvudaktiviteter. I stället baseras resultaten här på de tio huvudaktiviteter som arbetsgruppen i inledningen av projektet såg som prioriterat att fånga och som förekom i de studerade fallen. Därmed har schablonvärden också tagits fram för dessa tio huvudaktiviteter (1-10 i listan nedan).

Området "markarbeten och markförstärkning" vid uppförande av byggnad har delats in i följande aktiviteter:

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| 0. Sanering och rivning av befintlig byggnation | 6. Pålning                    |
| 1. Rövning                                      | 7. Ledningar                  |
| 2. Rivning av anläggning                        | 8. Hårdgjorda ytor            |
| 3. Spont  | 9. Vegetationsytor            |
| 4. Schakt, fyllning – under huskropp            | 10. Markutrustning och övrigt |
| 5. Schakt, fyllning – yttre arbeten             | 11. Komplementbyggnader       |
|   | 12. Stödmurar                 |
|   | 13. Jordförstärkning          |

Schablonvärden har tagits fram för tio av dessa 14 huvudaktiviteter (aktivitet 1-10). Nedan beskrivs hur processen att landa i huvudaktiviteterna gick till.

### Bakgrund till val av byggdelar/aktiviteter

Då projektet inleddes var utgångspunkten att utveckla kunskap i form av schablonvärden för gulmarkerade delar i Figur 1 nedan, det vill säga delmängder av byggdel 1 Mark samt byggdel 21-23 + 25 enligt SBEF byggdelstabell (Skanska, 2014). Det sistnämnda är de delar av byggdel 2 Husunderbyggnad som inte ingår i nuvarande regelverket om klimatdeklaration vid uppförande av byggnader.

0 SANERING OCH RIVNING	00 Sammansatta	01 Demonerings	02 Sanering och lätt rivning	03 Tung rivning	04 Efterlagring	05	06 Håltagning	07 Arbeten för installationer	08	09
1 MARK	10 Sammansatta	11 Rövning, rivning och flyttning	12 Schakter, fyllning	13 Markförstärkning, dränering	14	15 Ledningar, kulvertar, tunnlar	16 Vägar, planer	17 Trädgård	18 Markutr. stödmurar, komplementbyggnader	19 Mark övrigt
2 HUSUNDERBYGGNAD	20 Sammansatta	21	22 Schakt, fyllning	23 Markförstärkning, dränering	24 Grundkonstruktioner	25 Kulvertar, tunnlar	26 Garage	27 Platta på mark	28 Huskompl. husunderbyggnad	29 Husunderbyggnad övrigt
3 STOMME	30 Sammansatta	31 Stomme - väggar	32 Stomme - pelare	33 Prefab	34 Stomme bjälklag, balkar	35 Smide	36 Stomme, trappor, hisschakt	37 Samverkande takstomme	38 Huskompl. stomme	39 Stomme övrigt
4 YTTERTAK	40 Sammansatta	41 Takstomme	42 Taklagskomplettering	43 Taktäckning	44 Takfot och gavlar	45 Öppningskompletteringar, yttertak	46 Plåt	47 Terrasstak, altaner	48 Huskompl. yttertak	49 Yttertak övrigt
5 FASADER	50 Sammansatta	51 Stomkompl. utfackning	52	53 Fasadbeklädnad	54	55 Fönster, dörrar, partier, portar	56	57	58 Huskompl. ytterväggar	59 Ytterväggar övrigt
6 STOMKOMPL. RUMSBILDN.	60 Sammansatta	61 Insiida yttervägg	62 Undergolv	63 Innerväggar	64 Innetak	65 Invändiga dörrar, glaspartier	66 Invändiga trappor	67	68 Huskompl. rumsbildning	69 Rumsbildning övrigt
7 INVÄNDIGA YTSKIKT RUMSKOMPL.	70 Sammansatta	71	72 Ytskikt golv, trappor	73 Ytskikt vägg	74 Ytskikt tak, undertak	75 Målning	76 Ytterväggar	77 Skåpsnickerier	78 Rumskomplettering	79 Rumskomplettering övrigt
8 INSTALLATIONER	80 Sammansatta	81	82 Process	83 Storkök	84 Sanitet, värme	85 Kyla, luft	86 El	87 Transport	88 Styr och regler	89 Installationer övrigt
9 GEMENSAMMA ARBETEN	90 Gem. arbeten sammansatta	91 Gemensamma arbeten	92	93	94	95	96	97	98	99

Omfattning enligt nuvarande lagkrav
Förslag på utveckling av lagkrav (inkluderat i gränsvärde)
Markarbeten och markförstärkning

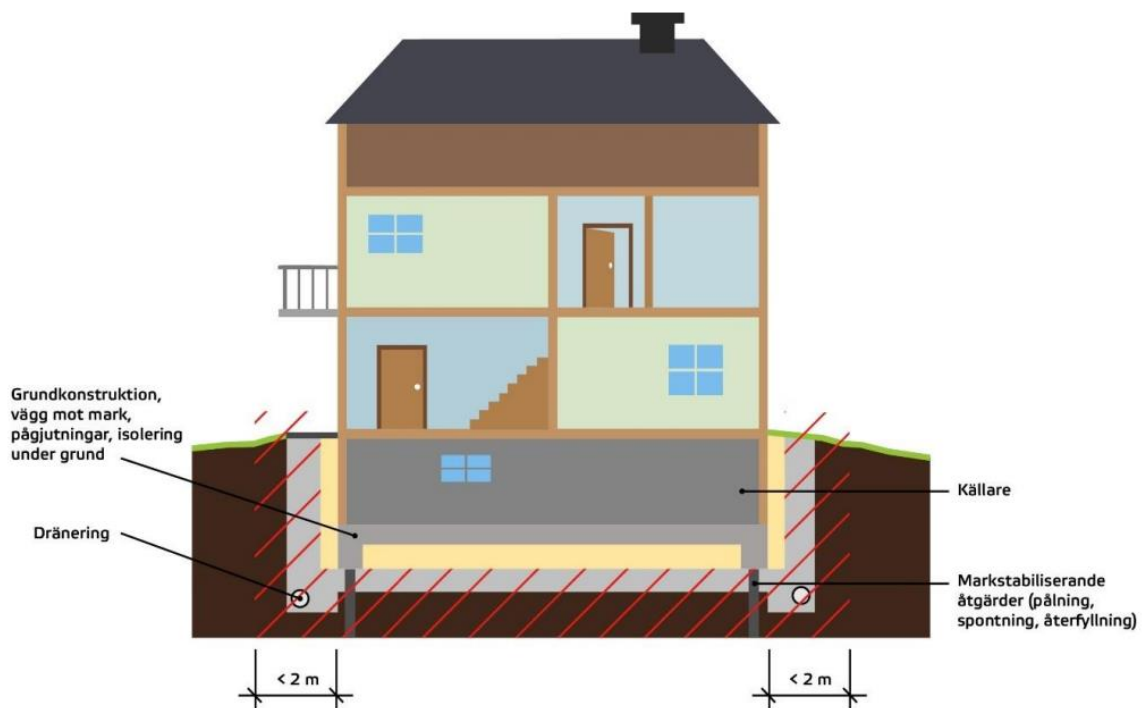
Figur 1. De gulmarkerade delarna var projektets utgångspunkt för omfattning av byggdelar och arbeten som skulle ingå i begreppet "markarbeten och markförstärkning" vid uppförande av byggnad.

Då projektet startade fanns också skrivningar från Boverket tillgängliga om vilka aktiviteter som borde ingå i en eventuell kommande klimatdeklaration av markarbeten och markförstärkning (Boverket, 2023). Här talas om:

*” Systemgränsen för markarbeten och markförstärkningar ska vara två meter utanför byggnadens fasadliv, enligt Boverkets förslag. Alla resurser (energi och material) för byggnadens grundläggning och dränering föreslås att ingå inom denna systemgräns, utom mediaanslutningar som exempelvis fjärrvärme, vatten och avlopp, el och data, se figur nedan. De aktiviteter som kan förekomma under markarbeten och markförstärkningar är grovschaktning, terrassering med kross, pålning, markstabilisering, spontning, saneringsåtgärder och borttransport av förorenade massor (ej sanering på annan plats), finplanering, hårdgjorda ytor, planteringar, sprängningar, samt avverkning. Samtliga klimatpåverkande resursflöden ingår i avgränsningen, från det att en markberedning inleds för ett byggprojekt. Med denna systemgräns läggs grunden för ett eventuellt framtida gränsvärde.” (Boverket, 2023, s. 95).*

Detta utgjorde också en vägledning i vilka aktiviteter arbetsgruppen önskade att projektet skulle kunna fånga i fallstudien. Dessutom studerades EU:s system Level(s) då regelutvecklingen inom EU på området bedömdes kunna kopplas till Level(s) och det sågs därför som viktigt att inkludera sådana aktiviteter som Level(s) redan föreskrev bör ingå (Dodd et al., 2021). Därefter prioriterades att se till att schablonvärdena också skulle kunna täcka sådana aktiviteter inom markarbeten och markförstärkning som Boverket listat i sitt förslag till utökad klimatdeklaration (Boverket, 2023). Då det kan variera mycket vilka aktiviteter som ingår för olika byggprojekt och som inryms i SBEF:s tvåställda byggdelar, delades ett antal av dessa upp för att kunna tillhandahålla schablonvärden med något finare upplösning och för att de ska kunna sättas samman för beräkning av byggprojekt av olika karaktär. Bilaga 1 synliggör dessa huvudaktiviteter som schablonvärden utvecklades för samt projektgruppens tolkning av ingående aktiviteter för Level(s), Boverkets förslag samt i andra nordiska länders befintliga eller föreslagna (Balouktsi et al., 2024; Song et al., 2023). Se vidare avsnitt 3.3 Utveckling av schablonrecept.

En del av Boverkets (2023) föreslagna systemgräns är dock också att klimatpåverkan skulle avgränsas till material och resurser inom 2 meter utanför fasadliv på huskroppen, se Figur 2. Detta förslag bygger på möjligheterna att på ett enkelt och tydligt sätt kunna definiera en systemgräns i lagstiftningen. Arbetsgruppen enades dock om att inte låta det styra insamlingen av data. Utan i stället efterfrågades data från projektets fall för hela projektarean/markentreprenaden (se vidare avsnitt 3.2).



Figur 2. Boverkets föreslagna gränsdragning för vad som menas med "markarbeten och markförstärkning". "Med markarbeten och markförstärkning avses markstabiliserande åtgärder, kapillärbrytande skikt och dränering på platsen där byggnaden ska uppföras upp till isolering under grunden inklusive åtgärder två meter utanför byggnadens fasadliv. Det röstreckade området markerar denna avgränsning. Åtgärder som rör mediaanslutning fram till isolering på marken ingår inte." (Boverket, 2023, s. 96)

Markentreprenader kopplat till uppförande av byggnader hamnar i gränslandet mellan bygg- och anläggningsprojekt och det är relevant med flera olika byggdelsindelningar. Medan kalkyler för byggnader ofta delas in enligt BSAB 83/SBEF byggdelstabell (se Figur 1) bygger markkalkyler idag på AMA-koder, vilket motsvaras av BSAB 96 Produktionsresultat. Utöver detta finns det inom branschen en ambition att övergå till CoClass. Det hela gör att indelningen i olika byggdelar/aktiviteter blir en komplex fråga.

I början av projektet fanns en tanke om att koppla respektive aktivitet till grupperingar av AMA-koder för att möjliggöra jämförbarhet i så hög utsträckning som möjligt men efter diskussion inom arbetsgruppen konstaterades att det skulle vara allt för tidskrävande och att det ändå blir överlapp och därför riskerade att ändå inte bli särskilt användbart. Detta övergavs därför och större vikt lades istället på beskrivningarna av respektive aktivitet.

## 3.2 Fallstudie

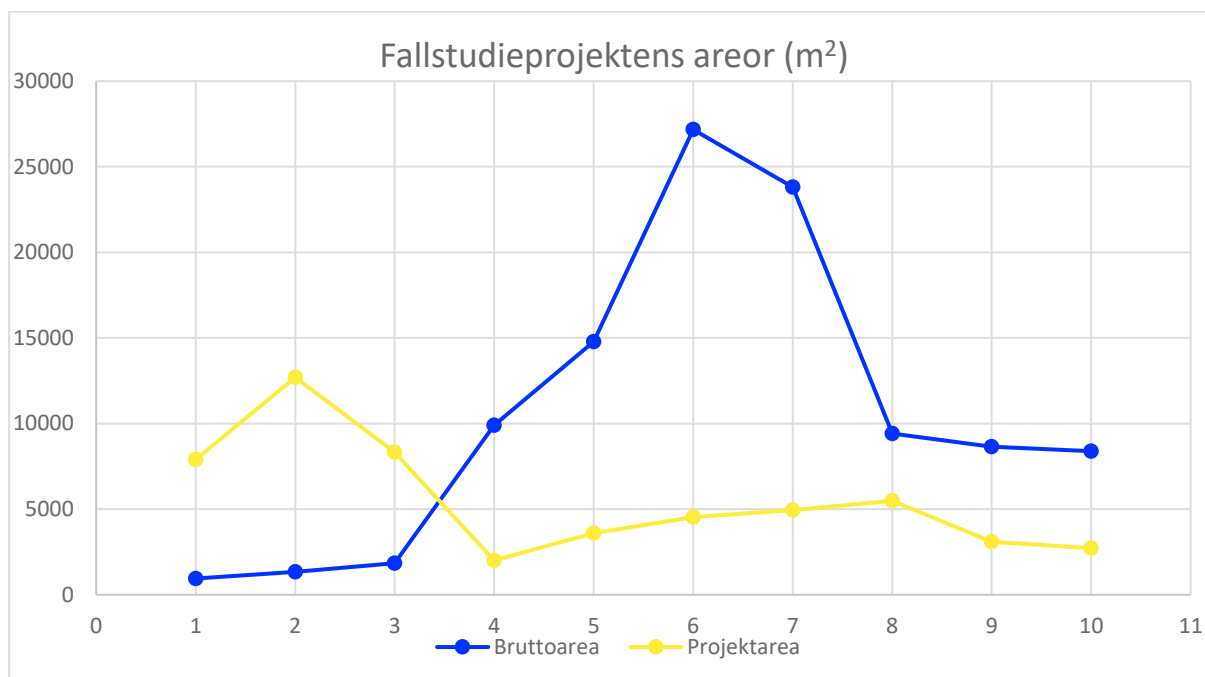
### Beskrivning av fallstudieprojekt

Projektets upplägg innebar att medverkande entreprenörer bidrog med ett antal fallstudieprojekt som skulle kunna ligga till grund för att både utveckla kunskap om storleksordningar av klimatpåverkan kopplat till markarbeten och markförstärkning, samt till utveckling av användbara schablonvärden. I projektet fanns begränsade möjligheter att samla in en större mängd fall som skulle kunna utgöra någon form av representativt urval av projekt. I stället diskuterades kriterier för att styra urvalet, baserat på diskussioner i arbets- och referensgrupperna. Det fanns ett intresse att försöka fånga hur klimatpåverkan skulle kunna variera utifrån olika förutsättningar och därför söktes efter fallstudieprojekt med en variation avseende markförutsättningar, laster och förekommande aktiviteter i markentreprenaden. Men ett viktigt kriterium var också möjligheten att få fram kvalitativa data för olika projekt hos deltagande entreprenörer. Det resulterade slutligen i tio projekt, se Tabell 2.

Tabell 2. Beskrivning av projektets studerade fall.

Fall	Byggnads- typ	Stomtyp	Antal våning- ar ovan mark	Källare	BTA (m <sup>2</sup> )	BYA (m <sup>2</sup> )	Projekt- area (m <sup>2</sup> )	Markför- hållanden	Lokal- isering
1	Förskola	Trästomme	1	Nej	950	924	7 900	Sand	Kalmar län
2	Förskola	Stålstomme	2	Nej	1 337	680	12 700	Sandig morän	Kalmar län
3	Förskola	Stålstomme	2	Nej	1 850	951	8 332	Sand	Östergöt- lands län
4	Kontor	Trästomme	8	Ja	9 900	1 045	2 010	Lös lera	Göteborg
5	Flerbostads- hus	Stålstomme	3-10	Ja	14 776	2 015	3 600	Halvfast lera	Göteborg
6	Flerbostads- hus	Tung stomme	5-6, 20	Ja	27 171	4 526	4 526	Lös lera	Stock- holms län
7	Flerbostads- hus	Tung stomme	5-7	Ja	23 814	4 600	4 942	Morän	Stock- holms län
8	Flerbostads- hus	Tung stomme	4-6	Nej	9 406	1 950	5 481	Lös lera	Stock- holms län
9	Flerbostads- hus	Betong- stomme	3-5	Ja	8 645	3 100	3 100	Lös lera	Uppsala
10	Flerbostads- hus	Tung stomme	8	Nej	8 386	1 365	2 720	Lös lera	Uppsala

Figur 3 visar variationen avseende bruttoarea och projektarea i projekten, vilket kommer att visa sig ha betydelse för hur resultat senare ska tolkas.



Figur 3. Fallstudieprojektens brutto- respektive projektareor.

## Datinsamling och databearbetning

För varje fallstudieprojekt efterfrågades mängdförteckningar över bränslen, material och fyllnadsmassor i projekten. Dessutom insamlades övrig information för att kunna karakterisera projekten och den klimatpåverkan som beräknas med hjälp av resurssammanställningarna. Insamlade data sammanställdes så småningom i ett enhetligt format.

För att få till ett så högupplöst och detaljerat dataunderlag som möjligt efterfrågades kalkyler för markentreprenaderna i projekten. Kalkylerna uppmanades vara så nära faktiskt utförande som möjligt. I några av fallen användes inte kalkyler utan entreprenörerna sammanställde själva indata och kategoriserade i de olika aktiviteterna. För vissa krävdes ytterligare bearbetning för att ta reda på mängder i samband med underentreprenader. Såväl i kalkyler som i efterföljande databearbetning låg fokus på att säkerställa så hög kvalitet på underlaget som möjligt och i synnerhet för de aktiviteter med högst klimatpåverkan, det vill säga för pålning, schakt och fyll och spont.

Utöver underlaget för att ta fram resurssammanställningar är projektens areor också viktigt underlag för att kunna göra olika typer av jämförelser. Projektarea, Bruttoarea för byggnad (BTA), Byggnadsarea (BYA) samt trädgårdsyta och hårdgjord yta inom ramen för projektarean efterfrågades. Under projektets gång utvecklades sätt att uppskatta detta om det inte tillhandahållits direkt från de som levererat data. Att utnyttja hårdgjord respektive trädgårdsarea som referensenheter övergavs dock senare i projektet på grund av svårigheterna med att få fram tillräckligt tillförlitliga uppgifter för dessa delar.

Mappning av resurssammanställningarna baserat på de olika kalkylunderlagen gjordes inledningsvis mot gulmarkerade delar i SBEF:s byggdelstabell (Figur 1). Successivt översattes detta också till framtagna aktiviteter för att kunna matcha resultatredovisningar från de studerade fallen med de utvecklade schablonrecepten och aktiviteterna enligt Bilaga 1. En utmaning gällande mappningen har framför allt varit fördelningen av arbetsmaskiner mellan olika aktiviteter. Fördelningen skiljer sig åt beroende på hur kalkylerna är uppbyggda och i vissa fall beroende på hur entreprenörerna har uppskattat fördelningen i efterhand. Den slutliga användningen av arbetsmaskiner redovisas inte heller uppdelat på olika byggdelar eller kostnadsposter utan sammanställs i slutändan som totala timmar.

## **Mappning mot klimatdata**

Resurserna i projektens mängdförteckningar har mappats mot klimatdata från ett antal olika källor. Målsättningen har varit att använda så representativa och uppdaterade data som möjligt. Framför allt har data nyttjats från Boverkets klimatdatabas version 02.05.000 (Boverket, 2024), Trafikverkets klimatkalkyl version 8.0 (Trafikverket, 2024) och SGI:s klimatdata för geokonstruktioner (Carlsson et al., 2023). I ett par enstaka fall har data hämtats från finska klimatdatabasen för infrastruktur version 1.01.007 (Co2data.fi, 2024) samt byggsektorns miljöberäkningsverktyg. Vid behov av separata klimatdata för arbetsmaskiner har (Erlandsson, 2013) använts. Klimatdata för respektive resurs valdes utifrån vad som fanns tillgängligt och i andra fall efter värdering av vilket av flera befintliga data-set som bedömdes vara mest representativt. Samtliga använda klimatdata, omvandlingsfaktorer, etc. redovisas transparent i projektets Excelbilaga med schablonrecept (Bilaga 3).

Den finska klimatdatabasen för infrastruktur innehåller endast klimatdata för modul A1-A3 samt en spillfaktor. Då denna datakälla använts har klimatdata för modul A4 approximerats genom grova uppskattningar. I vilka fall detta har gjorts framgår i Bilaga 3 genom anteckningar för aktuella värden. Liknande gäller för vissa klimatdata från (Carlsson et al., 2023) samt från Trafikverkets klimatkalkyl som i stället saknar spillfaktorer. Dessa har då approximerats i Excelbilagan baserat på angivna spillfaktorer i entreprenörernas mängdförteckningar.

Flera av de data-set som använts är utformade som recept som ibland inkluderar både material- och energiresurser för exempelvis 1 m påle (från SGI:s klimatdata för geokonstruktioner) eller 1 m<sup>2</sup> asfalt (från Trafikverkets klimatkalkyl). Då samtidigt vissa av fallstudieprojekten lämnat inventeringsdata med totala mängder bränslen för markarbeten i projektet, har det varit viktigt att se till att inte dubbelräkna klimatpåverkan från bränslen.

För att hantera detta har jämförelser gjorts mellan resultat utifrån entreprenörernas kalkylerade maskintimmar och resultat utifrån "inbyggda" värden för A5 energi i de klimatdata-set som ingår i beräkningen. I några fall visade det sig att användning av inbyggda värden ledde till underskattning av klimatpåverkan från arbetsmaskiner (A5 energi). I dessa fall kompletterades beräkningen med en ytterligare post för arbetsmaskiner för att bibehålla ett konservativt förhållningssätt.



De grundberäkningar som redovisas för projekten i kapitel 4 utgår ifrån de generiska klimatdata som ingår i schablonrecepten (se Bilaga 3). Detta innebär att resultaten representerar de materialval som är gjorda i respektive fall för sådant som lättfyllning och pålar, där val av klimatdata får stort genomslag i projektens totala klimatpåverkan. För andra resurser har mappningen inte gjorts med lika hög detaljeringsgrad. Exempelvis har markrör med olika dimensioner mappats mot klimatdata som representerar den vanligaste dimensionen. Grävmaskiner förekommer också i olika varianter (olika storlekar, energiförbrukning och drivmedel) men samtliga har mappats mot klimatdata för en typ av dieseldriven grävmaskin som bedöms vara representativ för branschen i stort. Inga specifika klimatdata i form av EPD:er har använts i beräkningarna.

Anledningen till detta förfarande och generalisering är för att syftet med beräkningarna av fallstudieprojekten har varit att ta fram schablonvärden som ska spegla ett standardmässigt förfarande utan aktiva klimatåtgärder. Till schablonrecepten har därför konservativa val av klimatdata generellt gjorts. Projektiden har också behövt prioriterats till utvecklingen av schablonrecepten snarare än högupplösta och detaljerade klimatberäkningar av fallstudieprojekten.

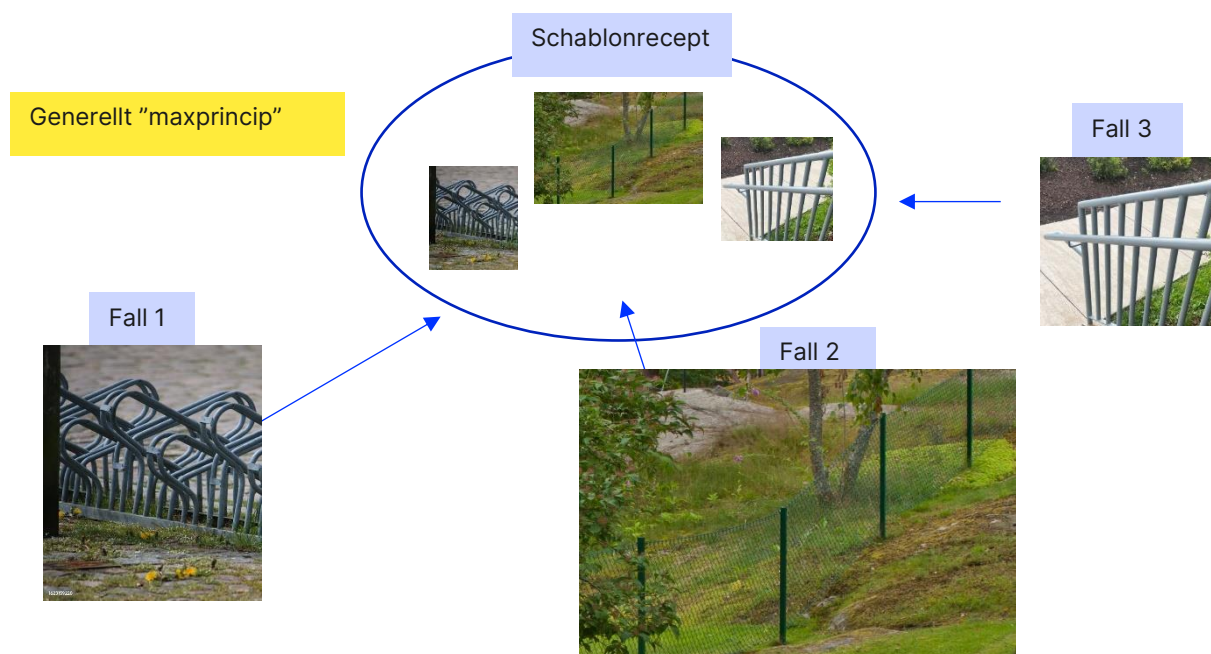
### **3.3 Utveckling av schablonrecept**

Ett centralt syfte för projektet har varit att ta fram schablonvärden för markarbeten och markförstärkning i samband med uppförande av byggnad. Baserat på en workshop med arbetsgruppen beslutades att inte bara ta fram schablonvärden utan också tillhörande "recept". Sådana så kallade schablonrecept möjliggör att också kunna justera schablonvärden, genom förändringar av grundreceptet, för att bättre kunna spegla projektspecifika förutsättningar. Det kan ses som extra angeläget med tanke på att markentreprenader kan variera så mycket.

Utvecklingen av schablonrecepten utgick från de definierade huvudaktiviteterna för markarbeten och markförstärkning vid uppförande av byggnad (Bilaga 1) och inkluderar klimatpåverkan kopplat till resursanvändning i sådana arbeten, men inte klimatpåverkan till följd av förändrad markanvändning. Baserat på förekommande poster i resurssammanställningarna från de tio fallstudieprojekten, identifierades tio huvudaktiviteter som bedömdes möjliga att ta fram schablonrecept för inom ramen för projektet. För respektive huvudaktivitet specificerades sedan ett antal olika delaktiviteter. Detta gjordes delvis utifrån CoClass-koder för olika relevanta konstruktiva system och dess ingående komponenter. Men i vissa fall gjordes det i stället utifrån CoClass-koder för Produktionsresultat, i de fall aktiviteterna inte kunde kopplas till några konstruktiva system.

För var och en av huvudaktiviteterna och dess delaktiviteter, ingår både mängder av materialresurser och energiresurser (bränslen för arbetsmaskiner av olika slag). Valet att koppla aktiviteterna mot CoClass-koder bygger på att Boverket arbetar för att skapa en tydligare byggdelsklassificering för att beskriva systemgränsen för klimatdeklarationer och då valt att arbeta utifrån CoClass. Om krav på klimatdeklaration för markarbeten och markförstärkning införs, kan projektets arbete utgöra en god utgångspunkt för att definiera vad som ska deklarerars.

Men specifikation av delaktiviteter har också styrts av vad som förekommit i de tio fallstudieprojekten. Generellt innebär det att de därför kan ses som något konservativt satta då det i specifika projekt sällan förekommer samtliga delaktiviteter på en gång. Se Figur 4 för ett principiellt exempel på hur schablonrecept satts ihop baserat på vad som förekommit i fallstudieprojekten, för huvudaktiviteten Markutrustning och övrigt. Exemplet illustrerar hur förekomst av olika poster i de studerade fallen, så som cykelställ, staket och räcken, har använts för att utforma schablonrecepten med utgångspunkt från "maxprincipen", det vill säga att samtliga poster antas ingå. För vissa huvudaktiviteter har maxprincipen lett till orimligt stora mängder, vilket krävt anpassning. Detta gäller till exempel aktiviteten Hårdgjorda ytor, där maxvärden inte har använts för asfalt och betongmarkplattor, utan mängderna i schablonreceptet har i stället anpassats utifrån jämförelse med resultaten från fallstudieprojekten för den aktiviteten.



Figur 4. Schematiskt exempel av hur schablonrecept satts ihop baserat på olika förekommande delaktiviteter i projektets studerade fall.

I schablonrecepten har mängderna för de olika resurserna mappats mot klimatdata från ett antal olika källor, som framgår av schablonrecepten. Upplägget är detsamma som vid beräkning av fallstudieresultaten (se avsnitt 3.2). Generellt har ett konservativt val av klimatdata gjorts i dessa fall för beräkning av schablonvärden utifrån schablonrecepten. Men genom transparensen, går det förstås att ändra klimatdata för en användare som har tillgång till mer projektspecifika data.

För mängdning av respektive delaktivitet i schablonrecepten har principen generellt varit att göra ett konservativt val. Det har gjorts genom att generellt i första hand välja mängddata från det fallstudieprojekt (som inkluderar den delaktiviteten) med störst mängder. Det innebär att schablonreceptet i möjligaste mån inte ska vara baserat på underskattade mängder då vissa delaktiviteter i vissa projekt varit mycket små. I stället är tanken att schablonrecepten ska kunna användas så att delaktiviteter som inte kommer att förekomma för ett projekt ska kunna plockas bort. Och på så sätt ska den

konservativa ansatsen kunna styra mot att räkna noggrannare i de fall schablonvärdet bedöms hamna högre än det verkliga resultatet. Samtidigt ska sägas att mängderna ju enbart baseras på de fall som funnits att tillgå i projektet och där finns begränsad information om hur pass representativa dessa är för dagens byggande i stort.

En bedömning har gjorts för varje enskild delaktivitet, så principen om att plocka maxvärdet har inte följts helt konsekvent. Till exempel i de fall där maxvärden från *ett* fall driver klimatpåverkan väldigt mycket har ett antagande gjorts om vilket fall som skulle kunna vara mer representativt.

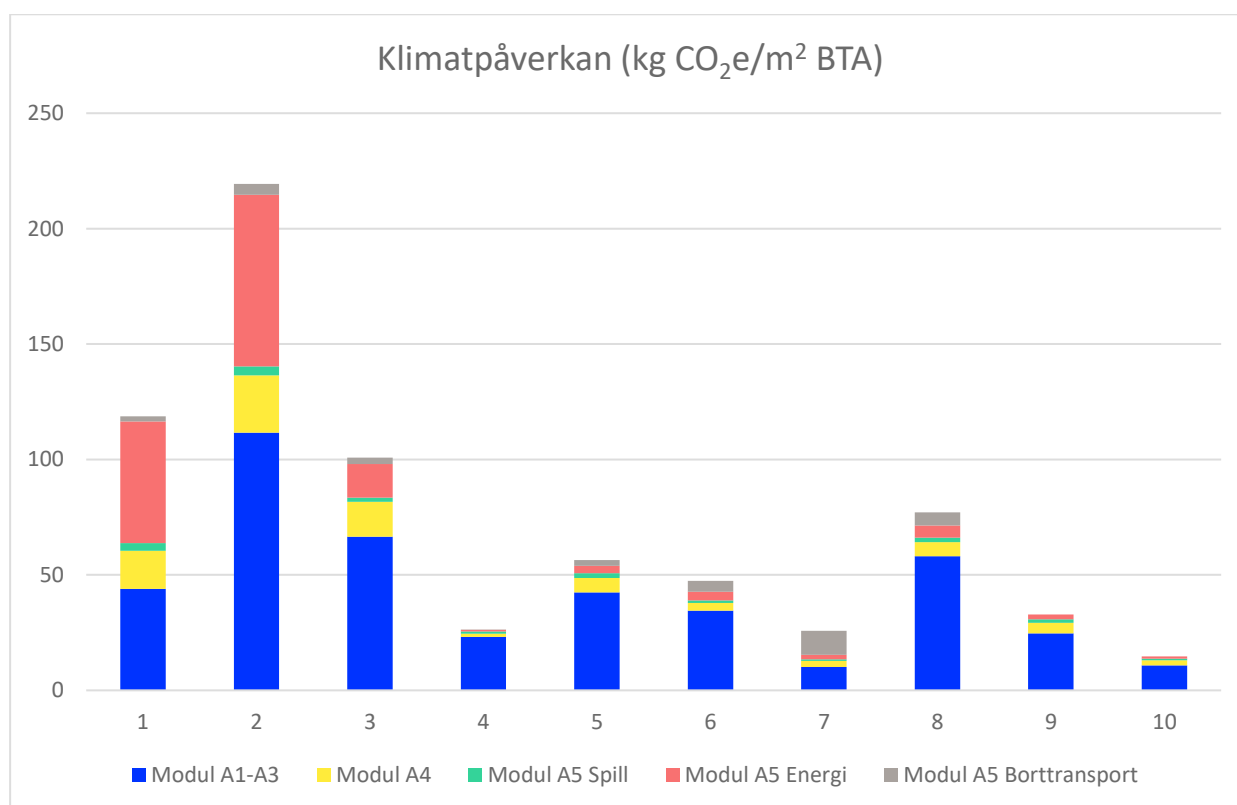
I vissa fall saknas arbetsmaskiner som delaktivitet inom en huvudaktivitet i schablonrecepten. Så är fallet när klimatdata för övriga redan innehåller både material- och bränsleresurser som bedöms täcka hela modul A5 energi för den aktiviteten. Som nämnts i föregående avsnitt har det noterats att dessa "inbyggda" data för arbetsmaskiner ibland leder till lägre klimatpåverkan jämfört med beräkningar utifrån faktiska maskintimmar. I dessa fall har arbetsmaskiner lagts till som delaktivitet och mängder valts för att motsvara det glapp som noterats.

Baserat på dessa schablonrecept beräknades därefter schablonvärden för de tio huvudaktiviteterna, se vidare kapitel 5.

## 4 Resultat från fallstudieprojekt

I detta avsnitt redovisas resultat avseende klimatpåverkan från markarbeten och markförstärkning vid uppförande av byggnad för de tio fallstudieprojekt som ingått i studien. Beräkningarna innefattar klimatpåverkan kopplat till resursanvändning i markprojekt inom hela projektarean, men inte upptag och utsläpp av koldioxid kopplat till förändrad markanvändning och förändrade kolpooler på byggplatsen.

Figur 5 visar klimatpåverkan per m<sup>2</sup> BTA från markarbeten och markförstärkning för de tio fallstudieprojekten, fördelat på byggskedets olika informationsmoduler, se Tabell 1.



Figur 5. Klimatpåverkan i kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> BTA för projektets studerade fall, fördelat på delmoduler.

Resultaten ger en fingervisning om storleksordningar som kan jämföras med mer välbekanta nivåer på klimatpåverkan för att uppföra en byggnad. Referensvärden med mediannivåer för detta är 365 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> BTA för flerbostadshus, 383 för kontorsbyggnader och 326 för förskolebyggnader (Malmqvist et al., 2023). På motsvarande sätt som vid uppförande av byggnader är det modul A1-A3 som dominerar klimatpåverkan i de tio fallen, men en skillnad är att modul A5 generellt kan ligga högre för markarbeten och markförstärkning. Andelen klimatpåverkan för A5 Borttransport för Fall 7 är hög på grund av borttransport av bergschaktmaterial vilket inte förekommer i de andra fallen.

Vad som också redan här framstår tydligt är att projekt 1-3 som är förskolebyggnader med liten bruttoarea men ändå förhållandevis stor projektarea sticker ut i Figur 5, inte minst avseende modul A5 Energi. Det visar tydligt att bruttoarea som referensenhet för markarbeten och markförstärkning är mindre lämplig om systemgränsen sätts så som

projektet gjort, det vill säga att markarbeten och markförstärkning inom hela projektarean räknas med. Därmed bör man i första hand jämföra resultat mellan likvärdiga projekttyper.

Det är därför rimligt att dela upp projekten i två grupper. Tabell 3 nedan visar medel- och medianvärden samt spridning av resultatet för de två olika grupperna, med två olika referensenheter. Tabellen synliggör att medel- och medianvärden skiljer sig påtagligt åt samt att variationen är stor i projekten.

Tabell 3. Klimatpåverkan (modul A1-A5) från markarbeten och markförstärkning för de tio fallstudieprojekten, med olika referensenheter.

Grupp	Kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> BTA				Kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> projektarea			
	Medel	Median	Min	Max	Medel	Median	Min	Max
<b>Fall 1-3</b> (förskolor med stor projektarea i förhållande till BTA)	146	119	101	219	20	22	14	23
<b>Fall 4-10</b> (kontor och flerbostadshus med liten projektarea i förhållande till BTA)	40	33	15	77	148	129	45	285

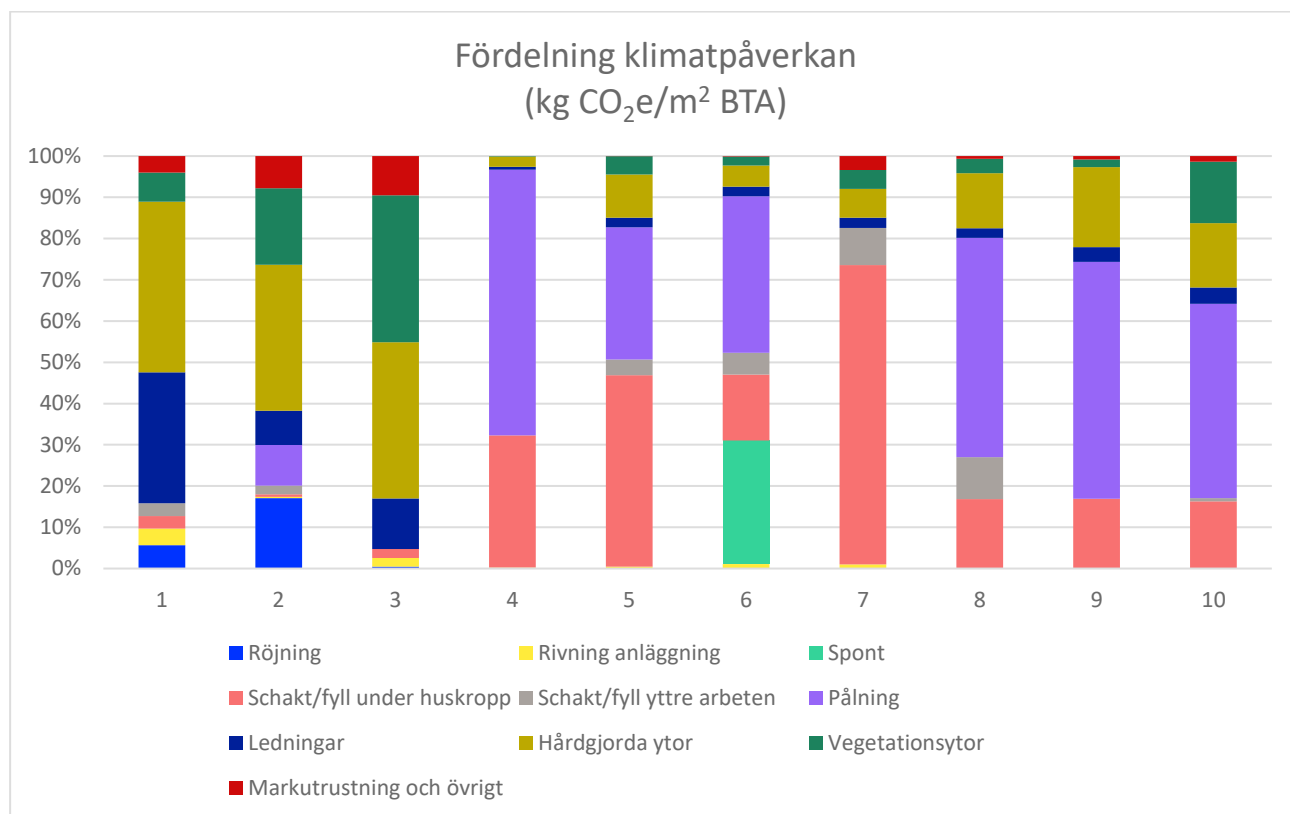
Figur 6 visar hur motsvarande resultat fördelar sig på de huvudaktiviteter som projektet enades om att dela upp området markarbeten och markförstärkning i. Det framgår tydligt hur de mest klimatdrivande huvudaktiviteterna varierar mellan projekten med liten projektarea i förhållande till bruttoarea (4-10) jämfört med de med förhållandevis stor projektarea (1-3) i förhållande till bruttoarea (se Figur 3 tidigare). För den förstnämnda gruppen är det framför allt pålning och schakt/fyll (främst under huskropp) som driver klimatpåverkan mest. Fall 6 är det enda projektet som uppgivit att man låter en nyproducerad spont sitta kvar i projektet. Detta driver då också klimatpåverkan påtagligt. Spont förekommer dock också i fall 4 och 9, men då den är temporär har ingen klimatpåverkan allokerats för spont för dessa projekt. Detta är dock diskutabelt och resoneras vidare om i avsnitt 7.3. Hade spont räknats som nyproducerad och kvarsittande hade klimatpåverkan för dessa två projekt ökat med 96 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> BTA (fall 9) respektive 101 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> BTA (fall 4).

I fall 1-3 är det framför allt anläggning av såväl hårdgjorda som vegetationsytor som driver klimatpåverkan och dessa poster blir därför dominerande, tillsammans med ledningar för projekten med stora projektareor med mer extensiv markanläggning.

Pålning driver som sagt klimatpåverkan framför allt i projekten 4, 6 och 8-10. I samtliga fall uppförs byggnader på lerjord, halvfast lera för projekt 5 och i övriga fall lös lerjord. När det gäller schakt/fyll under huskropp ska noteras att olika typer av

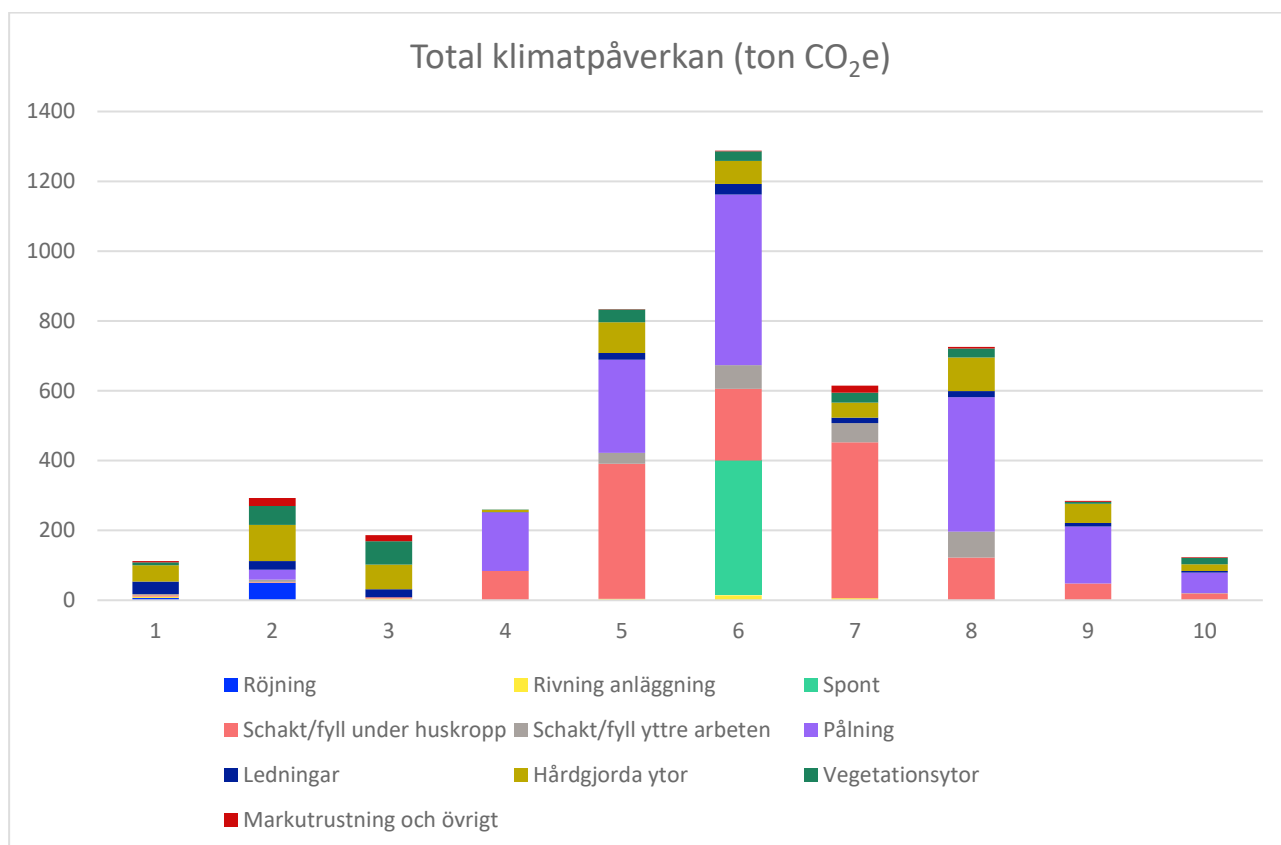
lättfyllning förekommer i projekten 5, 7 och 8 och att detta orsakar påtaglig klimatpåverkan för dessa projekt. Det kan också kommenteras att användning av betonggrund i schaktbotten driver klimatpåverkan i fall 4 och 5, samt bergschakt i fall 7 inom huvudaktiviteten Schakt/fyll under huskropp.

För hårdgjorda ytor är det framför allt större användning av betongmarkplattor och krossmaterial och för vegetationsytor är det användning av växtjord som driver klimatpåverkan i de studerade fallen.



Figur 6. Bidragande aktiviteter till klimatpåverkan i de studerade fallen (kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> BTA).

I Figur 7 redovisas också klimatpåverkan totalt per projekt, vilket då synliggör en tendens i att de större byggprojekten (störst bruttoarea) orsakar högre klimatpåverkan än de mindre, även om vissa av de senare har mer omfattande markanläggning på de stora projektareorna.



Figur 7. Total klimatpåverkan för de studerade fallen fördelat per huvudaktivitet (ton CO<sub>2</sub>e).

## 5 Schablonvärden

Baserat på lärdomarna av beräkningar av klimatpåverkan från enskilda byggprojekt samt diskussioner i projektets arbets- och referensgrupper, valdes att ta fram schablonvärden för tio av de 14 huvudaktiviteter som ingår i markarbeten och markförstärkning vid uppförande av byggnad (se Bilaga 1), samt att för varje schablonvärde redovisa ett transparent recept med tillhörande klimatdata. Detta för att underlätta förståelsen och för att öka flexibiliteten och möjligheten att vidareutveckla dessa recept. Schablonrecepten tillhandahålls som en bilaga i Excelform (Bilaga 3). Där framgår också en beskrivning av hur de kan läsas och förstås. Ytterligare information om underlag och medskick inför användning av schablonvärdena finns i Bilaga 2.

### 5.1 Resultat

Baserat på dessa schablonrecept har schablonvärden för de tio huvudaktiviteterna plockats fram, se Tabell 4. Observera att schablonvärdena har olika referensenheter. Enheterna har valts för att representera en areaenhet som aktiviteten kan tänkas bero av. Jämfört med att mäta energianvändning eller klimatpåverkan hos en byggnad, kan inte uppvärmd area eller bruttoarea anses vara lika relevant för merparten av huvudaktiviteterna. Men precis som när man mäter energianvändning per uppvärmd area eller klimatpåverkan för att bygga ett hus per bruttoarea, finns fall när referensenheten passar mindre bra för jämförelser. Bedömningen är att föreslagna areaenheter (projektarea, byggnadsarea (BYA) och bruttoarea (BTA)) åtminstone passar bättre för jämförelser än att använda bruttoarea för alla aktiviteter. Resultat kan alltid räknas om per bruttoarea för att jämföra bidraget från markarbeten och markförstärkning med att uppföra byggnader.

Tabell 4. Schablonvärden för huvudaktiviteter inom markarbeten och markförstärkning vid uppförande av byggnad.

	Huvudaktivitet	A1-A3	A4	A5 Spill	SUMMA A1-A5 Spill	A5 Energi	A5 Borttransport	SUMMA A1-A5	Enhet
1	Röjning	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,7	1,3	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> projektarea
2	Rivning av anläggning	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,3	1,6	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> projektarea
3	Spont	267	5,0	2,3	274	5,1	0,5	280	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> BYA
4a	Schakt, fyllning - under huskropp	122	24	7,5	153	8,9	30	193	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> BYA
4b	Schakt, fyllning - under huskropp. Exkl. lättfyllnad, betonggrund i schaktbotten samt bergschakt.	10	11	2,3	23	6,1	11	40	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> BYA
5	Schakt, fyllning - yttre arbeten	3,8	3,8	0,8	8,5	2,6	5,5	16	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> projektarea
6	Pålning	22	1,7	1,0	24	0,7	0,5	26	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> BTA
7	Ledningar	2,6	0,6	0,2	3,4	2,8	0,5	6,8	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> projektarea
8	Hårdgjorda ytor	13	3,4	0,8	17	2,9	0,0	20	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> projektarea
9	Vegetationsytor	8,2	1,1	0,2	9,5	2,7	0,5	13	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> projektarea
10	Markutrustning och övrigt	1,3	0,1	0,0	1,5	0,5	0,0	2,0	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> projektarea



Observera att schablonrecept enbart har utarbetats för dessa tio huvudaktiviteter och inte alla de huvudaktiviteter som projektet identifierat som del i området markarbeten och markförstärkning vid uppförande av byggnad (se Bilaga 1). Orsaken är framför allt att de fall som schablonrecepten nu baseras på inte innehöll alla huvud- och delaktiviteter i bilagan. I projektet gjordes också en prioritering att framför allt arbeta med aktiviteter som tolkades kunna komma att ingå i en framtida utökad systemgräns i regelverket för klimatdeklarationer, baserat på (Boverket, 2023). Slutligen gjordes också en prioritering utifrån de tidsresurser som inrymdes i projektet för utveckling av schablonrecept.

Det är viktigt att förstå att schablonvärdena i Tabell 4 alltså bygger på de aktiviteter som förekommer samt i den omfattning de utförts i de fall som ligger till grund för värdena. Även om de underliggande mängderna valts genom kvalificerad bedömning är det flera aktiviteter som naturligt nog kan variera mycket i olika markentreprenader kopplat till byggnader. Bilaga 2 ger en närmare beskrivning av vad schablonvärdena för respektive huvudaktivitet kan sägas representera avseende ungefärlig omfattning. Alla schablonvärdena inbegriper såväl material- som energiresurser för att utföra aktiviteterna. Slutligen bör sägas att schablonvärdena enbart innefattar klimatpåverkan kopplat till resursanvändning i markprojekt, och inte upptag och utsläpp av koldioxid kopplat till förändrad markanvändning och förändrade kolpooler på byggplatsen.

## **5.2 Användning av schablonvärdena**

Som beskrivits grundar sig schablonvärdena enbart på tio fall. Dessutom kan klimatpåverkan från markarbeten och markförstärkning variera mycket beroende på projektspecifika förutsättningar. Det är därför viktigt att använda schablonvärdena på ett robust sätt, vilket kommenteras närmare nedan.

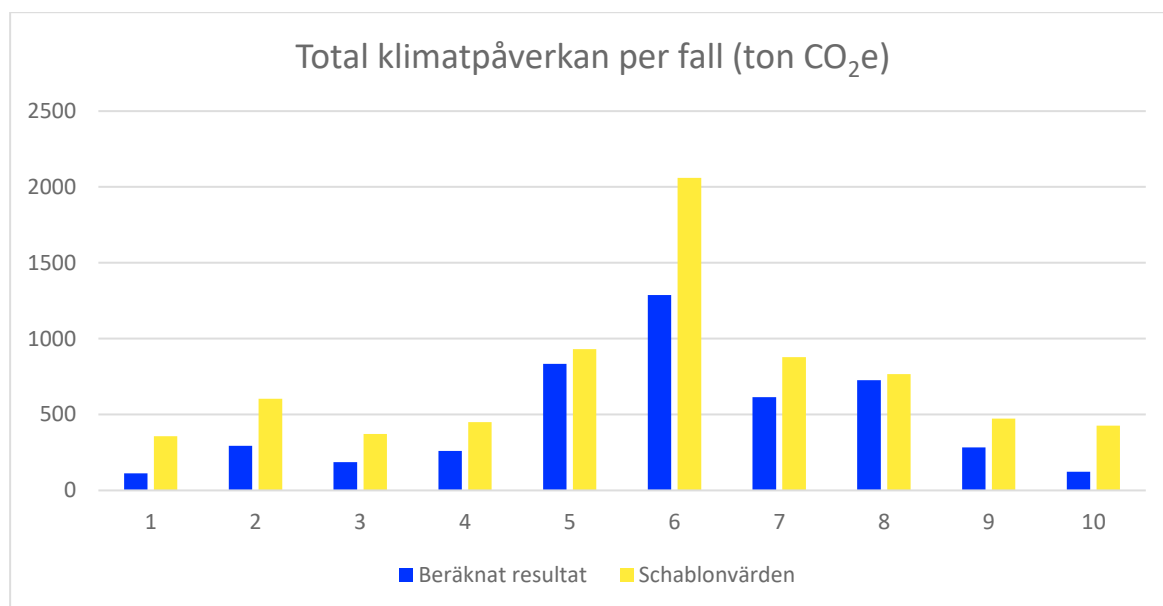
### **Anpassning efter projektspecifika förutsättningar**

Eftersom markentreprenader naturligt nog varierar för olika projekt, är tanken att schablonvärdena för de olika huvudaktiviteterna ska kunna anpassas något baserat på mer eller mindre kända förutsättningar. Det gäller i första hand de aktiviteter som kan driva klimatpåverkan mycket. Generellt gäller att man först och främst bör plocka bort värden för sådana huvud- eller delaktiviteter som är känt att det inte kommer att förekomma i projektet. I nästa steg kan man med hjälp av schablonrecepten i Bilaga 3 anpassa vissa schablonvärden. Exempelvis kan man anpassa schablonvärdet för pålning om man har en indikation på total pållängd samt pålmaterial, eller schablonvärdet för spont eller schakt/fyll under huskropp om man har en indikation på total m<sup>2</sup> spontvägg eller m<sup>3</sup> schakt. Schablonvärdena leder generellt till överskatning av klimatpåverkan.

I Figur 8 jämförs de beräknade resultaten från fallstudiens projekt med de nivåer resultaten skulle landa på om schablonvärdena i stället användes. Beräkningarna med schablonvärdena har i figuren justerats på det beskrivna sättet ovan. Det vill säga värdena har justerats för huvudaktiviteterna spont, pålning och schakt/fyll under huskropp genom att dessa aktiviteter, eller delaktiviteterna lättfyllnad, betonggrund i schaktbotten samt bergschakt plockats bort för de fall där det inte var relevant. Trots detta visar figuren att användning av de justerade schablonvärdena generellt leder till

ordentligt överskattade nivåer. Detta är avsiktligt då de satts konservativt för att ge incitament för mer noggranna beräkningar och då de är förknippade med en del osäkerheter.

Samtidigt visar en närmare analys av schablonvärdena för respektive huvudaktivitet att schablonvärdena också kan ge underskattade värden för enskilda huvud- och delaktiviteter för enstaka projekt. I Tabell 5 sammanfattas bedömningen av schablonvärdenas användbarhet och vad man bör tänka på vid användning. I Bilaga 2 beskrivs detta också något mer detaljerat. Hur schablonvärdena bör användas beror också på i vilket syfte man vill använda dem.



Figur 8. Jämförelse mellan fallens resultat och om schablonvärdena skulle använts för samma fall för att beräkna klimatpåverkan.

Tabell 5. Sammanfattad bedömning av användning av schablonvärden för respektive huvudaktivitet.

Huvudaktivitet	Att tänka på vid användning av schablonvärdet
1 RÖJNING	Röjning står generellt för en liten andel av klimatpåverkan och schablonvärdet (exklusive klimatpåverkan till följd av förändrad markanvändning och eventuellt avlägsnande av kolsänka) kan användas tills vidare om inte hela projektarean avverkas i projektet.
2 RIVNING AV ANLÄGGNING	Rivning av anläggning står generellt för en liten andel av klimatpåverkan och schablonvärdet kan användas tills vidare så länge inte mer omfattande rivningsarbeten förekommer i projektet.
3 SPONT	Spont står för en stor andel av klimatpåverkan om det förekommer och bör därför räknas mer noggrant när det är möjligt. Om man har ungefärlig uppgift om m <sup>2</sup> spont fungerar det däremot bra att justera schablonreceptet med den uppgiften.
4 SCHAKT, FYLLNING - UNDER HUSKROPP	Schakt/fyll under huskropp kan stå för en stor andel av klimatpåverkan och bör därför räknas mer noggrant när det är möjligt. Schablonvärdet kan dock användas tills vidare om det inte rör sig om mindre byggnader såsom småhus eller förskola. Det är dock viktigt att schablonvärdet justeras för om delaktiviteterna lättfyllnad, betonggrund i schaktbotten och/eller bergschakt förekommer eller ej. För småhus och förskola kan ett schablonvärde om 4,5 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> BYA användas tills vidare.
5 SCHAKT, FYLLNING - YTTRE ARBETEN	Schakt/fyll – yttre arbeten kan stå för medelstor andel av klimatpåverkan. Schablonvärdet kan användas tills vidare men är inte användbart för projekt där enbart en mycket liten del av projektarean påverkas av sådana arbeten och/eller där de generellt är mycket begränsade till exempel på grund av att inga utjämningsarbeten behöver ske.
6 PÅLNING	Pålning står för en stor andel av klimatpåverkan om det förekommer och bör därför räknas mer noggrant när det är möjligt. Schablonvärdet kan dock användas tills vidare men man bör vara medveten om att schablonvärdet underskattar klimatpåverkan om projektet har omfattande användning av stålrörspålar. Och det kommer att underskatta klimatpåverkan om projektet enbart har ett litet pålningsbehov.
7 LEDNINGAR	Ledningar står generellt för en liten andel av klimatpåverkan och schablonvärdet bör kunna användas tills vidare. Men de unika förutsättningarna gör att det är mindre träffsäkert.
8 HÅRDGJORDA YTOR	Hårdgjorda ytor kan stå för medelstor andel av klimatpåverkan. Schablonvärdet kan användas tills vidare så länge inte hela projektarean är hårdgjord. Men de unika förutsättningarna gör att det är mindre träffsäkert. Ett bättre schablonvärde skulle kunna utarbetas med referensenheten m <sup>2</sup> hårdgjord area.
9 VEGETATIONSYTOR	Vegetationsytor kan stå för medelstor andel av klimatpåverkan. Schablonvärdet kan användas tills vidare så länge inte vegetationsytor är mycket små i förhållande till projektarean. Men de unika förutsättningarna gör att det är mindre träffsäkert. Ett bättre schablonvärde skulle kunna utarbetas med referensenheten m <sup>2</sup> vegetationsyta samt mer upplöst data om olika förekommande jordtyper.
10 MARKTRUSTNING OCH ÖVRIGT	Marktrustning och övrigt står generellt för en liten andel av klimatpåverkan och schablonvärdet kan användas tills vidare. Men de unika förutsättningarna gör att det inte är så träffsäkert.

## Användning i olika skeden

Behov av att kunna använda schablonvärdena ovan kan finnas i olika plan- och byggskenen:

1. **Uppskattning av klimatpåverkan i tidigt planskede.** Syftet med beräkningen kan vara att synliggöra hur lokalisering eller vissa inriktningar på projektet kan driva klimatpåverkan. Om schablonvärden kan användas kan det minimera behovet av indata för användaren och samtidigt ge upphov till en diskussion om eventuella förändrade val redan i tidigt planskede. För tillämpning i tidigt planskede kan det räcka med en grov uppskattning av klimatpåverkan. Uppskattningen bör leda till överskattning snarare än underskattning av klimatpåverkan, för att lägga grunden för förändrad inriktning i tidigt skede. Rekommendationerna i Tabell 5 ovan kan följas för användning av projektets schablonvärden i tidigt planskede. *Exempel: Med hjälp av enkla uppskattningar av projektets ytor ges en fingervisning om projektets klimatpåverkan och om man redan i tidigt skede kan se att några aktiviteter inte kommer att vara relevanta i projektet så plockas dessa bort från schablonvärdet, med hjälp av schablonrecepten. Dessa kan också användas för att redan i tidigt skede laborera med vissa vägval för de mest klimatpåverkande delaktiviteterna.*
2. **Beräkning av baseline för klimatpåverkan kopplat till kravställande.** Här är det viktigt att klimatpåverkan inte överskattas för mycket, så att förfarandet ger incitament för verkliga utsläppsminskningar och överväganden om förändrade val. Om schablonvärden kan användas kan det minimera behovet av indata för användaren men man bör vara uppmärksam på rekommendationerna om anpassning av schablonvärdena i Tabell 5 samt under vilka förutsättningar de kan bli mer eller mindre rättvisande. Genom schablonrecepten kan användaren göra justeringar för att bättre ta hänsyn till projektspecifika förutsättningar. *Exempel: Om stålplålar krävs i projektet justeras schablonreceptet utifrån detta. Om lättfylld inte är aktuellt stryks den delaktiviteten. Om man känner till ungefärliga schaktmängder eller spontarea justeras de mängderna i recepten. På så sätt kan schablonrecepten användas för att ta fram en projektspecifik baseline.*
3. **Klimatdeklaration i samband med färdigställande.** Här bör beräkningen spegla verkligheten i så hög utsträckning som möjligt. Men tills vidare bör schablonvärdena för de mindre klimatpåverkande aktiviteterna rönning, rivning av anläggning och markutrustning och övrigt kunna användas till dess att mätning och beräkning är mer automatiserade.

Även om det finns utvecklingsmöjligheter i att förfina schablonvärdena från projektet, innebär de transparenta schablonrecepten att det finns goda möjligheter för aktörer att ta fram anpassade schablonvärden utifrån företags- eller projektspecifika förutsättningar som är kända. På så vis kan schablonrecepten användas för att identifiera vad som kan driva klimatpåverkan i specifika projekt och också för att testa hur exempelvis alternativa produktval skulle kunna leda till minskad klimatpåverkan.

## 6 Litteraturstudie om biogent kol

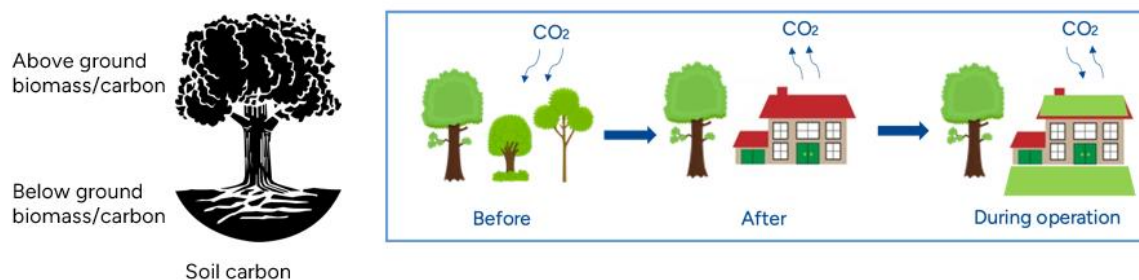
### Inledning

I ljuset av regelverket för klimatdeklaration av byggnader i Sverige, har hittills praxis vid klimatberäkning av byggnader varit att fokusera på klimatpåverkan kopplat till byggnadsmaterial och energianvändning vid uppförande av byggnader. Visserligen beräknas emellanåt bundet biogent kol i träbaserade produkter, främst stomme, i byggnader också i Sverige, till exempel (Erlandsson et al., 2018) och i exempelvis Danmark och Tyskland genom de data som används för att beräkna trävaror sett över en byggnads livscykel. Under senare år har allt fler ansatser tagits och önskemål framförts om att i ökad utsträckning också inlemma andra typer av kolinlagring, såsom biokol i mark, men också klimatpåverkan på grund av förändringar i markanvändning och vegetation i anslutning till själva byggnadsverket. Detta kan ses som en utveckling kopplat bland annat till olika definitioner på "klimatneutralitet" som tas fram av olika aktörer, såsom SGBC:s NollCO<sub>2</sub>-certifiering, LFM 30 och SBUF-projektet "Klimatneutrala anläggningsprojekt".

Med tanke på detta projekts fokus sågs det som värdefullt att också inlemma en projektdel som gick igenom var vi står kopplat till biogent kol, i kolpooler på byggplats och förändringar av dessa samt kopplat till biogen kolinlagring över tid för eventuell tomtmark i anslutning till byggnaden. Samtidigt är det ett komplext område och det finns andra projekt som behandlar denna fråga separat. Projektet har därför i första hand sökt och sammanställt data från andra projekt och publicerade rapporter och vetenskapliga studier, samt tittat närmare på några av de modeller och ansatser som idag finns att inlemma detta med kolbalans och biogent kolupptag kopplat till klimatberäkning av byggprojekt.

### Litteratur- och metodöversikt

En litteratursökning genomfördes för att identifiera tidigare studier om angreppssätt med fokus på kolbalans på grund av förändrad markanvändning före och efter uppförande av byggnad, grön infrastruktur för biogent kolupptag samt metoder för att integrera sådana beräkningar i livscykelanalyser för byggnader. En del av underlaget utgörs av två nyligen publicerade rapporter (Erlandsson et al., 2024; Uppenberg et al., 2023) som också delvis innehåller litteratur- och metodöversikter för denna frågeställning. Utöver detta gjordes också lite närmare studier av ett antal olika modeller och befintliga verktyg som på något eller några sätt inbegriper beräkning av kolbalans i mark och/eller vegetation före respektive efter uppförande av byggnaden samt kolupptag över tid. Figur 9 visar schematiskt vilka delkomponenter av biogent kol som kan vara intressanta att kvantifiera kopplat till markarbeten och uppförande av byggnader.



Figur 9. Biogena kolpooler och förändrad inlagring av biogent kol före och efter markarbeten och uppförande av en byggnad. (Figur: Xi-Lillian Pang).

Biogena kolpooler kan delas upp i tre grupper; kol i biomassa ovan jord, kol i biomassa under jord och markkol. Vid anläggning och markarbeten på naturmark eller annan grön infrastruktur kommer den förändrade markanvändningen före och efter projektet att påverka såväl kolinnehållet i dessa tre grupper, som framtida inlagring av kol i växtlighet.

För att kvantifiera kolpool i biomassa ovan mark (BOM i tabellen nedan) är den största osäkerheten avsaknaden av standardmodeller för att uppskatta kolpoolen utifrån trädmått eftersom det inte bara beror på trädparametrar (som stamdiameter och höjd) utan också på klimatförhållanden (torrt eller fuktigt), och resultaten testas sällan (Chave et al., 2014). För närvarande är den vanliga beräkningen att använda parametrar för olika trädslag, åldrar, diameter och höjd (Erlandsson et al., 2022; Pang et al., 2017; Sällberg, 2020).

Biomassa under mark (BUM i Tabell 6 nedan) definieras normalt som levande biomassa av rötter som är större än 2 mm i diameter (Ashton et al., 2012). Vanlig praxis är att härleda BUM från BOM med hjälp av ett referensförhållande och sedan omvandla den biomassan till koldensitet genom att använda IPCC:s standardomvandlingsfaktor på 0,5 för att uppskatta totala kollager i BUM (Pang et al., 2017). Däremot skapas normalt bias i dessa modeller, eftersom kolförrådet i rotsystem är nära relaterat till klimatet och marktextur bortsett från storleken ovan jord (Schenk & Jackson, 2002).

Markens kol är summan av både organiskt och oorganiskt kol. Organiskt kol finns i markens organiska material, medan oorganiskt kol till stor del finns i karbonatmineral. Jordar utgör de största kolpoolerna. De lagrar minst tre gånger så mycket kol, i form av markorganiska ämnen, som i antingen atmosfären eller i levande växter (Delgado-Baquerizo et al., 2018; Schmidt et al., 2011). Forskning om mark-organisk koldynamik visar att beständigheten av markkol i första hand är en ekosystemegenskap snarare än en molekylär egenskap. Med andra ord, kol finns kvar i marken under mycket lång tid om ekosystemet (markanvändningen) inte förändras.

Uppenberg et al. (2023) konstaterar att det i dagsläget saknas konsensus om hur dessa delar ska kvantifieras i anläggningsprojekt. Men baserat på Figur 9 har delkomponenter av särskilt intresse listats, se Tabell 6. I Tabell 6 ges också en översikt över ett antal olika angreppssätt och/eller verktyg som har ansatser för att kvantifiera kolpooler och kolinlagring till följd av förändrad markanvändning i samband med bygg- och anläggningsprojekt.

Tabell 6. Delkomponenter vid klimatberäkning av förändrad markanvändning i byggprojekt samt översikt över ett antal angreppssätt/verktyg och vad de i dagsläget inkluderar.

		Urval av angreppssätt, verktyg eller data								
Delkomponent		Klimat-kalkyl (Trafikverket, 2024)	LFM30 (Erlandsson et al., 2022)	Klimat-verktyg Landskap (Glaumann landskap, n.d.)	(Sällberg, 2020)	The LECa tool (Pang et al., 2017)	I-Tree (i-Tree, n.d.)	(Bendewald & Zhai, 2013)	(Erlandsson et al., 2024)	(Boverket, 2021)
Kolpool - före det att markarbeten inleds	BOM	x	x	x		x	x	x		
	BUM		?	x		x				
	Mark		x	x						
Kolpool - efter färdigställande	BOM		x	x	x	x	x	x		
	BUM		(x) dvs. biokol	x		x				
	Mark		x	x						
Kolinlagring i växtlighet	före det att markarbeten inleds		x	x						x
	efter färdigställande		x	x						x
	under en tänkt livscykel		x	x	x		x	x	x	x
Utsläpp av växthusgaser (modul A1-A5) för träd, växter, jord				x					x	
Utsläpp vid underhåll av planteringar			(x)	x						

Av angreppssätten ovan är det enbart I-Tree och LEcA tool som är verktyg som finns tillgängliga för beräkning av kolpooler/kolinlagring enligt tabellen ovan. Båda dessa har fokus på att estimerar kolpool i biomassa och i I-tree Eco´s fall också kolinlagring i träd över tid. LEcA Tool inbegriper dock också att beräkna kol i biomassa under mark (BUM). LFM30-metoden samt Klimatverktyg Landskap är de metoder som inbegriper merparten av delkomponenterna i Tabell 6 och också är mest anpassade för att arbeta med dessa frågor inom byggnads-LCA. Klimatverktyg Landskap är fortfarande under utveckling och finns dock inte öppet tillgängligt än även om det använts i ett antal fallstudier i Sverige. LFM 30-metoden är integrerad i mall för återbetalning hos LFM30 men det framgår också att det finns frågor som kvarstår att hantera. Dessa två verktyg använder olika data-set för sina beräkningar. Båda verktygen hanterar exempelvis kolinlagring förenklat med värden för några olika typer av vegetation i LFM 30 och något mer upplöst (exempelvis för träd med olika dimensioner) i Klimatverktyg Landskap.

Utöver dessa har Boverket (2021) tagit fram en ansats om ett verktyg för klimatpåverkan kopplat till planläggning där några delkomponenter tas upp. Trafikverkets klimatkalkyl hanterar än så länge enbart bortförsel av biomassa i samband med avverkning för projekt. Frågan belyses också av Erlandsson et al. (2024) där målsättningen varit att gå mot utvecklade och mer upplösta data-set för kolinlagring i träd samt klimatpåverkan kopplat till produktion av träd, m.m för plantering i urbana områden.

Av de studerade angreppssätten är det enbart Erlandsson et al (2022) och Klimatverktyg Landskap som uppskattar markkol före och efter det att markarbeten inleds på byggplatsen. Men även här används olika data-set. För detta finns dock data-set från SLU om kolförråd och kolsänkor (Institutionen för mark och miljö SLU, 2024) som inbegriper flera parametrar, såsom levande och dött organiskt material samt markkol för olika marktyper. Detta kan vara ett användbart material att integrera i beräkningsmetoder och verktyg kopplat till klimatpåverkan från markarbeten vid uppförande av byggnader. Samtidigt är kolinlagring i levande och dött organiskt material, liksom markens kol en dynamisk process. Det ökar varje år om det inte tas bort. Så, lagringsberäkningen av kol bör räknas genom att använda basårets kol plus ackumulering för en satt referensstudietid framåt. Så görs beräkningen i Klimatverktyg Landskap.

Av de studerade angreppssätten är det också enbart LEcA tool och Klimatverktyg Landskap som separerar BOM och BUM i beräkningarna. Det verktyget använder så kallad biomass expansion factor för att göra det baserat på Lehtonen et al. (2004) vilket också skulle kunna integreras i andra verktyg.

Genomgången visar att det finns ansatser och verktyg under utveckling för att göra mer heltäckande bedömningar av kolpooler och kolinlagring för tillämpning i byggnads-LCA. Än så länge är detta dock inte standardiserat och de studerade angreppssätten använder olika data-set som underlag för beräkningarna. Precis som Uppenberget et al (2023) kan vi konstatera att det är viktigt att ett sådant standardiserat förfarande tar hänsyn till såväl markkol som biomassa ovan och under marken och att detta också redovisas separat.



## 7 Diskussion

### 7.1 Strukturering av området markarbeten och markförstärkning

En stor utmaning i projektet var att konkretisera vilka aktiviteter som ska inrymmas i begreppet "markarbeten och markförstärkning", vilket kommer från Boverket (2023). Eftersom olika entreprenörer arbetar med olika och i viss mån egna kategoriseringssystem för sina kalkyler, innebar detta också en utmaning i förhållande till att mappa inlämnade poster i kalkyler och resurssammanställningar till ett och samma format. Som beskrivits tidigare utvecklades detta format också under projektets gång till att så småningom landa i kategoriseringen i huvud- och delaktiviteter enligt Bilaga 1 och 2.

Som tidigare nämnts började projektet i den grova indelningen utifrån SBEF:s byggdelstabell och därefter gjordes försök att skapa en kategorisering utifrån produktionsresultat enligt AMA/BSAB96 och CoClass. Detta blev dock alltför detaljerat för att kunna inrymmas i projektet, och bedömdes dessutom som en för detaljerad nivå för att kunna arbeta med schablonrecepten och –värdena för klimatpåverkan på ett görligt sätt i projekt. Även om AMA/CoClass Produktionsresultat används för att upprätta kalkyler för dessa arbeten är dessa så många och diskussionerna i arbetsgruppens workshop synliggjorde också att kalkylerna och kategoriseringen ändå skiljer sig åt beroende på vem som gör dem. Därmed landade projektet i att i stället försöka ta fram så tydliga beskrivningar som möjligt av vad som bör ingå i huvudaktiviteterna, se Bilaga 1. Detta arbete kan tas vidare i kommande projekt men lägger likväl en god grund för mer likvärdiga och jämförbara sätt att beräkna klimatpåverkan från markarbeten och markförstärkning i samband med uppförande av byggnad, oavsett vem som genomför beräkningen.

Listan i Bilaga 1 har till viss del samordnats med pågående utvecklingsarbete med metod för klimatberäkning av anläggningsprojekt inom LFM30, för att i möjligaste mån synkronisera vad som kommer ut från dessa projekt. I skrivande stund finns dock några skillnader som bland annat beror på att fokus i detta SBUF-projekt ligger på markarbeten och markförstärkning i samband med uppförande av byggnad, inte för mark- och anläggningsarbeten generellt.

### 7.2 Inventerings- och klimatdata i liknande beräkningar

I arbetet med projektets fallstudie har en rad lärdomar dragits kring utmaningar vad gäller sammanställning av inventeringsdata i resurssammanställningar för klimatberäkning, samt användning av klimatdata.

I projektet har fyra olika entreprenörer deltagit och alla har sina sätt att sätta samman sina kalkyler som ligger till grund för resurssammanställningarna för klimatberäkningen.

#### Arbetsmaskiner

Uppdelning av arbetsmaskiner mellan olika aktiviteter har gjorts med hjälp av entreprenörernas kalkyler där maskintimmar har kopplats till olika AMA-koder. I vissa fall levererades maskintimmarna i stället som klumpsummor och har inte kunnat delas

upp. Om en klimatberäkning görs utifrån faktiska uppgifter om maskintimmar finns ingen anledning att lägga extra tid på uppdelning i olika aktiviteter utan i slutändan är det ändå totalsiffran som är intressant. Syftet med uppdelningen av maskintimmar i schablonrecepten är att få med sig A5 energi i tidigt skede innan detta är känt.

Ett medskick från detta projekt är att användning av endast "inbyggda" värden för A5 energi i klimatdata-set kan leda till underskattning av klimatpåverkan. Detsamma gäller om schablonrecepten justeras och vissa poster helt plockas bort. Det bästa är att beräkna arbetsmaskiners klimatpåverkan utifrån verklig energiåtgång, på samma sätt som A5 energi beräknas inom lagen för klimatdeklaration av byggnader. Om detta görs är det bra att komma ihåg att stryka de "inbyggda värdena" i använda klimatdata-set för övriga resurser för till exempel schakt- eller fyllnadsmassor för att undvika dubbelräkning av A5 energi.

## Växtjord

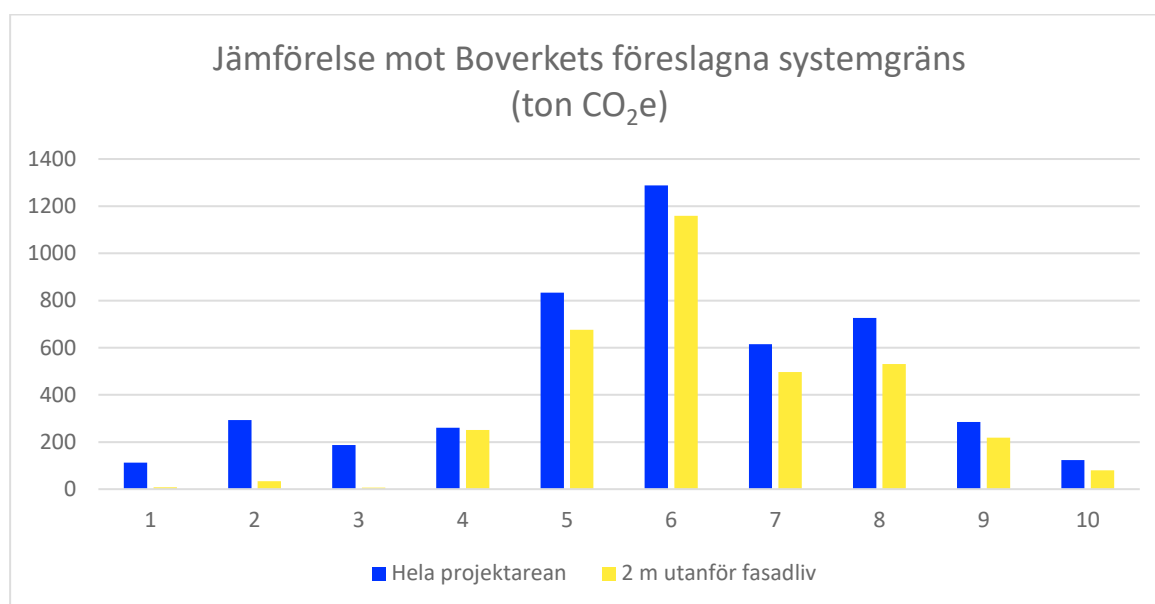
Ett resultat som var något oväntat är att anläggning av vegetationsytor kan stå för en någorlunda hög klimatpåverkan, enligt projektets beräkningar. I fallstudien har dock såväl växtjord, som exempelvis anläggningsjord och skelettjord mappats mot samma klimatdata. Det som använts är data för torvfri växtjord från den finska databasen för infrastruktur (Co2data.fi, 2024). Dess värde ligger på samma nivå som torvfri växtjord enligt en PEF (product environmental footprint) från Hasselfors garden, dvs. 0,047 kg CO<sub>2</sub>e/kg. Detta valdes efter att växtjord med torv i finska databasen bedömdes kunna överskatta klimatpåverkan för mycket. Det data-setet motsvarar en blandning av 21% torv och 78% sand och landar på 0,095 kg CO<sub>2</sub>e/kg enligt uppgifterna i databasen. Detta kan jämföras mot 0,06 kg CO<sub>2</sub>e/kg som används i Klimatverktyg landskap och som bygger på en blandning av 35% sand, 35% torv och 30% lera (hämtat från Azzi et al., 2022). Valet av klimatdata för växtjord är viktigt att beakta fortsättningsvis och det vore angeläget att minska osäkerheterna i användning av klimatdata för detta.

## 7.3 Jämförelse mot Boverkets föreslagna systemgräns och klimatdeklaration

I det förslag till systemgränser för klimatdeklaration av markarbeten och markförstärkning som Boverket presenterat 2023 (Boverket, 2023) föreslogs att avgränsa redovisning av dessa delar till sådant som omfattas av byggnadsarean ut till 2 meter utanför fasadliv (se Figur 3). Det kan därför vara av intresse att få en uppfattning om hur resultaten från projektets fallstudie skiljer sig mot om en sådan snävare systemgräns skulle användas. Detta visas i Figur 10 där vad som skulle inrymmas i Boverkets föreslagna systemgräns beräknats något förenklat. Ett antal huvudaktiviteter har antagits inrymmas helt inom 2 meter utanför fasadliv, nämligen spont, schakt/fyll under huskropp och pålning. För huvudaktiviteterna röjning, rivning av anläggning, schakt/fyll yttre arbeten och ledningar har en uppskattad fördelning gjorts genom andelen för byggnadsarean (BYA) + 2 meter utanför fasadliv av total klimatpåverkan för hela projektarean. Denna ansats kan diskuteras främst för ledningar, där man möjligen kan anta att mer av ledningsarbeten ligger i anslutning till huskroppen och att det inte är jämnt fördelat på hela projektarean. Byggnadsarean + 2 meter utanför fasadliv har beräknats förenklat genom att anta att byggnadsarean

motsvarar storleksordningen 0,7 multiplicerat med byggnadsarea + 2 m utanför fasadliv. För byggnader med stor byggnadsarea kan detta vara något högt räknat och för komplicerade byggnader med många flyglar kan det snarare ligga något i underkant.

Det som framför allt inte kommer med i Boverkets föreslagna systemgräns är klimatpåverkan kopplat till markberedning och anläggning av hårdgjorda och vegetationsytor. När det gäller de anlagda ytorna har klimatpåverkan från dessa räknats bort överallt i figuren nedan. Men det kan diskuteras för de fall som har anlagda ytor på gårdsbjälklag, om detta då skulle räknas in i Boverkets föreslagna systemgräns eller ej.



Figur 10. Total klimatpåverkan för de studerade fallen med en systemgräns som omfattar hela projektarean jämfört med Boverkets föreslagna systemgräns (Boverket, 2023).

Boverkets förslag handlar om att kunna få till en hög tydlighet i regelskrivningen. Deltagande entreprenörer i projektet ser svårigheter med att skära kalkylen på detta sätt och viss otydlighet i hur man ska göra olika avgränsningar. Det skulle kunna leda till att en entreprenör styr mot att vissa aktiviteter inte ingår i den gränsen, såsom att anlägga spalten på kommunal mark i stället. Ett annat exempel på svårigheter att avgränsa kan vara om man har en underliggande källare som utnyttjas av flera ovanpåliggande byggnader samt att underliggande delar som källare kan löpa utanför den tänkta 2m-gränsen. Flera resonerade att det kan vara bättre att försöka inkludera "hela projektet" så länge aktiviteter och konstruktioner kopplas till själva byggnadens funktion. Samtidigt visade projektets fallstudie med förskolebyggnader att anläggning av själva gården stod för en större andel av klimatpåverkan kopplat till markarbeten och markförstärkning än de arbeten och konstruktioner som skulle falla inom 2m-gränsen. Kopplat till klimatdeklaration vid uppförande av byggnader kan man se det som att detta inte bör höra till själva byggnaden. Samtidigt visar fallstudieresultaten att det finns möjligheter att reducera klimatpåverkan påtagligt också vid sådan markanläggning och att det därmed kan vara önskvärt att skapa incitament för att vidta sådana åtgärder.

## **Temporära konstruktioner**

I klimatdeklarationen ingår inte byggnader med tidsbegränsade bygglov, såsom temporära byggnader i form av bodar och liknande under byggtiden. I revisionen av standarden EN 15978 ser tillfälliga konstruktioner ut att kunna ingå i den nya delmodulen A5.2 Construction activities (Erlandsson et al., 2024). Ett exempel kopplat till detta som lyfts under arbetet med fallstudien är att klimatdeklarationen då inte ger incitament för återbruk av gjutformar och liknande.

Ett annat exempel är att det kan argumenteras för att kranfundament och spont som plockas bort efter färdigställandet, i så fall inte heller skulle ingå i en sådan deklaration. Så har det hanterats i grundberäkningarna för det fall där detta förekom. Samtidigt noterades att om spontkonstruktionen från början varit återbrukad, och därmed med enligt så kallat cut-off-metod ansatts ha noll klimatpåverkan skulle det resultera i en högre klimatpåverkan att dra upp sponten för fortsatt återbruk, jämfört med att låta den ligga kvar. Resursmässigt ger det ett önskat incitament. Ett sätt att hantera det skulle kunna vara att om man låter sådana temporära konstruktioner sitta kvar, bör klimatpåverkan bäras av projektet även om konstruktionen var återbrukad från början.

För närvarande används cut-off-metoden i Boverkets klimatdatabas för att ge incitament för att använda återbrukade produkter vid uppförande av nya byggnader. Tanken är då att produkterna sitter kvar i byggnaden under lång tid framåt. För temporära konstruktioner, som exemplet med spont ovan, är det dock tveksamt att hantera det så i beräkningen, även om den dras upp. För varje användning åldras konstruktionen och delar kan gå sönder. Det är därför rimligt att snarare allokera en andel av produktskedets klimatpåverkan på varje användning.

## **Borttransport av massor**

Slutligen kan kommenteras att frågan om hantering av sulfidhaltiga schaktmassor och sanering av förorenade massor kommit upp i projektet. Då sådana massor definieras som avfall kan argumenteras för att processer kopplat till borttransport och hantering är avfallshantering som borde ingå i modul A5. I regelverket för klimatdeklaration vid uppförande av byggnader har dock avfallshanteringsprocesser i modul A5 avgränsats bort. Inkludering av det i en klimatdeklaration skulle kunna ge incitament att minimera uppkomst av dylika schaktmassor i projekt. Då denna typ av massor inte förekom i några av de studerade fallen har dock inga beräkningar utvecklats inom ramen för projektet. Men det är en fråga som bör studeras vidare.

## 8 Slutsatser

Detta projekt har utmynnat i ett antal huvudsakliga resultat som ska kunna vara av värde framgent för olika aktörer som arbetar med klimatkrav och klimatberäkningar kopplat till markarbeten och markförstärkning för byggnadsprojekt.

Projektets fallstudie visar tydligt att klimatpåverkan kopplat till markarbeten och markförstärkning kan variera mycket mellan olika projekt, mellan 15 och 219 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> BTA, när arbeten inom hela projektarean räknas in. Det visar dock tydligt att bruttoarea som referensenhet inte alltid är lämplig. De projekt med högre klimatpåverkan per m<sup>2</sup> bruttoarea är små byggnader med stor projektarea. I total klimatpåverkan ligger dessa projekt tydligt lägre än de större byggprojekten. För större byggnadsprojekt är det främst pålning, schakt/fyll under huskropp samt spontning som driver klimatpåverkan. Men även markanläggning av hårdgjorda ytor och i viss mån också vegetationsytor har i projektets fallstudie visat sig kunna driva klimatpåverkan.

Då Boverket föreslår att lagstadgat krav på klimatdeklaration för markarbeten och markförstärkning ska införas gjordes en ansats att uppskatta hur stor andel av klimatpåverkan från markentreprenaden som skulle bli deklarerat med Boverkets föreslagna systemgräns om att deklarerat allt inom 2 meter utanför fasadliv. Analysen visade att en någorlunda hög andel av klimatpåverkan skulle innefattas i de tio fallen. Men en 2-metersgräns innebär samtidigt en risk att kraftigt underskatta klimatpåverkan då väsentligt klimatdrivande aktiviteter, som pålning, spontning och bergschakt inom projektarean men utanför 2-metersgränsen kan krävas för byggnaden.

Ett viktigt resultat från projektet är en mer gemensam syn på vilka aktiviteter som området *markarbeten och markförstärkning vid uppförande av byggnad* kan/bör omfatta. Projektet föreslår 14 huvudaktiviteter som kan definiera området och tillhandahåller beskrivningar av vad som bör ingå i beräkning av respektive huvudaktivitet. Denna beskrivning syftar till att underlätta för aktörer att klimatberäkna markarbeten och markförstärkning vid uppförande av byggnad på ett likartat sätt.

Området "markarbeten och markförstärkning vid uppförande av byggnad" har delats in i följande aktiviteter:

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| 0. Sanering och rivning av befintlig byggnation | 6. Pålning                    |
| 1. Röjning                                      | 7. Ledningar                  |
| 2. Rivning av anläggning                        | 8. Hårdgjorda ytor            |
| 3. Spont  | 9. Vegetationsytor            |
| 4. Schakt, fyllning – under huskropp            | 10. Markutrustning och övrigt |
| 5. Schakt, fyllning – yttre arbeten             | 11. Komplementbyggnader       |
|   | 12. Stödmurar                 |
|   | 13. Jordförstärkning          |

För tio av dessa 14 huvudaktiviteter (aktivitet 1-10) har projektet utvecklat så kallade schablonrecept. Dessa utgör transparenta beskrivningar på delaktiviteter samt förslag på schablonmängder och klimatdata för de olika delaktiviteterna. Schablonrecepten ligger beskrivna i en Excelbilaga och möjliggör därmed att aktörer kan göra

uppskattningar av klimatpåverkan i tidiga skeden genom mindre anpassningar av recepten baserat på företags- eller projektspecifika förutsättningar som är kända då beräkningen görs. På så vis kan schablonrecepten användas för att identifiera vad som kan driva klimatpåverkan i specifika projekt och också för att testa hur exempelvis alternativa produktval skulle kunna minska klimatpåverkan. I takt med att kunskapen om klimatpåverkan från markarbeten och markförstärkning i byggnadsprojekt ökar, kan dessa schablonrecept utvecklas vidare längre fram.

Utifrån de framtagna schablonrecepten redovisar projektet också schablonvärden baserat på data från de tio projekten i fallstudien. Eftersom omfattning och utförande av olika aktiviteter varierar mycket från projekt till projekt är tanken att schablonvärdena kan anpassas baserat på mer eller mindre kända förutsättningar. Dels kan schablonvärden plockas bort för sådana huvudaktiviteter som är känt att det inte kommer att förekomma i projektet. Dels kan schablonvärdena anpassas, framför allt för de aktiviteter som kan driva klimatpåverkan mycket, såsom pålning, spont och schakt/fyllning under huskropp.

Schablonvärdena leder generellt till överskattade nivåer av klimatpåverkan. Detta är avsiktligt då de satts konservativt för att ge incitament för mer noggranna beräkningar och då de är förknippade med en del osäkerheter. Bedömningen är dock att de generellt är användbara tills vidare för uppskattning av klimatpåverkan i tidigt planskede. För beräkning av projektspecifik baseline behöver schablonvärden anpassas åtminstone för klimatdrivande aktiviteter. Generellt bör schablonvärdena inte användas för klimatdeklaration, men för mindre klimatdrivande aktiviteter som röjning, rivning av anläggning och markutrustning och övrigt, kan det göras för att underlätta beräkningar tills dessa är mer automatiserade. I rapporten finns närmare beskrivning av under vilka förutsättningar schablonvärdena för respektive huvudaktivitet bedöms vara mer eller mindre representativa.

Observera att projektet enbart tagit fram schablonrecept och –värden för 10 av de 14 huvudaktiviteterna. Om alla 14 ingår i systemgränsen behöver man komplettera med dessa delar. Dessutom baseras schablonrecepten också enbart på aktiviteter och geokonstruktioner som förekommit i projektets tio fallstudieprojekt.

Projektets fallstudieresultat och schablonvärden innefattar enbart klimatpåverkan kopplat till resursanvändning i markprojekt, men en litteraturstudie i projektet visar också på angreppssätt för att så småningom integrera upptag och utsläpp av koldioxid kopplat till förändrad markanvändning och förändrade kolpooler på byggplatsen i liknande klimatberäkningar.

Slutligen, det finns en hel del osäkerheter förknippade med de schablonvärden och schablonrecept som utarbetats i projektet. Det beror dels på att de enbart bygger på de tio projekten i fallstudien men också på att markentreprenader varierar mycket från projekt till projekt. För att säkerställa att entreprenörer gör jämförbara beräkningar, bör man gå mot ökad grad av detaljerade beräkningar och ännu bättre precisering av ingående aktiviteter i området markarbeten och markförstärkning. Detta projekt bidrar dock med att ta ett viktigt kliv i denna riktning jämfört med den kunskap som fanns tidigare.

## 9 Fortsatt arbete

Ett antal frågor har identifierats i projektet som kan vara angelägna att arbeta vidare med för att gå mot mer likartade klimatberäkningar och stödjande klimatbesparande åtgärder kopplat till markarbeten och markförstärkning:

- Inventeringsdata för arbetsmaskiner sammanställs på olika sätt av entreprenörer. En gemensam kravställning på hur underentreprenörer ska lämna data skulle bidra till mer likriktade beräkningar.
- Schablonrecepten från projektet skulle kunna utvecklas vidare, exempelvis:
  - Baserat på fler fallstudieprojekt av olika karaktär
  - För resterande huvudaktiviteter och geokonstruktioner som inte förekom i detta projekts studerade fall
  - Genom ökad detaljeringsgrad på klimatdata för olika jordtyper (växtjord, skelettjord, anläggningsjord osv.).
- Schablonvärden för hårdgjorda ytor och vegetationsytor vore mer användbara om de togs fram i enheterna kg CO<sub>2</sub>e per m<sup>2</sup> hårdgjord yta respektive vegetationsyta i stället för per m<sup>2</sup> projektarea. Detta kräver en enhetlig bild av hur indelning ska ske av dessa ytor.
- Utveckling av gemensam syn på hur temporära och återbrukade konstruktioner bör hanteras beräkningsmässigt kopplat till klimatdeklaration.
- Successiv integrering av beräkning av förändrad markanvändning.
- Framtagning av underlag för potentialer till klimatbesparing i liknande projekt för att stimulera att åtgärder vidtas.
- Utveckling av en komplett lista av väl beskrivna huvudaktiviteter för mark- och anläggningsprojekt generellt och inte bara kopplat till uppförande av byggnad.

## Litteraturförteckning

- Ashton, M., Tyrrell, M., Spalding, D., & Gentry, B. (2012). *Managing Forest Carbon in a Changing Climate*. Springer. DOI 10.1007/978-94-007-2232-3
- Azzi, E. S., Karlton, E., & Sundberg, C. (2022). Life cycle assessment of urban uses of biochar and case study in Uppsala, Sweden. *Biochar*, 4(1), 1–17.  
<https://doi.org/10.1007/s42773-022-00144-3>
- Balouktsi, M., Kanafani, K., Francart, N., Langkjaer, N., & Ryberg, M. (2024). *Decarbonisation of the building stock*.  
<https://www.nordicsustainableconstruction.com/knowledge/2024/september/wp1-task-4-decarbonisation-of-the-building-stock>
- Bendewald, M., & Zhai, Z. J. (2013). Using carrying capacity as a baseline for building sustainability assessment. *Habitat International*, 37, 22–32.  
<https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2011.12.021>
- Boverket. (2021). *Verktyg för minskad klimatpåverkan vid planläggning. Rapport 2021:11*. Karlskrona: Boverket.
- Boverket. (2023). *Gränsvärde för byggnaders klimatpåverkan och en utökad klimatdeklaration. Rapport 2023:20*. Karlskrona: Boverket.  
<https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2023/slutrapport-gransvarde-for-byggnaders-klimatpaverkan.pdf>
- Boverket. (2024). *Boverkets klimatdatabas. Version 02.05.000, 2024-01-25*.  
<https://klimatdatabasen.boverket.se/>
- Carlsson, C., Kiilsgaard, R., Song, X., With, C., Bergman, S., Jacobson, A., Al-Ayish, N., Thrysin, Å., Ulfsparre, H., Eriksson, E., Bektas, S., & Nguyen, D. (2023). *Klimatdata för geokonstruktioner*. Smart Built Environment Rapport U8 2020:16
- Chave, J., Réjou-Méchain, M., Búrquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M. S., Delitti, W. B. C., Duque, A., Eid, T., Fearnside, P. M., Goodman, R. C., Henry, M., Martínez-Yrizar, A., Mugasha, W. A., Muller-Landau, H. C., Mencuccini, M., Nelson, B. W., Ngomanda, A., Nogueira, E. M., Ortiz-Malavassi, E., ... Vieilledent, G. (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology*, 20(10), 3177–3190.  
<https://doi.org/10.1111/gcb.12629>
- Co2data.fi. (2024). *Emissions database for infrastructure construction. Version 01.00.007 (13.9.2024)*. <https://co2data.fi/infra/>
- Delgado-Baquerizo, M., Eldridge, D. J., Maestre, F. T., Karunaratne, S. B., Trivedi, P., Reich, P. B., & Singh, B. K. (2018). Comment on “climate legacies drive global soil carbon stocks in terrestrial ecosystems.” *Science Advances*, 4(3), 1–7.  
<https://doi.org/10.1126/sciadv.1701482>
- Dodd, N., Donatello, S., & Cordella, M. (2021). *Level ( s ) – En gemensam EU-ram för grundläggande hållbarhetsindikatorer för kontorsbyggnader och bostadshus. Användarhandbok 2: Upprättande av ett projekt för att använda den gemensamma ramen för Level(s), version 1.1*.  
<https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/2023-02/ENV->



2020-00021-02-01-SV-TRA-00\_0.pdf

- Erlandsson, M. (2013). *Generell byggproduktinformation (BPI) för bygg- och fastighetssektorn: Miljödata för arbetsfordon*.  
<http://www.ivl.se/download/18.343dc99d14e8bb0f58b7730/1449742362028/C9.pdf>
- Erlandsson, M., Görman, F., Thrysin, Å., Häkkinen, T., Eckerberg, K., Pesu, J., Dalborg, M., & Asplund, J. (2024). *Nordic view on data needs and scenario settings for full life cycle building environmental assessment*.  
[https://www.nordicsustainableconstruction.com/Media/638542191749462744/Nordic view on data needs and scenario settings for full life cycle building environmental assessment.pdf](https://www.nordicsustainableconstruction.com/Media/638542191749462744/Nordic%20view%20on%20data%20needs%20and%20scenario%20settings%20for%20full%20life%20cycle%20building%20environmental%20assessment.pdf)
- Erlandsson, M., Malmqvist, T., Francart, N., & Kellner, J. (2018). *Minskad klimatpåverkan från flerbostadshus. LCA av fem byggsystem. Underlagsrapport. Rapport C350*. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ivl:diva-202>
- Erlandsson, M., Mattsson, E., & Nilsson, J. (2022). *LFM30: s klimatbudget Negativa klimatutsläpp genom användning av biogena kolsänkor* (Issue C).  
<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1684595/FULLTEXT01.pdf>
- European Parliament. (2024). *European Parliament legislative resolution of 12 March 2024 on the proposal for a directive of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings (recast) (COM(2021)0802 – C9-0469/2021 – 2021/0426(COD))*.  
[https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2024-0129\\_EN.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2024-0129_EN.html)
- Glaumann landskap. (n.d.). *Klimatverktyg Landskap*.  
<https://www.glaumannlandskap.se/projects/klimatverktyg-landskap>
- i-Tree. (n.d.). *i-Tree Eco och i-Tree Canopy*. <https://www.itreetools.org/>
- Institutionen för mark och miljö SLU. (2024). *SLU Kolkartor - Sveriges kolförråd och kolförrådsförändring i mark*. <https://www.slu.se/miljoanalys/statistik-och-miljodata/sok-data/slu-kolkartor>
- Lehtonen, A., Mäkipää, R., Heikkinen, J., Sievänen, R., & Liski, J. (2004). Biomass expansion factors (BEFs) for Scots pine, Norway spruce and birch according to stand age for boreal forests. *Forest Ecology and Management*, 188(1–3), 211–224.  
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2003.07.008>
- Malmqvist, T., Borgström, S., Brismark, J., & Erlandsson, M. (2023). *Referensvärden för klimatpåverkan vid uppförande av byggnader. Version 3, 2023. TRITA-ABE-RPT-2325*. <https://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:1812831/FULLTEXT01.pdf>
- Nordic sustainable construction. (2024). *Harmonised carbon limit values for buildings in Nordic countries*.  
[https://www.nordicsustainableconstruction.com/Media/638454845079349742/Harmonised Carbon Limit values for buildings in the Nordic countries.pdf](https://www.nordicsustainableconstruction.com/Media/638454845079349742/Harmonised%20Carbon%20Limit%20values%20for%20buildings%20in%20the%20Nordic%20countries.pdf)
- Pålkommisionen. (2023). *Pålstatistik för Sverige 2022. Information 2023:1*.
- Pang, X., Nordström, E. M., Böttcher, H., Trubins, R., & Mörtberg, U. (2017). Trade-offs and synergies among ecosystem services under different forest management scenarios – The LEcA tool. *Ecosystem Services*, 28, 67–79.

<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.10.006>

- Regeringskansliet. (2021). *Lag (2021:787) om klimatdeklaration för byggnader*.  
[https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-2021787-om-klimatdeklaration-for-byggnader\\_sfs-2021-787](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-2021787-om-klimatdeklaration-for-byggnader_sfs-2021-787)
- Sällberg, A. (2020). *Klimatkalkyl för landskapsprojektering. Examensarbete*.  
<http://www.diva-portal.se/smash/get/diva2:1511828/FULLTEXT01.pdf>
- Schenk, H. J., & Jackson, R. B. (2002). Rooting depths, lateral root spreads and below-ground/above-ground allometries of plants in water-limited ecosystems. *Journal of Ecology*, *90*(3), 480–494. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2002.00682.x>
- Schmidt, M. W. I., Torn, M. S., Abiven, S., Dittmar, T., Guggenberger, G., Janssens, I. A., Kleber, M., Kögel-Knabner, I., Lehmann, J., Manning, D. A. C., Nannipieri, P., Rasse, D. P., Weiner, S., & Trumbore, S. E. (2011). Persistence of soil organic matter as an ecosystem property. *Nature*, *478*(7367), 49–56.  
<https://doi.org/10.1038/nature10386>
- Skanska. (2014). *Skanska Sveriges Byggdelsregister enligt BSAB83*.
- Song, X., Carlsson, C., & Bendz, D. (2024). *Klimatpåverkan från geokonstruktioner för byggnader*. SGI
- Song, X., Carlsson, C., Kiilsgaard, R., & Bendz, D. (2023). *Klimatdeklaration av byggnader och geokonstruktioner. Sammanställning av nuläge i Norden* (Issue september). SGI
- Toller, S. (2024). *Klimatkalkyl - Beräkning av infrastrukturens klimatpåverkan och energianvändning i ett livscyelperspektiv. Modellversion 8.0*.  
<https://bransch.trafikverket.se/contentassets/eb8e472550374d7b91a4032918687069/klimatkalkyl-rapport-version-8.0.pdf>
- Trafikverket. (2024). *Trafikverket Klimatkalkyl. Version 8.0*.  
<https://klimatkalkyl.trafikverket.se/Modell>
- Uppenberg, S., Eriksson, M., Liljenström, C., Requena Carrion, A., & Rydén, N. (2023). *Klimatneutrala anläggningsprojekt - Vad är det? SBUF 14138*.  
<https://www.sbuf.se/projektresultat/projekt?id=6e50c0ef-da48-4869-810d-f3e86469b79f>

## Bilaga 1 Aktiviteter

Tabell B1. Lista över aktiviteter inom området Markarbeten och markförstärkning vid uppförande av byggnad. För aktiviteterna 0, 11, 12 och 13 (markerade med \*) har inga schablonvärden tagits fram inom projektet. Indelningen av aktiviteter utgår främst från BSAB83/SBEF bygghandboken.

<sup>1</sup> Skanska. (2014). Skanska Sveriges Bygghandboken enligt BSAB83.

<sup>2</sup> Dodd, N., Donatello, S., & Jrc, M. C. (2021). Level (s) – En gemensam EU-ram för grundläggande hållbarhetsindikatorer för kontorsbyggnader och bostadshus. Användarhandbok 2: Upprättande av ett projekt för att använda den gemensamma ramen för Level(s), version 1.1.

<sup>3</sup> Boverket. (2023). Gränsvärde för byggnaders klimatpåverkan och en utökad klimatdeklaration. Rapport 2023:20. Karlskrona: Boverket.

<sup>4</sup> Balouktsi, M., Kanafani, K., Francart, N., Langkjaer, N., & Ryberg, M. (2024). Decarbonisation of the building stock. Nordic Sustainable Construction. Song, X., Carlsson, C., Kiilsgaard, R., & Bendz, D. (2023). Klimatdeklaration av byggnader och geokonstruktioner. Sammanställning av nuläge i Norden.

Aktivitet		Beskrivning av aktivitet	BSAB 83 (SBEF) <sup>1</sup>	Linjering med övriga metoder		
				EU Level(s) <sup>2</sup>	Boverkets förslag <sup>3</sup>	Övriga nordiska länder <sup>4</sup>
0*	<b>Sanering och rivning av befintlig byggnation*</b>	Sanering samt flyttning, demontering och rivning av befintlig byggnation. Innefattar hela rivningsentreprenaden.	<b>0 Sanering och rivning</b> 01 Demontering 02 Sanering och lätt rivning 03 Tung rivning 04 Efterlagning 06 Håltagning 07 Arbeten för installationer  <b>11a Röjning, rivning och flyttning</b> Rivning, UE-rivning (hela hus).	NEJ	JA (saneringsåtgärder och borttransport av förorenade massor (ej sanering på annan plats))	NEJ
1	<b>Röjning</b>	Avverkning, röjning, avtagning vegetationstäcke.	<b>11b Röjning, rivning och flyttning</b> Avverkning, röjning, avtagning vegetationstäcke.	NEJ	JA (avverkning endast inom 2m)	NEJ

Aktivitet		Beskrivning av aktivitet	BSAB 83 (SBEF) <sup>1</sup>	Linjering med övriga metoder		
				EU Level(s) <sup>2</sup>	Boverkets förslag <sup>3</sup>	Övriga nordiska länder <sup>4</sup>
2	<b>Rivning av anläggning</b>	Flyttning, demontering och rivning av markkonstruktion som asfalt, räcken, skyltar, luftledningar, ledningar i mark.  Här ingår även rivning av tillfälliga konstruktioner som etablerats inom projektet, t. ex. tillfälliga vägar, upplagsytor, uppställningsplatser.	<b>11c Röjning, rivning och flyttning</b> Rivning. Flyttning huskroppar och ledningar. UE-rivning (hela hus).	NEJ	NEJ	NEJ
3	<b>Spont</b>	Spontkonstruktion inklusive tillhörande arbeten.	<b>12a Schakter, fyllning</b> Spont. UE-spontning.	NEJ	JA (OBS anta inom 2 m)	DK: "Kvarsittande spontväggar"
4	<b>Schakt, fyllning - under huskropp</b>	Schakt, fyllningar (under huskropp).	<b>13a Markförstärkning, dränering</b> Dräneringslager  <b>22 Schakt, fyllning</b>  <b>23 Markförstärkning, dränering</b> Markförstärkningar för hus såsom utfyllnad med cellplast för kompensationsgrundläggning. Förekommande rustbädd.	NEJ	JA	FI: "Fyllning på plats", "Förstärkningselement ex jord-stabilisering. Förstärkning av befintlig grundläggning innan byggandet påbörjas" (ej NO, DK).
5	<b>Schakt, fyllning - yttre arbeten</b>	Schakt, fyllningar, terrasser (utanför huskropp).	<b>12b Schakter, fyllning</b> Schakt, fyllningar, terrasser.	NEJ	NEJ	FI: "Fyllning på plats", "Bankar", "Förstärkningselement ex jordstabilisering (ej NO, DK).

Aktivitet		Beskrivning av aktivitet	BSAB 83 (SBEF) <sup>1</sup>	Linjering med övriga metoder		
				EU Level(s) <sup>2</sup>	Boverkets förslag <sup>3</sup>	Övriga nordiska länder <sup>4</sup>
6	<b>Pålning</b>	Pålning inklusive tillhörande arbeten.	<b>13b Markförstärkning, dränering</b> Pålning. UE-pålning.	JA	JA	Inkluderas i FI, NO, DK (NO "enbart material").
7	<b>Ledningar</b>	Ledningar inkl. dräneringsledningarna samt tillhörande arbeten. Här ingår även kulvertar och tunnlar.	<b>13c Markförstärkning, dränering</b> Dränering  <b>15 Ledningar, kulvertar, tunnlar</b>	JA	DELVIS (endast dränering inom 2 m)	FI: "Dräneringar", "Övrigt, t.ex. infiltrationskonstruktion för dagvatten och avloppsvatten" (ej NO, DK).
8	<b>Hårdgjorda ytor</b>	Överbyggnad för väg och plan, inkl. tillhörande arbeten	<b>16 Vägar, planer</b> Överbyggnad hårdgjorda- och lektytor.	JA (stenläggning och andra ytskikt)	DELVIS (endast inom 2m)	NEJ
9	<b>Vegetations- ytor</b>	Överbyggnad för vegetationsytorna, inkl. tillhörande arbeten	<b>17a Trädgård</b> Överbyggnad trädgård såsom planteringar inkl jord.	NEJ	DELVIS (endast inom 2m)	NEJ
10	<b>Mark- utrustning och övrigt</b>	Byggnadsverk såsom altaner inkl räcken och skärmväggar. Pergola, parkbänkar, lekutrustningar, sopkorgar, stolpar, p-skyltar, Parkeringsräcke Sektionsräcke, Trappräcke, Förskolestängsel, Trappa, Cykelställ, Staket, Belysningsfundament.	<b>18a Markutrustning, stödmurar, mindre komplementbyggnader</b> Markutrustning.  <b>17b Trädgård</b> Byggnadsverk såsom altaner inkl räcken och skärmväggar.	DELVIS (stängsel, räcken, murar)	DELVIS (Finplanering, endast inom 2m)	NEJ

Aktivitet		Beskrivning av aktivitet	BSAB 83 (SBEF) <sup>1</sup>	Linjering med övriga metoder		
				EU Level(s) <sup>2</sup>	Boverkets förslag <sup>3</sup>	Övriga nordiska länder <sup>4</sup>
11*	<b>Komplementbyggnader*</b>	Omformarstation, eventuella förråd eller liknande, inkl. grundläggning av dessa.	<b>18b Markutrustning, stödmurar, mindre komplementbyggnader</b> Sophus, kundvagnsgarage m.m.	NEJ	NEJ	NEJ
12*	<b>Stödmurar*</b>	Stödmurar och andra stödkonstruktioner exkl. spont.	<b>18c Markutrustning, stödmurar, mindre komplementbyggnader</b> Stödmurar.	DELVIS (stödmurar kopplat till grund)	DELVIS (endast dränering inom 2 m)	FI: "Jordstabiliserings- element t.ex. stödmur" (ej NO, DK)
13*	<b>Jordförstärkning*</b>	Jordförstärkning så som jordstabilisering (t.ex. KC-pelare, jetinjektering), jordarmering och jordspikning.	<b>13d Markförstärkning, dränering</b> Stabilisering	NEJ	NEJ	FI: "Förstärknings- element ex jordstabilisering (ej NO, DK).

\* Inga schablonvärden har tagits fram för aktivitet 0,11,12,13.

## Bilaga 2 Om schablonvärden och tillhörande schablonrecept

Tabell B2. Beskrivning av vilken omfattning av respektive aktivitet som framtagna schablonvärden och tillhörande schablonrecept representerar, med tillhörande kommentarer kring användning och eventuell justering av schablonvärden. Beskrivning av aktiviteten är samma som i Bilaga 1.

Huvudaktivitet	Beskrivning av aktivitet	Omfattning som schablonen representerar	Underlag	Att tänka på vid användning
1	Röjning	<p>Avverkning, röjning, avtagning vegetationstäcke.</p> <p>Fällning och röjning av enstaka träd, enstaka stubborttagning och mer omfattande avtagning av vegetation och övre jordlager för i princip hela projektarean.</p> <p>Delaktiviteter som ingår:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trädfällning</li> <li>- Röjning</li> <li>- Borttagning av stubbar</li> <li>- Borttagning av markvegetation och jordmån</li> <li>- Uppläggning och harpning</li> </ul> <p>Delaktiviteter som inte ingår pga brist på underlag:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ytrensning</li> </ul>	<p>Schablonrecept baseras på produktionsresultat enligt CoClass på grund av att aktiviteten inte handlar om att få till ett konstruktionssystem. Totalt fyra fall ligger till grund för schablonreceptet, men vissa delaktiviteter förekom enbart i ett fall. Receptet och resulterande schablonvärde baseras på det fall med maximal mängd per projektarea för alla delaktiviteter, utom för delaktiviteten harpning. Här valdes i stället det lägre värdet då det högre bedömdes orimligt i förhållande till klimatpåverkan för de andra delaktiviteterna.</p>	<p>Schablonvärdet för delaktiviteten trädfällning representerar enbart enstaka träd vilket betyder att om det används för ett projekt med mer omfattande trädfällning, finns risk att klimatpåverkan underskattas.</p> <p>Denna huvudaktivitet påverkas också av storleken på projektarean. För delaktiviteterna borttagning av markvegetation samt harpning kan klimatpåverkan därmed överskattas i stället vid användning av schablonvärdet, om detta enbart sker på en viss del av projektarean. Detta bör dock vara ett mindre problem då schablonvärdet generellt ligger relativt lågt för denna huvudaktivitet.</p> <p>Enbart tre fall ligger till grund för schablonvärdet.</p>

Huvudaktivitet		Beskrivning av aktivitet	Omfattning som schablonen representerar	Underlag	Att tänka på vid användning
2	Rivning av anläggning	<p>Flyttning, demontering och rivning av markkonstruktion som asfalt, räcken, skyltar, luftledning, ledningar i mark.</p> <p>Här ingår även rivning av tillfälliga konstruktioner som etablerats inom projektet, t. ex. tillfälliga vägar, upplagsytor, uppställningsplatser.</p>	<p>Rivning av viss förekomst av asfalt, betongplattor, betong, staket, rör, mur. Flyttning av enstaka mur, belysningsstolpar och fundament.</p> <p>Delaktiviteter som ingår:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Flyttning av anläggning</li> <li>- Rivning av anläggning</li> </ul> <p>Delaktiviteter som inte ingår pga brist på underlag:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Demontering av anläggning</li> </ul>	<p>Olika delar har rivits i olika fall. Eftersom maxvärdesprincipen är vald här, har de olika delarna från fallen "plockats ihop" till detta schablonvärde. Undantaget är rivning av pålar, som fanns med i ett projekt men exkluderades då det inte bedömdes vara representativt.</p> <p>Flyttning av anläggning baseras på tre fall och rivning av anläggning baseras på åtta fall.</p>	<p>Schablonvärdet speglar rivning av ett antal olika anläggningskomponenter. Värdet kommer att vara underskattat om mer omfattande rivning av anläggning förekommer. I ett av studiens fall förekom rivning av pålar. För detta fall leder användning av schablonvärdet till en underskattning av klimatpåverkan.</p> <p>Generellt ligger schablonvärdet relativt lågt för denna huvudaktivitet och att det kan överskatta klimatpåverkan i projekt kan inte betraktas som något större problem.</p>
3	Spont	<p>Spontkonstruktion inklusive tillhörande arbeten.</p>	<p>Kvarsittande, ny spont<sup>1</sup> runt plats för uppförande av byggnad, inklusive hammarband och stag. Spontlängd 11 meter i medellängd. Schaktning och arbete för att få spont på plats.</p> <p>Delaktiviteter som ingår:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spontkonstruktion</li> <li>- Arbetsmaskiner</li> <li>- Schaktmassa (jord)</li> </ul> <p>Delaktiviteter som inte ingår pga brist på underlag:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tätning av spont</li> </ul>	<p>Mängden spont baseras på det projekt som ansågs vara mest representativt vid uppförande av byggnad. Det innebär spont runt hela byggnaden, medellängd 11 meter och en BYA på drygt 3000 m<sup>2</sup>.</p> <p>Gällande arbetet för förankring av spont baseras mängderna endast på två projekt vilket gör det svårt att bedöma representativiteten för detta.</p>	<p>Det finns många faktorer som påverkar omfattningen av spontning i olika byggprojekt, såsom topografi, marktyper, anläggning i tätbebyggd miljö etc. Schablonvärdet kan ge en fingervisning om nivå för ett vanligt projekt där spontning behöver göras, men med tanke på att klimatpåverkan kan vara påtaglig för denna konstruktion, rekommenderas att räkna noggrannare på detta. Schablonreceptet kan dock justeras med m<sup>2</sup> spont, om den uppgiften finns tillgänglig.</p>

<sup>1</sup> Hur en återbrukad och/eller temporär spont kan hanteras klimatberäkningsmässigt kommenteras vidare i avsnitt 7.3.



Huvudaktivitet	Beskrivning av aktivitet	Omfattning som schablonen representerar	Underlag	Att tänka på vid användning	
				Om tätning av spont förekommer är det viktigt att lägga till då det kan orsaka betydande klimatpåverkan.	
<b>4</b>	<b>Schakt, fyllning - under huskropp</b>	Schakt, fyllningar (under huskropp).	<p>Schaktarbete jord och fyllning med både krossmaterial och lättfyllnad med lättklinker samt bergschakt. Geotextil och betonggrund i schaktbotten. Byggnad med källare.</p> <p>Delaktiviteter som ingår:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fyllningsmassa (kross, lättfyllning)</li> <li>- Geotextil</li> <li>- Betonggrund i schaktbotten</li> <li>- Schaktmassa (jord, berg)</li> </ul>	<p>Som utgångspunkt valdes det högsta värdet bland underlagsprojekten för respektive resurs.</p> <p>Lättfyllning förekom i fyra av projekten (varav ett utan källare), som både lättklinker, cellplast och skumglas. För schablonreceptet valdes lättklinker då den har högst klimatpåverkan.</p> <p>Betonggrund i schaktbotten förekom i två av projekten (med källare).</p> <p>Bergschakt förekom bara i ett av projekten men ingår enligt maxprincipen.</p>	<p>Generellt valdes maxprincipen vilket utifrån de fall som ingick i projektet innebär att värdet representerar en byggnad med källare. Samtidigt ska nämnas att lägre värden fanns för byggnader såväl med som utan källare och det verkar därför inte vara givet att räkna på ett lägre värde för byggnader utan källare.</p> <p>Om lättfyllning, betonggrund i schaktbotten och/eller bergschakt inte förekommer i projektet behöver dessa plockas bort. Analysen av de sju projekten med större byggnader visar att schablonreceptet, om det justeras på detta sätt, generellt fungerar bra att använda. För småhus och förskolor kan, baserat på de tre förskolornas resultat, tills vidare ett värde om 4,5 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> BYA ansättas om inte de klimatdrivande delaktiviteterna ovan förekommer.</p> <p>I receptet finns möjlighet att ändra typ av lättfyllning från lättklinker till cellplast eller skumglas. I ett fall förekom omfattande användning av lättfyllnad. I det fallet blev schablonvärdet något underskattat.</p>

Huvudaktivitet		Beskrivning av aktivitet	Omfattning som schablonen representerar	Underlag	Att tänka på vid användning
5	<b>Schakt, fyllning - yttre arbeten</b>	Schakt, fyllningar, terrasser (utanför huskropp).	Jordschakt i någorlunda omfattande grad över i princip hela projektarean. Viss fyllning med krossmaterial samt geotextil över hela projektarean.  Delaktiviteter som ingår: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fyllningsmassa (kross)</li> <li>- Geotextil</li> <li>- Schaktmassa (jord)</li> </ul>	Underlaget för denna aktivitet baseras på sju projekt. Övriga tre har antingen inte haft mängderna tillräckligt uppdelade eller så har mängderna i stället redovisats på någon av de andra aktiviteterna.  Mängderna har anpassats för att undvika allt för stor överskattning av klimatpåverkan.	Schablonvärdet kan i vissa fall vara något överskattat, men för fallen med liten projektarea i förhållande till bruttoarea fungerar schablonvärdet generellt bra. Det kommer dock att kraftigt överskatta aktiviteten för projekt med stor projektarea där enbart en mycket liten del av projektarean påverkas av sådana arbeten och/eller där arbeten generellt är mycket begränsade till exempel på grund av att inga utjämningsarbeten behöver ske.
6	<b>Pålning</b>	Pålning inklusive tillhörande arbeten.	Pålning med betongpålar som enligt (Pålkommissionen, 2023) är vanligast förekommande. Gäller för pålning under och i anslutning till byggnad vid lerförhållanden. Viss jordschakt, fyllning av krossmaterial och geotextil i anslutning till pålningsarbeten. Påmaskin ingår i klimatdata för pålar.  Delaktiviteter som ingår: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pålar (betong SP1, tryckplatta, igjutning)</li> <li>- Fyllningsmassa (kross)</li> <li>- Geotextil</li> <li>- Schaktmassa (jord)</li> </ul>	Pålning förekom i sju av tio projekt men i varierande omfattning och av olika material (betong, trä, stål). Betongpålar SP1 var vanligast förekommande.  Mängden pålar baserades på det projekt med näst störst mängd, då det med störst mängd inte bedömdes representativt. Mängden pålar motsvarar ungefär 400 st betongpålar SP1 à 20 m fördelat på 15 000 m <sup>2</sup> BTA. Övriga mängder är bara baserade på enstaka projekt.	För schablonvärdet ligger betongpålar men i praktiken i fallstudien förekom också trä och stålrörspålar. Utifrån studiens resultat går att se att schablonvärdet ligger något högre än resultaten för alla de sju fall som innefattade huvudaktiviteten pålning, utom ett projekt. Detta projekt använde enbart stålrörspålar. Schablonvärdet överskattade klimatpåverkan för ett fall i vilket pålningsbehovet inte var stort.  I receptet finns möjlighet att ändra pålar från betongpålar SP1 till betongpålar SP2, träpålar eller stålrörspålar.

Huvudaktivitet		Beskrivning av aktivitet	Omfattning som schablonen representerar	Underlag	Att tänka på vid användning
7	Ledningar	Ledningar inkl. dräneringsledningarna samt tillhörande arbeten. Här ingår även kulvertar och tunnlar.	<p>Drän-, mark- och kabelrör i mark samt bär- och stabiliserande lager för dessa. Viss jordschaktning kopplat till ledningsdragningen.</p> <p>Delaktiviteter som ingår:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ledningar i mark (drän-, mark- och kabelrör)</li> <li>- Bärlager (kross)</li> <li>- Geotextil</li> <li>- Dagvattenmagasin</li> <li>- Schaktmassa (jord)</li> <li>- Arbetsmaskiner</li> </ul> <p>Delaktiviteter som inte ingår pga brist på underlag:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pumpstation</li> <li>- Fettavskiljare</li> <li>- Böjar, brunnar, vattenlås</li> <li>- Kulvertar, tunnlar</li> </ul>	<p>Mängden rör baseras på många olika dimensioner som har klumpats ihop i drän-, mark- respektive kabelrör.</p> <p>Dagvattenmagasin förekommer i två av projekten där det högsta värdet inkluderades i schablonreceptet.</p> <p>En separat post för arbetsmaskiner tillkommer eftersom det visade sig att projektets resultat för A5 energi i denna huvudaktivitet var större än de värden för A5 energi som är "inbyggda" genom de klimatdata som används för schakt och fyll.</p>	Ganska grova uppskattningar ligger bakom schablonvärdet, exempelvis avseende dimensioner på olika rör. Arbetsmaskiner står för en relativt stor andel av klimatpåverkan i schablonvärdet. Samtidigt ingår denna huvudaktivitet i samtliga projekt. Generellt handlar det om någorlunda låga värden jämfört med andra huvudaktiviteter, samtidigt som schablonvärdet för samtliga fall leder till överskattning av klimatpåverkan.
8	Hårdgjorda ytor	Överbyggnad för väg och plan, inkl. tillhörande arbeten	<p>Markbeläggning och tillhörande arbeten för både hårdgjorda ytor och lekytor. Exempelvis inkluderas både asfalt för parkeringsytor och sand i form av leksand.</p> <p>Delaktiviteter som ingår:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Markbeläggning (asfalt, markplattor, sand, träflis)</li> </ul>	Schablonreceptet representeras av resurser från alla tio projekt. Men maxvärden har inte kunnat användas pga risk för rejäl överskattning då t.ex. typen av markbeläggning skiljer sig åt. I stället har mängderna justerats utifrån hur väl schablonvärdet står	Schablonvärdet kan underskatta klimatpåverkan i projekt där i princip hela projektarean är hårdgjord. Men generellt överskattar schablonvärdet klimatpåverkan för de fall som ingått i studien.

Huvudaktivitet		Beskrivning av aktivitet	Omfattning som schablonen representerar	Underlag	Att tänka på vid användning
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kantstöd (sten, trä)</li> <li>- Fog (cement)</li> <li>- Bärlager (sand, kross)</li> <li>- Geotextil</li> <li>- Stödmur (L-stöd)</li> <li>- Trappsteg (betong)</li> </ul>	<p>sig gentemot resultaten från fallen.</p> <p>L-stöd som ingår är kopplat till finplanering.</p> <p>En separat post för arbetsmaskiner tillkommer eftersom det visade sig att projektens resultat för A5 energi i denna huvudaktivitet var större än de värden för A5 energi som är "inbyggda" genom de klimatdata som används för asfalt och krossmaterial.</p>	
<b>9</b>	<b>Vegetations- -ytor</b>	Överbyggnad för vegetationsytor, inkl. tillhörande arbeten	<p>Markbeläggning inklusive stensmjöl och träflis samt växtjord 1 dm över hela projektarean. Fukthållande matta samt mindre mängd krossmaterial, kantstöd i metall. Dräneringsmatta och geotextil samt viss jordschakt.</p> <p>Delaktiviteter som ingår:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Markbeläggning (stensmjöl, träflis)</li> <li>- Växtjord</li> <li>- Fyllning (fukthållande matta, kross)</li> <li>- Kantstöd (metall)</li> <li>- Dräneringsmatta</li> </ul>	<p>Som regel har maxvärdet för respektive resurs antagits. För växtjord och kantstöd har dock mängderna justerats utifrån hur väl schablonvärdet står sig gentemot resultaten från fallen.</p> <p>Mängderna för växtjord baseras på ett samlat underlag från projekten och innehåller både planteringsjord, matjord, mineraljord, lättjord och anläggningsjord för gräsmatta.</p>	<p>Schablonvärdet överskattar klimatpåverkan mycket för projekt med mycket liten vegetationsyta jämfört med projektarea. Men för hälften av fallen i studien är schablonvärdena bara något överskattade.</p> <p>För både hårdgjorda och vegetationsytor var ansatsen från början att ta fram schablonvärden per m<sup>2</sup> hårdgjord yta respektive per m<sup>2</sup> vegetationsyta. Det visade sig dock vara svårt att få fram tillräckligt tillförlitliga uppgifter om dessa ytor, varför enheten till slut i stället valdes till m<sup>2</sup> projektarea. Detta kan diskuteras, men erfarenheterna från projektets fall visar på att schablon-</p>

Huvudaktivitet		Beskrivning av aktivitet	Omfattning som schablonen representerar	Underlag	Att tänka på vid användning
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geotextil</li> <li>- Schaktmassa (jord)</li> <li>- Arbetsmaskiner</li> </ul> <p>Delaktiviteter som inte ingår pga brist på underlag:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Färdigställande-skötsel</li> <li>- Plantering</li> </ul>	En separat post för arbetsmaskiner tillkommer eftersom det visade sig att projektens resultat för A5 energi i denna huvudaktivitet var större än de värden för A5 energi som är "inbyggda" genom de klimatdata som används för schakt och fyll.	<p>värden i de andra enheterna hade blivit mindre användbara på grund av att man generellt inte har tillgång till dessa ytor.</p> <p>Klimatpåverkan från växtjord riskerar att vara något överskattad eftersom mängderna baseras på flera olika jordtyper som alla har varierande klimatpåverkan.</p>
<b>10</b>	<b>Mark- utrustning och övrigt</b>	Byggnadsverk såsom altaner inkl. räcken och skärmväggar. Pergola, parkbänkar, lekutrustningar, sopkorgar, stolpar, p-skyltar, Parkeringsräcke Sektionsräcke, Trappräcke, Förskolestängsel, Trappa, Cykelställ, Staket, Belysningsfundament.	<p>Delaktiviteter som ingår:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cykelställ</li> <li>- Räcken (trapp, parkering)</li> <li>- Stängsel</li> <li>- Markfundament</li> <li>- Bärlager</li> <li>- Arbetsmaskiner</li> </ul> <p>Delaktiviteter som inte ingår pga brist på underlag:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lekutrustning</li> <li>- Soffor, bänkar</li> <li>- Altaner, trädäck, skärmvägg, pergola</li> <li>- Stolpar, skyltar</li> <li>- Trappa, ramp</li> <li>- Murar</li> </ul>	<p>Markfundament (betong) till cykelställ, räcken, stängsel, lekutrustning och belysning ingår i schablonvärdet.</p> <p>För cykelställ antas 5 kg stål per plats och 5 platser per cykelställ. 0,1 kg/m<sup>2</sup> projektarea motsvarar 0,02 cykelparkeringsplatser per m<sup>2</sup> projektarea.</p> <p>För räcken antas 10 kg/m och för stängsel antas 5 kg/m.</p>	Denna del står för en låg andel av klimatpåverkan vilket talar för att schablonvärdet kan användas tills vidare för att göra en uppskattning av denna huvudaktivitet. Det är också tidskrävande att få fram mängder och klimatdata för dessa delar än så länge. Samtidigt varierar mycket mellan projekt vilket gör att schablonvärdet inte är särskilt träffsäkert. I åtta av studiens fall överskattar schablonvärdet klimatpåverkan ganska mycket, medan i ett fall blev det i stället en ganska stor underskattning.