

Klimatkalkylen

Utveckling och lansering av webversion



Rapportnummer: C11240
I samarbete med: Spacescape AB
Författare: Tomas Wisell, Åse Togerö

Medel från: Formas

ISBN: 978-91-7883-828-8

Summary

The Climate Calculator has been developed in close collaboration between IVL Swedish Environmental Research Institute (IVL) and Spacescape AB. The tool enables the estimation of the climate footprint of municipal development plans and the execution of planning simulations, with the purpose of guiding the planning process towards reduced climate emissions at an early stage. It is tailored to municipal planning data and can be applied in connection with comprehensive plans, planning programs, and detailed development plans.

The tool is built upon an emissions calculation model that can be linked to digital planning data. The model is based on three emission sectors: construction and civil engineering works, passenger car transport, and changes in land use. While primarily intended for Swedish municipalities, it can also be utilized by regions, companies, and researchers. The selection of planning data, system boundaries, and simulations has been inspired by the IPCC report *Mitigation of Climate Change* and the report *Tools for Reducing Climate Impact in Planning by the Swedish National Board of Housing, Building and Planning*. The model incorporates fossil carbon dioxide as well as other greenhouse gases and presents results as a total climate footprint from a life-cycle perspective.

The objective of the project was to further develop, adapt, update, and quality assure the earlier Excel-based tool, as well as to transform it into a web-based application offered as a subscription service. The project aimed to deliver a fully operational web-based tool upon its completion. By applying the tool to compile reference values and target values, it may also contribute to a more systematic goal-oriented management of continued urban development and identify strategies with the greatest potential impact on reducing climate emissions.

The Climate Calculator web tool is available to municipalities and other organizations that have obtained a user license from IVL and Spacescape, who jointly own and administer the tool. Access may also be granted to consultants engaged by municipalities.

Sammanfattning

Klimatkalkylen har tagits fram i nära samarbete mellan IVL Svenska Miljöinstitutet (IVL) och Spacescape AB. Verktøget gör det möjligt att uppskatta klimatavtrycket från kommunala exploateringsplaner och att genomföra planlaborationer för att i ett tidigt skede vägleda planprocessen mot minskade klimatutsläpp. Det är anpassat för kommunala plandata och kan användas i samband med översiktsplaner, planprogram och detaljplaner.

Verktøget är byggt på en utsläppsberäkningsmodell som kan kopplas till digitala plandata där modellen utgår ifrån tre utsläppsektorer: bygg- och anläggningsarbete, persontransporter med bil samt förändrad markanvändning. Det är främst avsett för svenska kommuner men kan även användas av regioner, företag och forskare. Valet av plandata, systemgränser och laborationer har hämtat inspiration från IPCC:s rapport Mitigation of Climate Change och Boverkets rapport Verktøg för minskad klimatpåverkan vid planläggning. Modellen inkluderar fossil koldioxid samt övriga klimatgaser och uttrycker resultatet som ett totalt klimatavtryck fram till 2050.

Syftet med projektet var att vidareutveckla, anpassa, uppdatera och kvalitetssäkra det tidigare Excel-baserade verktøget samt att göra det webbaserat och erbjuda det som prenumerationstjänst. Projektet avsåg att leverera ett webbaserat verktøg färdigt att användas direkt efter projektets slut. Genom att använda verktøget för att sammanställa referensvärden och målvärden kan det också bidra till en mer systematisk målstyrning av fortsatt utbyggnad och visa vilka strategier som ger störst effekt på klimatutsläppen.

Webbverktøget Klimatkalkylen är tillgängligt för de kommuner och andra organisationer som erhållit användarlicens från IVL och Spacescape, som gemensamt äger och förvaltar verktøget. Konsulter åt kommunorganisationer kan också få åtkomst.

Innehållsförteckning

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Inledning | 1 |
| | 1.1 Om webbverktyget Klimatkalkylen | 1 |
| | 1.2 Bakgrund | 1 |
| | 1.3 Begreppsförklaringar | 2 |
| 2 | Syfte | 5 |
| 3 | Omfattning | 5 |
| | 3.1 Projektdelar | 5 |
| | 3.2 Verktygets omfattning | 7 |
| | 3.3 Utsläppskategorier | 8 |
| 4 | Beräkningsmodellen | 11 |
| | 4.1 Allmänt om modellen | 11 |
| | 4.2 Indata | 11 |
| | 4.3 Beräkningsmotor | 15 |
| | 4.4 Beräkningsvariabler under byggtid | 16 |
| | 4.5 Beräkningsvariabler under drifttid | 20 |
| | 4.6 Förlust av kol i markmiljön | 25 |
| | 4.7 Upptag av kol och förebyggande av utsläpp | 26 |
| | 4.8 Utsläppsscenarioer | 29 |
| | 4.9 Lokala anpassningar av utsläppsberäkningarna | 33 |
| 5 | Beräkningsresultat | 34 |
| | 5.1 Klimatutsläpp | 34 |
| | 5.2 Befolkning och ytor | 35 |
| 6 | Användning av verktyget | 36 |
| | 6.1 Allmänt | 36 |
| | 6.2 Inmatning av data | 37 |
| | 6.3 Systemgränser för utsläppsberäkningen | 39 |
| 7 | Referensvärden och målvärden | 40 |
| 8 | Referenser | 43 |

1 Inledning

1.1 Om webbverktyget Klimatkalkylen

Klimatkalkylen har utvecklats i nära samarbete mellan IVL Svenska Miljöinstitutet (IVL) och Spacescape AB. Med verktyget kan klimatavtryck från kommunala exploateringsplaner uppskattas och planlaborationer genomföras för att i ett tidigt planskede vägleda planprocessen vidare mot minskade klimatutsläpp. Verktyget är särskilt anpassat för den typ av kommunala plandata som normalt kan sammanställas i samband med översiktsplaner, planprogram och detaljplaner.

Verktyget är på så vis ett komplement till många andra verktyg som idag finns tillgängliga, och som i större utsträckning fokuserar på beräkningar av enskilda byggnader och anläggningar i ett projekteringskede. För att klargöra just den fysiska planeringens påverkan på framtida klimatutsläpp har verktygets beräkningsmodell en nära koppling till läget och platsens särskilda egenskaper.

Klimatkalkylen för översiktsplaner och detaljplaner riktar sig främst till svenska kommuner och regioner. Urvalet av plandata, systemgränser och lämpliga laborationer har diskuterats i nära dialog med tjänstepersoner på svenska kommuner. Vidare har valet av plandata, systemgränser och laborationer hämtat inspiration från IPCC:s rapport *Mitigation Of Climate Change* (IPCC, 2022) och Boverkets rapport *Verktyg för minskad klimatpåverkan vid planläggning* (Boverket, 2021).

1.2 Bakgrund

Bygg- och anläggningssektorn svarade 2020 för cirka tio miljoner ton CO₂e beräknat som territoriella utsläpp, vilket motsvarade 21 % av Sveriges totala utsläpp. Av dessa står nybyggnad för ca 20 % (dvs 4 % av Sveriges totala utsläpp), uppvärmning för 25 % och fastighetsförvaltning inklusive renovering, om- och tillbyggnad och övrig fastighetsförvaltning, för 55 % (Boverket, 2021). Bygg- och anläggningssektorn bidrar dessutom till ytterligare ca sex miljoner ton CO₂e i utsläpp utomlands (Boverket, 2021).

Grunden i klimatberäkningar av den bebyggda miljön utgår från LCA-standardEN 15 978, om beräkning av klimatpåverkan från hela byggnadsverk och dess livscykel

(SIS, 2011). Denna har förtydligats genom en IVL-rapport med tongivande beräkningsanvisningar för byggnadsverks hela livscykel (Görman, 2023).

Enligt Boverkets rapport (Boverket, 2021) saknades emellertid verktyg som är anpassade till regionplaner och översiktsplaner och som ger en bredare bild av den fysiska planeringens klimatavtryck och möjligheter att minska utsläpp från annat än byggnaderna. Därefter har flera studier tillkommit på området (Holmqvist, o.a., 2024) (Togerö, o.a., 2023).

I nuläget finns flera verktyg för att beräkna klimatutsläpp från bygg- och anläggningssektorn och certifiera enskilda byggnader eller anläggningar. Ett exempel är det verktyget *One Click LCA* (One Click LCA, 2025) och ett annat är IVL:s beräkningsmodell BM (IVL, 2025) som särskilt anpassats till Boverkets nya krav på Klimatdeklaration (Boverket, 2025). På detaljplan-nivå finns förslag på beräkningsmetodik framtaget av IVL i samarbete med White, Skanska, LFM30 och Tengbom (Togerö, o.a., 2023). För områden, exempelvis detaljplaner finns ett verktyg utvecklat av IVL som beräknar klimatutsläpp och balanserande upptag med ett livscykelperspektiv (Holmqvist & Togerö, 2024).

Genom möjligheter till laboration med olika val av lokalisering och tillvägagångssätt för byggande och bebyggelsestrukturer som i forskningen visat sig ha betydande effektsamband med utsläpp, skulle kommunerna och regionerna kunna utforma mer trovärdiga strategier för att minska klimatutsläpp i det vidare byggandet (IPCC, 2022).

Sveriges kommuner är de huvudsakliga behovsägarna genom sitt ansvar för planer och klimatmål och har uttryckt behov av ett mer lättanvänt digitalt verktyg. Spacescape och IVL började tillsammans under 2021 att utveckla "Klimatkalkylen för översiktsplaner och detaljplaner", ett Excelverktyg särskilt anpassat för att sammanställa klimatutsläpp baserat på den plandata som oftast finns tillgänglig på kommunerna vid översikts- och detaljplanering. Verktyget utvecklades i nära samverkan med de tre kommunerna Uppsala, Nacka och Örebro. Från 2023 testades en tidig variant av verktyget fritt av kommunerna.

1.3 Begreppsförklaringar

Anläggning: En anläggning kan vara ovan mark (till exempel broar), under mark (till exempel VA- eller fjärrvärmeanläggning) eller i marknivå (till exempel väg, gata, park, torg, bostadsgård) Anläggningar förekommer såväl på kvartersmark som på allmän platsmark. Utanför en stad finns anläggningar bland annat i form av infrastruktur.

Biokol: Biokol används som både jordförbättrare och som byggmaterialprodukt. Normalt framställs biokol genom förkolning av restmaterial från jord- och skogsbruk, eller genom pyrolys (upphetning i syrefri miljö) av exempelvis park- och trädgårdsavfall. Biokol klassas idag som "Negative Emission Technology" av IPCC enligt Swedish Green Building Council (SGBC, 2023).

Biogen koldioxid: Biogen koldioxid är koldioxid som frigörs från organiskt material när detta förbränns eller förmultnar. Biogen koldioxid bidrar till ökningen av koldioxid i atmosfären och därmed också till klimatförändringar.

Bruttoarea (BTA): Bruttoarea är summan av alla våningsplans area och begränsas av de omslutande byggdelarnas utsida. I bruttoarea ingår boarea/ lokalarea, biarea och övrig area inklusive källare.

Fossila klimatgaser: Klimatgaser som bildas vid förbränning av fossila bränslen. Fossila bränslens energi är i grunden kemisk bunden solenergi men fossila bränslen behöver miljontals år för nybildning. De bidrar till ökningen av klimatgaser i atmosfären och därmed också till klimatförändringar.

Funktionell enhet: En enhet som utgår ifrån varan eller tjänstens funktion och relateras till att beskriva klimatavtrycket. För byggnader används ofta BTA (Bruttototalarea).

Fysisk systemgräns: Området på marken som utgörs av planområdets definierade gränser och alla aktiviteter som sker därinom till en följd av exploateringen.

GWP: För att kunna jämföra olika klimatgasers effekt på uppvärmningen multipliceras samtliga utsläpp med en så kallad global uppvärmningspotential (Global Warming Potential GWP) utifrån ett hundraårsperspektiv (GWP100). Med hjälp av gasernas GWP räknas värdena om till koldioxidekvivalenter (CO₂e). Faktorn är olika för respektive växthusgas och GWP anger det summerade bidraget till den globala uppvärmningen (Bernes , 2019).

IPCC: IPCC är FN:s klimatpanel. Dess uppgift är att ge en översyn och rekommendationer med avseende på kunskapsläget om vetenskap om klimatförändringar. Sedan 1988 har IPCC haft fem utvärderingscykler och levererat fem utvärderingsrapporter. Se mer information på <https://www.ipcc.ch/>.

Livscykelanalys (LCA): Livscykelanalys är en systemanalytisk metod utvecklat för att bedöma klimatutsläppet (eller annat mått) för en produkt eller tjänst över hela

dess livscykel. Livscykeln avser att täcka alla steg från utvinning av resurser, produktion, transporter, användning samt avfallshantering. En livscykelanalys används för att svara på frågor om produkten eller tjänstens totala klimatavtryck globalt.

Klimatkompensation: Klimatkompensation definieras som en mekanism för att kompensera en produkts eller tjänsts klimatavtryck genom förebyggande, minskning eller avlägsnande av motsvarande mängd utsläpp av klimatgaser i en process utanför produktsystemets gränser.

Koldioxidbudget: Med koldioxidbudget menas här den maximala mängd koldioxid som en viss befolkning tillåts släppa ut per person och fortfarande ha en chans att begränsa den globala uppvärmningen till 1,5 eller 2 grader.

Konsumtionsbaserade utsläpp: Konsumtionsbaserade utsläpp inkluderar en produkts eller tjänst hela livscykelutsläpp och allokeras till där den konsumeras.

Negativa utsläpp: Med negativa utsläpp menas åtgärder som leder till att klimatgaser avlägsnas från atmosfären. Vanliga krav är att de avlägsnade gaserna ska lagras permanent eller i långlivade produkter utanför atmosfären och att de är uppskattade på ett heltäckande sätt (Tanzer & Ramirez, 2019). Se även EU- regelverk (EU, 2024).

Nettonollmål: Detta begrepp ska inte förväxlas med att de totala utsläppen ska vara noll. Målet betyder att det är i linje med det nationella klimatmålet, att utsläppen ska vara så låga som möjligt. Resterande utsläpp ska sedan kompenseras med så kallade negativa utsläpp så att det sammanräknat blir noll.

Regressionsanalys: Inom statistik är regressionsanalys en metod med vilken man kan undersöka om det finns ett statistiskt samband mellan en beroende variabel (exempelvis resvanor) och en eller flera förklarande, oberoende variabler (exempelvis närhet till kollektivtrafik och andel småhus).

Territoriella utsläpp: De territoriella utsläppen avser utsläpp som sker inom en specifika definierade geografiska gränser på marken. Territoriella utsläpp används för att följa upp klimatmål inom FN, EU och nationellt.

2 Syfte

Syftet med detta projekt var att vidareutveckla, anpassa, uppdatera, kvalitetssäkra och webbansera det tidigare excelbaserade verktyget samt erbjuda det som en prenumerationstjänst. Projektet avsåg att resultera i ett webbaserat verktyg för klimatutsläpp av översikts- och detaljplaner som kan användas direkt efter genomfört projekt. Det långsiktiga målet är att utveckla verktyget till en nationell och internationell marknadsledande tjänst för beräkning och laboration av planers klimatavtryck. För att nå målet och öka verktygets spridning har följande fokusområden identifierats i samråd med projektets behovsägare: trovärdighet, tidseffektivitet, laborationsmöjligheter, målstyrighet och flexibilitet. Genom att Excel-verktyget förflyttas till en webbaserad plattform där användaren med några knapptryck kan få fram en klimatkalkyl för en plan förbättras tidseffektiviteten.

Det webbaserade verktyget utgör en helt ny möjlighet att uppskatta klimatutsläpp redan i tidiga planskeden då det fortfarande finns goda möjligheter att testa olika strategier för att minska klimatavtrycket. Här läggs stor vikt vid utveckling av laborationsmöjligheter för att fullt ut undersöka hur den fysiska planeringen kan bidra till minskade klimatutsläpp i senare bygg- och användningsfaser.

Genom att använda verktyget för att sammanställa referensvärden och metoder för att ta fram målvärden inom ett större antal utsläppskategorier, kan verktyget även bidra till en mer systematisk målstyrning av vidare utbyggnad om vilka strategier som kan få störst effekt (se vidare kapitel *Referensvärde och Målvärde*).

3 Omfattning

3.1 Projektdelar

Projektet omfattade ett antal principiella steg och arbetsdelar. Dessa var följande;

- **Projektledning.** Det huvudsakliga ansvaret för projektledningen var IVL. Avseende respektive arbetspaket var ansvaret delat mellan IVL och Spacescape. Underkonsulten OAWA låg under projektledningens ansvar.
- **Geodata och digitala plandata.** En genomgång av nationella och internationella planeringsverktyg för att analysera styrkor, svagheter och brister i förhållande

till kommunens behov. Metoder undersöks i syfte att koppla information i geodatabaser till digitala planer genom kartbaserade webbplattformer. Möjligheter och hinder identifieras och utvärderas. Fokus ligger på hur geodatabaser kan kopplas till planerna och generera indata till verktyget. Resultaten utgör värdefull grund för utformningen av verktygets prototyp.

- **Utveckling av ny klimatemissionsmodell.** Inom detta arbetsområde utvecklas en ny beräkningsmodell för klimatutsläpp baserad på den befintliga modellen. Modellen vidareutvecklades för att möjliggöra anpassning till de specifika förhållandena i olika kommuner, vara tillämpbar i alla kommuner i Sverige och får möjlighet att ta emot lokala data. Klimatmodellen utformas mer generell för att i framtiden kunna få en internationell användning. Även det nuvarande innehållet i fråga om utsläppsfaktorer, beräkningsfaktorer, antaganden, prognoser, kategorier och systemgränser utvecklas och uppdateras. En kontinuerlig dialog med intressenterna (främst kommunerna) upprätthålls genom hela arbetsprocessen för att samla in deras synpunkter. Modellen justeras också strukturellt för att underlätta sömlös integration med tillgängliga geodatabaser och digitala planer.
- **Utveckling och utvärdering av verktygsprototypen.** Baserat på tidigare arbetsmoment utvecklas en initial prototyp som testades och utvärderas av kommunerna. Prototypen har enklare användarjusteringar, möjlighet till val av utsläppskategorier, tidsperioder och resultattabeller. Utvärderingen genomförs i olika skeden av detaljplaneprojekt med varierande innehåll och förutsättningar. Utvärderingen inkluderar trovärdighet, tidseffektivitet, flexibilitet och den experimentella funktionen att anpassa indatan för jämförelse med klimatmål. Under utvärderingen förs även diskussioner om hur, av vem, i vilka situationer och sammanhang som verktyget kan användas.
- **Weblansering av verktyget och beräkningsmodellen.** Baserat på erfarenheterna från tidigare arbetsområden tas en slutlig weblanserad produkt fram som kan användas direkt av de deltagande kommunerna och andra intressenter. Även en projektrapport och användarmanual tas fram, samt utformning och texter i gränssnittet bestäms.
- **Affärsmodell.** En lämplig affärsmodell utvecklas som främjar långsiktig vidareutveckling och uppdateringar. Olika alternativa affärsmodeller diskuteras med intressenterna och referensgruppen.

- **Kommunikation.** I denna sista arbetsdel ingår upprättandet av en projektblogg, anordnande av en slutkonferens där det färdiga verktyget presenteras och demonstreras. På konferensen bjuds kommuner, referensgruppen, regioner och företag in, där och verktygets möjligheter, potential och framtida utveckling diskuteras.

Under hela projektet arbetas parallellt med föreliggande projektrapport, som också är en del av projektets leverans.

3.2 Verktögets omfattning

Projektets huvudleverans är det webbaserade digitala beräkningsverktyg som vid projektslutet finns tillgängligt och klart att användas. Verktöget har möjlighet att beräkna ett totalt klimatavtryck från exploatering av ett markområde för bebyggelse. Verktögets avsikt är att "alla" fossila klimatutsläpp som utvecklingen av markområdet ger upphov till ska inkluderas. Utsläppen uttrycks som koldioxidekvivalenter (ton CO₂e) ur ett livscykelperspektiv, dvs inte bara koldioxid räknas in utan även andra klimatgaser, och inte bara utsläpp inom planområdets geografiska gränser, utan även utsläpp globalt som orsakas av exploateringen. I beräkningen inkluderas dessutom upptag och missat upptag av koldioxid som sker till följd av exploateringen, skälet till detta är att beräkningen ska kunna beskriva de faktiska nettoutsläppen så rättvist som möjligt. I resultatet särredovisas upptaget som ett negativt värde för att inte blanda ihop nettoutsläppen med det totala utsläppet.

Enbart den fossila andelen av koldioxid inkluderas, inte den förnybara andelen. Det fossila utsläppet som uppkommer under framtagande av den förnybara energin eller materialet är också inräknad eftersom det är hela livscykeln som avses. Detta gäller även produktionen av el och värme som används inom ramen för exploateringen.

Modellen delar i nuläget in aktiviteter i tre utsläppsektorer; *bygg- och anläggning* samt *persontransporter med bil* samt *förändrad markanvändning*. Persontransporter med bil motsvarar körda km totalt med bil för personer (även utanför planområdet), som förväntas bo eller vara verksamma inom planområdet.

3.3 Utsläppskategorier

3.3.1 Verktygets systematik

Med planers klimatutsläpp menas här de utsläpp som följer av exploatering av ett markområde och som uppkommer med förändrad markanvändning, byggnation och drift fram till år 2050. Tidsmässigt kan utsläppskategorierna delas in i etableringsfas och driftfas, etableringsfasen definieras som projektstart till inflyttning (boende och/eller verksamma), och driftfasen är från projektstart alternativt inflyttning fram till år 2050. Att beräkningen upphör 2050 motiveras med att beräkningen blir ännu mer osäker så långt in i framtiden. Pågående EU-direktiv och delegerad akt till Boverket innebär att en framtida version kan komma att kompletteras med en driftsperiod om 50 år som komplement. Utsläppen kategoriseras sedan dels utifrån "planobjektet", dels utifrån typen av aktivitet, vilka båda kategoriseras i tre nivåer av noggrannhet, de kallas här huvud- mellan- och detaljkategorier. Huvudkategorin motsvarar "sektor" som nämnts ovan. Vad som inkluderas i ett planobjekt definieras av användaren själv, uppdelningen av planobjekten bör utgå ifrån hur användaren vill kunna särskilja värden i resultatet, se vidare avsnitt 6.2.2.

Etableringsfasen inkluderar själva iordningställandet av området enligt planen, dvs byggande av byggnader, anläggande av vägar och andra anläggningar, planteringar, eventuella rivningar osv. Vid av användaren angiven inflyttning antas detta arbete vara klart.

Utsläpp under driftfasen inkluderar energi och underhåll av byggnader och anläggningar samt de transporter med personbil som sker till och från de nya byggnaderna. Därtill kan också kompletterande åtgärder som innebär ett förebyggande av utsläpp eller ett negativt utsläpp inom eller utanför planområdet tillkomma. I verktygets beräkningsmodell finns i nuvarande version (år 2025) fyra huvudkategorier, 13 mellankategorier och 24 detaljkategorier, systematiken redovisas i tabellen 1 nedan.

Tabell 1. Utsläppskategoriseringens systematik. Varje planobjekt kan innehålla samtliga av dessa utsläppskategorier eller enbart en eller flera dem men inte andra.

| Huvudkategori/ Sektor | Mellankategori | Detaljkategori | Fas |
|--------------------------|----------------|---------------------------------|------------|
| Bygg- och anläggning | Renovering | Renovering befintliga byggnader | Etablering |
| | Rivning | Rivning demolering | Etablering |
| | | Rivning avfallstransport | Etablering |
| | | Rivning avfallshantering | Etablering |

| | | | |
|-------------------------------|---------------------------------|--|-------------------------------------|
| | | Rivning förbränning avfall | Etablering |
| | | Rivning förbränning avfall- energiutvinning | Etablering |
| | Nya byggnader | Grundläggning byggnad | Etablering |
| | | Uppförande av byggnad | Etablering |
| | Nya anläggningar | Anläggning av gator och VA | Etablering |
| | Drift av Bygg- och anläggning | Drift av nya byggnader | Drift+ Etablering |
| | | Drift av gator | Drift+ Etablering |
| | | Drift av idrottsanläggningar och parker | Drift+ Etablering |
| | Nya byggnader | Uppförande av idrottsanläggningar och parker | Etablering |
| | Persontransporter med bil | Persontransporter med bil | Persontransport fordonstillverkning |
| Persontransport färd | | | Drift |
| Förändring av mark-användning | Förlust av biomassa och markkol | Förlust av biomassa | Etablering |
| | | Förlust av markkol och dött organiskt material | Etablering |
| | Minskad kolinlagring | Missad framtida koluttag i växande biomassa | Drift |
| Upptag och åtgärder | Solceller | Förebyggande av klimatutsläpp från solceller | Drift |
| | Kolinlagring i växtlighet | Upptag av kol i parker och förskolegårdar | Drift |
| | | Återvätning av dränerad organogen mark | Drift |
| | | Upptag av kol i planterade träd | Drift |
| | | Upptag av kol vid användning av biokol | Etablering |
| Kolinlagring | Kolinlagring i byggnad | Etablering | |

Urvalet av utsläppskategorier i verktyget har baserats på en sammanvägning av kriterier om trovärdighet, enkelhet och lokal anpassning. För att vara trovärdiga behöver de inkludera de större potentiella utsläppskategorier som kan påverkas av en

plan och i största möjliga mån baseras på publicerade forskningsstudier och andra källor som bedöms som säkra till exempel myndigheter.

För att vara trovärdiga behöver klimatutsläppen också baseras på tidsaspekten och de scenarier som finns för såväl energimix som drivmedelmix fram till 2050.

För att heller inte överskugga de "negativa utsläpp" en plan medverkar till behöver värden särredovisas från de eventuella upptag och förebyggande av utsläpp som också sker. För att vara enkla att sammanställa indata till, behöver utsläppskategorierna baseras på vanligtvis tillgängligt underlag i ett tidigt skede av detalj- och översiktsplaneringen.

För att vara lokalt anpassade behöver utsläppskategorierna, där det är nödvändigt, bygga på det specifika lägets förutsättningar. Ett exempel är planområdets underliggande jordartstyp som påverkar klimatutsläppen från grundläggningsarbetet. Ett annat är lägets centralitet som påverkar körda km med bil.

3.3.2 Exkluderade utsläppskategorier

Det finns vissa typer av objekt eller aktiviteter som ger upphov till klimatavtryck men som inte inkluderas i nuvarande version av verktyget. De har identifierats som följande:

- Utsläpp från kollektivtrafiken som de boende utnyttjar
- Sprängning i berg
- Hantering av (förorenade) jordmassor, eller behandling av förorenad mark
- Komplementbyggnader
- Utsläpp från tunga fordon
- Utsläpp från de boendes och verksammas konsumtion

Att klimatavtrycket från konsumtionen inte är inräknad i verktygets modell motiveras med att det inte anses ligga inom området "Stadsbyggnad" och i princip ligger utanför kommunens och exploatörens rådighet. De tunga fordonen transporterar varor vars utsläpp är en del av klimatavtrycket från konsumtion och är därför inte med (tung transporter under byggfasen eller kopplat till själva byggnaderna under driftfasen är emellertid med). De tre första punkterna i listan ovan skulle kunna vara med men kräver en utveckling av nuvarande beräkningsmodell.

Det är i sammanhanget viktigt att påpeka att de systemgränser och beräkningsmetoder som används i verktyget Klimatkalkylen inte följer någon vedertagen standard för hur en plans klimatavtryck ska avgränsas på samma sätt som för en byggnad eller anläggning. Anledningen till det är att det idag (2025) inte finns någon sådan standard.

De beräkningsmetoder som används i verktyget kan därmed ses som en temporär och gemensam standard för åtminstone de kommuner som använder verktyget i väntan på att en nationell eller internationell lämplig standard.

4 Beräkningsmodellen

4.1 Allmänt om modellen

Beräkningsmodellen finns i en Excel-fil som tar emot indatan, bearbetar den och genererar resultat. Beräkningen startas genom ett inbyggt aktiveringsprogram när användaren väljer att starta beräkningen i gränssnittet på websidan.

Excelfilen tar alltså både emot indatan från webgränssnittet och kastar ut resultatet och arbetar "bakom" webverktyget genom direkt kontakt med den. Det finns bara en "beräkningsmotor" som beräknar ett planobjekt i taget, vilket innebär att beräkningen tar längre tid ju fler planobjekt som har lagts in. Även antalet indatavariabler som har fyllts i och indatans komplexitet i övrigt kan påverka beräkningstiden.

Modellen är statisk i meningen att den hanterar alla planobjekt på samma sätt, även om det finns en mängd justeringsfaktorer beroende på i vilken kommun som beräkningen sker, och i vissa fall vilka val som användaren har gjort.

4.2 Indata

Indatan till beräkningsmodellen kommer dels från vad användaren lägger in, och dels från vad som är inbyggt i modellen.

Indatans form kan vara både numeriska värden som decimaltal eller heltal, identifikationsnummer, årtal eller text. Indatan som användaren bidrar med är i grunden av tre olika typer. Dessa värden eller information är dels av typen som användaren helt fritt bestämmer (numeriska värden, textnamn), dels sådant som användaren kan välja men enbart från ett begränsat antal fördefinierade val (textkategorier, heltal och identifikationsnummer) och då väljs i rullgardinsmenyer, och dels värden som genereras av modellen genom en formel baserat på andra inlagda värden (numeriska värden). I det sistnämnda fallet ska formeln betraktas som ett standardvärde, men kan fritt skrivas över av användaren.

Utöver det som användaren lägger in finns även ett stort antal inbyggda värden i modellen som är nödvändiga för att beräkningarna ska kunna utföras. Dessa värden utgörs främst av följande typer:

1. **Emissionsfaktorer** (klimatgaser)
2. **Faktorer för övriga relationer** (person/m², kWh/m², andelar i % osv.)
3. **Scenariofaktorer**, dvs faktorer som beskriver hur dagens värden utvecklas för framtida år baserat på givna förutsättningar. I detta fall väljer användaren mellan ett begränsat antal scenariealternativ för vissa variabler, och faktorserien gäller för alla planobjekt (utan möjlighet att variera val mellan objekten). Detta gäller för *ELmixscenario*, *Fjärrvärmescenario*, *Fordonsbränslescenario* och *Byggmaterialscenari*. Utöver detta finns scenariofaktorer för bränslenas utsläpp och bioandelar som inte kan påverkas av användaren.
4. **Kommunspecifika justeringar**, faktorer som justerar de generella värdena ovan beroende på i vilken kommun som beräkningen sker (de flesta beräkningar är inte kommunspecifika och påverkas inte). Dessa justeringar kan inte användaren själv modifiera, men kan ändras av administratören efter diskussion med en användare.

Antalet indatavariabler totalt är ca 100 och uppdelat i ett antal sektioner (fet text), enligt tabell 2 nedan:

Tabell 2. Sammanställning av samtliga indatavariabler till beräkningsmodellen.

| |
|--|
| Allmän planfakta |
| Planprojekt namn |
| Planalternativ namn |
| Planalternativ-ID |
| Planobjektnamn |
| Planobjekt-ID |
| Kommun |
| Planobjektets yta |
| Andel av planobjektets markyta som exploateras |
| Bebyggelsestyp |
| Utbyggnadstakt |
| Projektstart |
| Inflyttningsår |
| Projektsslut |
| Nya Flerbostadshus |
| Bruttoarea (BTA) |

| |
|--|
| Antal våningar |
| Byggnadsarea (BYA) |
| Antal våningar källare/garage |
| Källarytans andel av byggnadsarean |
| Byggnation i slänt |
| Byggstomme och klimatförbättrande alternativ |
| Påbyggnad ovanpå existerande konstruktion |
| Energistandard |
| Energislag i byggnader |
| Specifikt livscykelvärde för Uppförande av byggnad |
| Nya småhus |
| Bruttoarea (BTA) |
| Antal våningar |
| Byggnadsarea (BYA) |
| Byggnation i slänt |
| Byggstomme |
| Energistandard |
| Energislag i byggnader |
| Specifikt livscykelvärde för Uppförande av byggnad |
| Nya lokaler |
| Bruttoarea (BTA) |
| Antal våningar |
| Byggnadsarea (BYA) |
| Antal källare/ garagevåningar |
| Garage/ källarytans andel av byggnadsarean i lokaler |
| Byggnation i slänt |
| Byggstomme samt klimatförbättrande alternativ |
| Påbyggnad ovanpå existerande konstruktion |
| Energistandard |
| Energislag i byggnader |
| Andel av lokaler som är kontor |
| Andel av lokaler som är handel |
| Specifikt livscykelvärde för Uppförande av byggnad |
| Parkeringshus |
| Byggnadsarea (BYA) |
| Verksamhetsarea P-hus (BTA) |
| Byggstomme |
| Antal våningar |
| Antal källare/ garagevåningar |
| Byggs i slänt |
| Anläggningar, gator och parker |
| Inomhushall bruttoarea (BTA) |
| Ishall bruttoarea (BTA) |
| Simhall bruttoarea (BTA) |

| |
|---|
| Konstgräsplan yta |
| Stall bruttoarea (BTA) |
| Parkyta |
| Gårdsyta |
| Vägyta |
| Gatutyp |
| Markparkeringsyta |
| GC-baneyta |
| Längd på VA-ledningar längs stadsdelsgata |
| Markförhållanden (kommer från geologiska kartor) |
| Dominerande jordart |
| Genomsnittligt jorddjup |
| Befintliga byggnader: Rivning och renovering |
| Byggnadstyp för rivning |
| Bruttoarea (BTA) i befintliga byggnader som rivs |
| Byggstomme |
| Transportsträcka till avfallsanläggning |
| Bruttoarea (BTA) mindre renovering |
| Bruttoarea (BTA) större renovering |
| Ombyggnad |
| Persontransporter med bil (kommer från kartfil) |
| Destinationstillgänglighet: närhet till centrum |
| Destinationstillgänglighet: närhet till service |
| Densitet (välj i meny) |
| Distans till kollektivtrafik: busshållplats |
| Distans till kollektivtrafik: spårstation |
| Personer per bil |
| Bilpoolsplatser |
| Förändrad markanvändning (kommer från rasterGIS-fil) |
| Förlust av levande biomassa |
| Förlust av markkol och dött organiskt material |
| Missad framtida kolupptag i växande biomassa |
| Kompletterande åtgärder |
| Inkludera kolinlagring i byggnad |
| Inkludera kolinlagring i parker och gårdar |
| Yta installerade solceller |
| Yta återställd våtmark |
| Marktyp för återställd våtmark |
| Antal planterade pilträd |
| Antal planterade ekträd |
| Antal planterade tallträd |
| Mängd använd biokol (producerad inom planområdet) |

4.3 Beräkningsmotor

4.3.1 Tekniska principer

När beräkningen aktiveras hämtas samtliga indata för det första planobjekt för att behandlas i en uppsättning av formler tillsammans med den inbyggda indatan, därefter kastas resultatet ut i ett datablock med resultatvärden för alla detaljkategorier och för alla år. Därefter hämtar beräkningsmotorn in datan från nästa planobjekt och behandlas med samma förfarande tills alla planobjekt med inlagda data har beräknats. Samtliga resultatvärden för samtliga planobjekt (och samtliga år från inflyttning till 2050) läggs tillsammans efter varandra i datablocket. Datablocket är möjligt att exportera ut för vidare analys eller lagring i extern miljö. Resultatsidan hämtar upp värden från datablocket för att kunna rita upp diagram, beräkna index och annat för presentation i webgränssnittet.

Beräkningsmotorn finns i samma excelfil som indatan tas emot, och som resultatet kastas ut och sparas i. Verktygets websida kommunicerar direkt med excelfilens indata och resultatdata. Detta upplägg är fördelaktigt på flera sätt då förändringar i beräkningar enkelt kan hanteras genom att justeringar utförs i excelfilen, som sedan laddas upp och byter ut den befintliga filen. Det gör också att modellutvecklarna kan utveckla och redigera modellen oberoende från webadministratören. Ska förändringarna bli aktiva i webverktyget så måste emellertid den uppdaterade excelfilen laddas upp på samma server som webverktyget och aktivera kopplingen däremellan.

4.3.2 Beräkningsprinciper

Klimatkalkylens beräkningsmodell innehåller en omfattande uppsättning av kategorier, indata, formler, antaganden och beräkningsförutsättningar. Eftersom resultatet beräknas i 24 detaljkategorier över flera sektorer, så finns en stor variation i beräkningsförutsättningar beroende på kategori.

De flesta inbyggda data som emissionsfaktorer, andelar och övriga faktorer kommer från de senaste och mest tillförlitliga källorna. Dessa källor kan vara ett, ett fåtal eller några år gamla, ibland ännu äldre, men får representera "nutid". Avsikten är att dessa ingående värden ska uppdateras när nyare och mer tillförlitliga värden finns tillgängliga.

Beräkningen av klimatavtrycket för framtida år utgår ifrån dessa startvärden och som sedan modifieras år för år in i framtiden genom att multipliceras med tidigare beskrivna scenariefaktorer. Ett specifikt klimatavtryck beräknas alltså separat för varje kalenderår, med start vid projektstarten och slut år 2050.

4.4 Beräkningsvariabler under byggtid

4.4.1 Rivning

För att möjliggöra förtätning är det i dag vanligt att befintliga byggnader rivs för att ge plats för nya byggnader. Det är därför rimligt att även inkludera utsläpp från rivning i en plans klimatavtryck. Klimatutsläppen vid rivning delas oftast in i fyra delar: demolering, transport, avfallshantering och förbränning/ deponering. I modellen är klimatavtrycket för rivning baserat på den totala golvytan (m²) som rivs, i kombination med byggnadstypen (flerbostadshus, småhus, lokaler) samt byggsystemet (betong eller annat (trä etc.)), vilka alla är användarval. En viktig information är att med dagens emissionsfaktorer leder betongbaserade byggsystem till betydligt högre klimatutsläpp från rivning än träbaserade byggsystem (Häkkinen, 2020) (IVL, 2015). Utsläpp från rivningstransporterna påverkas av avståndet till avfallsanläggningen.

4.4.2 Grundläggning byggnad

Analyser av klimatpåverkan från bygg- och anläggningssektorn har främst fokuserat på utsläpp från själva uppförandet av nya byggnader och anläggningar och i mindre grad på grundläggningsarbetet (SGI, 2019). Samtidigt kan klimatpåverkan från byggfasen öka med upp till 50 % om klimatberäkningar även inkluderade markberedning och grundarbeten för en byggnad (IVA & Sveriges Byggindustrier, 2014). Enligt Boverket är det främst i översikts- och detaljplaneläggning som klimatutsläppen från mark- och grundläggningsarbeten kan påverkas (Boverket, 2021).

För att beräkna utsläpp från grundläggning av byggnader har en särskild beräkningsmodul utvecklats som bygger på referensdata från *Byggandets klimatpåverkan* (IVL, 2016), IVL-projektet *Multiply* (EU, 2021), SGI:s verktyg *Geokalkyl* (SGI, 2016) och SGI-rapporten *Förutsättningar att bedöma klimatpåverkan från grundläggning och grundkonstruktioner* (SGI, 2019). Modulen beräknar grundläggning av byggnader, en

¹ Sveriges Geotekniska Institut.

utsläppskategori som också särredovisas i dataresultatet, men i webgränssnittet visas inom mellankategorin "Nya byggnader".

Grundläggning i detta avseende omfattar utgrävning och hantering av jordmassor och berg, i syfte att förbereda marken för en byggnad. De faktorer som påverkar grundläggningen är marktypen, jordlagerdjupet, jordarten, byggnadsarean, våningsantalet, antal källar- eller garagevåningar samt om byggnaden byggs i en slänt eller inte. Faktorerna påverkar behovet av schaktning och därmed markarbetet, mängden jordmassor alternativt berg som behöver hanteras, mängden fyllnadsmassor, samt behovet av pålning och stödmur.

De aktiviteter som inkluderas i grundläggningsarbetet är byggarbeten med arbetsmaskiner som schaktning, fyllning, ledningsdragning och kranarbete; materialåtgång såsom grundläggning, stödmur, fyllnadsmaterial, pålar, bottenplatta och stödmur; samt transport av bortschaktade massor och elanvändning under byggfasen.

Beräkningsmetoderna är hämtade från Geokalkyl men med vissa förenklingar. I Klimatkalkylen sammanfattas markbeskaffenheten till sex kategorier av geotekniska terrängklasser; berg eller friktionsjord (B, FRK), silt (GTK1), moränlera (GTK2), lera silt (GTK3), lera lös (GTK4 och torv (GTK5). Byggnadsbelastningen (kPa) som är en konsekvens av antalet våningar, vilket ger i kombination med markbeskaffenheten ett visst behov av åtgärd (ingen åtgärd, utgräv/återfyll, pålning), samt ett beräknat förstärkningsdjup. Förstärkningsdjupet och byggnadsrean resulterar i volymen schaktmassor och fyllnadsbehov, samt hur omfattande pålningen blir i mängd arbete och meter järnpålar som behövs. Om byggnaden byggs i slänt behövs dessutom en stödmur.

Även en fribärande bottenplatta i betong behövs som antas vara 0,5 meter tjock men behövs inte om underlaget är berg. Om marken är berg och källarvåningar finns med så är det uppkommande bergkrosset med i beräkningen, emellertid inte själva sprängningsarbetet. Nuvarande version av modellen är inte känslig för variationer i avstånd för transport av schaktningsmassorna (däremot för transport av rivningsavfall).

Utöver beskrivet ovan innefattar Klimatkalkylens beräkningsmodell alla arbeten som krävs med arbetsmaskiner inklusive ledningsdragning, byggande, drift av bodar, produktion och transport av grundläggningsmaterial och spillmaterial.

Det finns en risk för överlappning mellan beräkningarna av grundläggningen och uppförandet av byggnad. I uppförandet av byggnaden ingår hela

byggnadskroppen, men till följd av brist på statistik saknas information i källan om typ av grundläggning och hur vanligt garage är.

Det är känt att underliggande garage och markförhållanden påverkar omfattningen av arbeten och materialanvändning för att åstadkomma en god grundläggning. Emellertid saknas både statistik för dagens nyproduktion, och markarbeten ligger också utanför klimatdeklarationens systemgräns. Frågan om markarbeten behandlas dock närmare i ett annan studie om *Klimatdata för geokonstruktioner* (SGI m.fl., 2023).

4.4.3 Uppförande av bostäder och lokaler

Själva uppförandet av byggnader utgör oftast en mycket stor del av det totala klimatavtrycket. I denna post räknas produktskedet av byggnadsmaterialen in (råvaruutvinning, tillverkning och transport) samt själva byggskedet som inkluderar alla relevanta aktiviteter på byggarbetsplatsen som konstruktions- och installationsprocess, energiförsörjning, interna och externa transporter av material och avfallshantering.

Det är viktigt att poängtera att Klimatkalkylen inte kan användas för att beräkna klimatutsläpp utifrån specifika byggmaterial, byggnadskonstruktioner eller byggnadsformer. I stället används emissionsfaktorer för några fördefinierade generella byggnadstyper och byggstommar (vilka uttrycks i kg CO₂e/ m² BTA). Valbara byggnadstyper är flerbostadshus, småhus eller lokaler (kontor, skolor etc), och valbara byggstommar för flerbostadshus och lokaler är betong, stål och trä. Vid sidan av olika byggstommar finns även Boverkets referensvärden som valbara alternativ.

För varje typ av byggstomme finns även möjligheten att välja mellan två alternativ av "klimatutförande", dels business as usual (BAU²), dels ett klimatförbättrat alternativ som utgår från de mest climateffektiva byggmaterialen per byggstomme (BÄST). För flerbostadshus och lokaler blir det då totalt sju olika alternativ (3 * 2 + 1), om man inkluderar referensalternativet. För småhus finns inget val i nuvarande modell och alternativet referens är förvalt.

Emissionsfaktorerna för denna del har hämtats från tre olika studier (KTH, 2023) (IVL, 2020) (LFM30, 2022).

² BAU = Business as Usual.

Boverkets referensvärden bygger på livscykelberäkningar för byggskedet och studier av den svenska byggindustrin de senaste åren och ska spegla "normala" utsläpp från nya byggnader de senaste åren (KTH, 2023). Om mer specifika emissionsfaktorer finns att tillgå för en enskild byggnad finns det möjlighet för användaren att mata in ett specifikt värde till modellen, vilket då kommer att ersätta de generella emissionsfaktorerna.

Att referensvärden för utsläpp från flerbostadshus och lokaler är högre än småhus beror på att betongbaserade byggsystem används mer frekvent för flerbostadshus än för småhus. Flertalet småhusprojekt som använts för att få fram referensvärden har byggts med träbaserat byggsystem.

I Klimatkalkylen finns även en möjlighet att inkludera påbyggnader på befintliga byggnader i beräkningen. I dessa fall används motsvarande utsläpp som för uppförande av nya byggnader, dvs. beräkningen utgår ifrån tillbyggd golvyta (BTA), men antas att det inte sker någon grundläggning och inga källare eller garage byggs.

En åtgärd med potential att minska utsläppen från uppförande av nya byggnader är återbruk av byggmaterial. Att beräkna hur stora utsläppsminskningar som återbrukade byggmaterial kan ge i ett visst utbyggnadsprojekt kräver mer detaljerade verktyg och mer detaljerat underlag än vad Klimatkalkylen kan hantera idag. Enligt en rapport från RISE³ framgår att Sveriges återbruksgrad som helhet endast bara är 3,4% (RISE, 2022). Det finns i dagens version (2025) av Klimatkalkylen ingen möjlighet att lägga in återbruk av byggmaterial.

4.4.4 Uppförande av parkeringshus

Vid sidan av uppförande av byggnader för bostäder och verksamheter, har Klimatkalkylen även en beräkningsdel för uppförande av parkeringshus. Denna beräkning utgår precis som för andra byggnader från golvytan (BTA), antal våningar, källare, garage och om den byggs i slänt. Två alternativ för byggstomme kan väljas, betong eller annat (trä etc.) (SBUF, 2022). Klimatavtrycket från grundläggningen beräknas med samma grundläggningsmodul och principer som för övriga byggnadstyper, samma sak gäller för om parkeringshuset ligger i en slänt.

³ Research Institute of Sweden

4.4.5 Uppförande av anläggningar

Vid sidan av byggnader kan verktyget beräkna klimatutsläpp från uppförande av vanligt förekommande anläggningar. Det finns möjligheten att inkludera klimatavtryck från större och speciella anläggningar, de som finns med i dagens version av verktyget är idrottshall, ishall, simhall, konstgräsplan och stall (Ecoloop, 2020).

Enklare ytanläggningar inkluderas också i klimatberäkningen och innefattar asfalterade vägar och gator, markparkering och gång- och cykelväg, park- och gårdsyta (grönytor) samt VA-ledningar längs stadsdelsgata (Sällberg, 2020). För vägytan kan fyra olika vägtyper väljas (smal landsväg, huvudled, mötesfri väg och stadsgata (VTI, 2010) (Vinnova, 2017).

4.5 Beräkningsvariabler under drifttid

4.5.1 Drift av nya byggnader

Beräknade utsläpp från byggnaders driftsskede till 2050 påverkas av en rad olika faktorer i Klimatkalkylen. Dels beror utsläppsmängden på hur mycket som byggs och val av byggnadstyp, energiprestanda och energislag. Vidare påverkas utsläppen av projektstarten och inflyttningsåret vilket avgör hur långt driftskedet blir fram till 2050. Klimatutsläppen påverkas också av bakomliggande elmixscenario eller fjärrvärmescenario, där utsläppet per använd kWh förändras från år för år (se avsnitt *Utveckling av elmix*).

Klimatutsläppen från drift av byggnader inkluderar energi för el och värme, underhåll, reparation och utbyte av material. Utsläpp från uppvärmning och fastighetsel står för den största andelen. De vanligaste energislagen för uppvärmning är idag fjärrvärme eller eldriven värmepump. Energianvändningen för båda energislagen baserar sig på den uppvärmda golvytan, och uttrycks som kWh/m².

I Klimatkalkylen kan användaren välja mellan följande tre energiprestanda för varje planobjekt;

- Byggnorm BBR29,
- Miljöbyggnad silver
- Passivhusstandard (FEBY guld)

Idag utgör BBR29 en byggnorm som alla nya byggnader måste uppfylla. Miljöbyggnad silver är en idag vanligt förekommande standard för låga klimatutsläpp från energianvändning i byggnader. Energistandarden ingår i Swedish Green Building Council certifiering för miljöbyggnader (SGBC, 2022). Den högsta energistandarden i Sverige kallas för *FEBY-guld* (FEBY, 2019).

För att beräkna klimatutsläpp från drift av byggnader och anläggningar har bland annat rapporten *Byggnadets klimatpåverkan* (IVL, 2016), fjärrvärmestatistik från energiföretagen (Energiföretagen, 2025) och beräkningsfaktorer använts från EU-projektet *Multiply* (EU, 2021) och *Forum för energieffektivt byggande* (FEBY, 2019).

4.5.2 Renovering

Renovering avser byggnader och kan genomföras i tre olika omfattningar i verktyget, dessa är:

- Mindre renovering
- Större renovering
- Ombyggnad

Mindre renovering avser ett enklare arbete med bibehållen funktion och användning och med begränsade energieffektiviserande åtgärder. Större renovering avser i en mer omfattande form och inkluderar då energieffektiviserande åtgärder (dock påverkas inte beräkningens driftutsläpp till följd av en sådan renovering). Ombyggnation avser med syftet att behålla byggstommen, men i övrigt förändra eller utöka användningen i ytterligare ett steg. Definitioner och emissionsfaktorer för dessa tre omfattningar grundar sig på studien *Klimat- och energieffekter vid renoverings- och ombyggnadsprojekt* (IVL, 2022b) och uttrycks som kg CO₂e/ renoverad m².

4.5.3 Drift av gator

Underhåll av vägar och gator under drifttiden grundar sig på en rapport från VTI (VTI, 2010) och till viss del en italiensk forskningsartikel på området (Trunzo, 2019). I källorna har energiavtrycket beräknats utifrån ett allmänt underhåll och ett underhåll som påverkas av trafikflödets storlek och andel tunga fordon. Detta ger två olika enhetsmått, MJ/(m²) och MJ/(m²*fordonspassage), som sedan har summerats för olika vägtyper med vissa antaganden, bland annat vägbredd. Klimatavtrycket har beräknats baserat på klimatutsläpp per energianvändning (RISE, 2017).

4.5.4 Drift av anläggningar och parker

Drift av idrottsanläggningar och parker har beräknats med emissionsfaktorer givna i samma källor som uppföranden av samma anläggningar. De utgår ifrån den byggda verksamhetsytan och uttrycks som kg CO₂e/ m² (Ecoloop, 2020) (Magnusson, 2020).

4.5.5 Persontransporter med bil, utsläpp under färd

För att skatta utsläppen från persontransporter med bil till följd av en kommunal plan behövs information om ett antal variabler som antas påverka människors resvanor, och en matematisk beskrivning av hur dessa variabler påverkar i förhållande till varandra. Dessa förhållanden har tagits fram inom andra projekt genom regressionsmodeller som utvecklats av Spacescape inom forskningsprojektet *Bostadsläget* (Spacescape, 2023). Liknande studier har även genomförts i projektet *Enkla planindikatorer för trafik* på uppdrag av Trafikkontoret på Stockholms stad (Spacescape, 2018). En förutsättning är att det finns en lokal resvaneundersökning som går att bryta ner i resvanor på stadsdelsnivå. I nuläget finns fyra bilresemodeller tillgängliga i modellen, vilken som används beror på kommun (och är inte valbart för användaren).

Modellerna skiljer sig framför allt när det kommer till vilken typ av tillgång till kollektivtrafik som påverkar bilresandet. I Stockholm och Göteborg är det framför allt tillgången till spårstation som har betydelse, medan det i Uppsala i stället är tillgång till regionala busshållplatser (vid sidan av den generella tillgången till Centralstationen som samtliga tre bilresemodeller inkluderar).

Transportforskningen pekar på att det främst är fem lägesfaktorer som får betydelse för bilresandet (IPCC, 2014). Dessa kallas de fem "D-variablerna" och utgörs av distans till kollektivtrafik, diversitet, densitet, design och destinationstillgänglighet. Till stor del är dessa olika kategorier också möjliga att påverka i planeringen och då i synnerhet i tidiga skeden och inte minst inom större planprojekt. Vid sidan av 5 D-variablerna har även socioekonomiska variabler som inkomst och utbildningsnivå visat sig ha betydelse för körda km med bil. Dessa variabler kan däremot inte ändras i verktygets plandatabell då verktyget framför allt fokuserar på att skatta *lägets* betydelse för resvanor.

Resgenereringsekvationerna som används är av typen:

$$y = a + b \cdot x + c \cdot y + \dots,$$

där y = antalet resor per person och dag, a , b och c är konstanter och x , y osv. utgörs av nämnda variabler.

Ekvationen och även variabeltyperna varierar beroende av stad och kommun. Det är emellertid mycket resurskrävande att ta fram denna typ av ekvationer varför det inte är möjligt att ha individuellt anpassade ekvationer för varje stad/kommun, i stället "lånar" olika kommuner varandras ekvationer efter bedömning. I aktuell version av Klimatkalkylen (år 2025) så viktas ekvationen med skillnaden i genomsnittlig reslängd med bil per person med unika värden för varje kommun. Örebro exempelvis använder Uppsalas bilresemmodell men med ett tillägg på 43 % körda km, givet att örebroarna i snitt kör 43 % längre med bil enligt en jämförelse mellan de senaste resvaneundersökningarna. De förekommande variablerna är *närhet till centrum*, *närhet till service*, *byggnadsdensitet*, *distans till busshållplats*, *distans till spårstation* och *korsningstäthet*.

Antal skattat km med bil multipliceras per vuxen och dag för befolkningen inom planområdet. Eftersom ekvationerna beräknar personkilometrar med bil, så måste resultatet justeras med beläggningen dvs. personer/bil, för att kunna uttryckas som fordonskilometrar.

Resultatet justeras därefter med antal bilpoolsplatser som finns i anslutning till objektet. Denna justering görs baserat på samband som grundar sig på den uppskattade effekten av bilåkande av bilpoolsplaster från verktyget *Mobilitetsindex*, framtaget av Energimyndigheten. Vidare detaljer om de olika ekvationerna och vilka kommuner eller städer som använder vilken utelämnas här, finns särskilt intresse så kan IVL eller Spacescape kontaktas.

När antalet fordonskilometrar med bil beräknats så multipliceras det med emissionsfaktorn för en personbil under färd (g CO₂e/ fkm), dvs. bränsleanvändningen ur ett livscykelperspektiv. Drivmedlets klimatavtryck kan ändras med tiden och beror av produktionsmetoder men framför allt andelen biobränsle i bränsleprodukterna, eller valt elmixscenarie för elbil. Detta är mycket osäkert men utsläppen följer definierade andelar i fasta scenarier och kan inte modifieras av användaren.

För verksamhetsresor och besök till verksamheterna så beräknas dessa genom så kallade genereringstal som utgår ifrån verksamhetens golvyta (m²). Genereringstalen skiljer sig kraftigt åt beroende på vilken typ av verksamhet det är, till exempel handel (affärer, butiker), kontor eller offentlig service. Talet innefattar resor både från de anställda, kunder, leverantörer och övriga besök.

Till slut delas värdet med en faktor för samåkning och sedan multipliceras den totala reslängden med emissionsfaktor per km. De transporter som ny bebyggelse alstrar sker emellertid till allra största del utanför planområdet. Eftersom varje resa som alstras har antingen sin start- eller målpunkt i planområdet allokeras halva områdets klimatutsläppen från hela resandet med i Klimatkalkylen.

4.5.6 Persontransporter med bil, fordonets klimatavtryck

Utsläpp från produktion av personbilar inkluderas normalt inte i transportsektorn. Samtidigt står tillverkningen av fordonen för en stor del av de totala utsläppen ur ett livscykelperspektiv som transportererna ger upphov till. Det gäller i synnerhet elbilar vars utsläpp vid tillverkning är betydligt högre än bensin- och dieslbilar. I en norsk studie från 2019 visade sig utsläpp per km öka med 60 % under en 60 årsperiod om tillverkning, vägbyggnation och underhåll inkluderades (Lassoulet, 2019).

Klimatutsläpp från produktion av personbilar kan beräknas genom att dividera det genomsnittliga utsläppet för tillverkning per bil med 225 000, vilket motsvarar en normal körsträcka under bilens hela livslängd i km (Transportstyrelsen, 2020).

Tillverkningsutsläppen omfattar produktion, drift, underhåll och avfallshantering med återvinning, den sistnämnda minskar utsläppen till följd av materialåtervinning. Beräkning av klimatutsläpp från fordonstillverkning per km och år utförs med hjälp av data från HBEFA-modellen (HBEFA, 2021), Fordonsstatistik (SCB, 2022), data från studie av fordons klimatavtryck (Ricardo, 2021) och en studie av Volvobilers klimatavtryck för batterier (Volvo cars, 2020).

Fordonsflottan är i ständig förändring eftersom fordonen byts ut. Framåt i tiden kommer utsläppen från tillverkning av fordon också påverkas av fordonsflottans sammansättning och hur industrin utvecklas i världen. En större andel elbilar skulle då med dagens klimatutsläpp från tillverkning kunna bidra till större klimatavtryck baserat på batteritillverkningen, samtidigt kan energin som används i industrin efterhand få ett lägre klimatavtryck. I verktyget antas att klimatavtrycket från industrins energianvändning utvecklas på samma sätt som EU25-elmix.

4.6 Förlust av kol i markmiljön

Markanvändningssektorn bidrar idag i Sverige till ett årligt nettoupptag av klimatgaser. Under den senaste tioårsperioden har nettoupptaget emellertid minskat till följd av omfattande avverkning (Naturvårdsverket, 2021).

Samtidigt är en ökning av kolsänkan i skog och mark avgörande för om Sveriges utsläppsmål ska nås, och sektorn erbjuder stora möjligheter till att öka nettoupptaget. Inom markanvändningssektorn ingår förändrad markanvändning som en utsläppskategori. I det ingår exploatering av ny mark för att bygga ut städer eller ny infrastruktur (Naturvårdsverket, 2021).

Vegetationens förmåga att ta upp koldioxid beror av de specifika lokala förhållandena inom en kommun. För att undersöka utsläpp från förändrad markanvändning har SLU på senare år utvecklat en metod för att sammanställa en kolförrådskarta med hjälp av bland annat nationella marktäckesdata och SLU:s egna skogliga grunddata (Lindahl & Lundberg, 2021).

Dessa kolförrådskartor finns idag fritt tillgängliga för stora delar av Sverige och kan laddas ner via det nationella skogsdatalabbet (Skogsdatalabbet, 2025).

I samråd med experter på SLU inom området (Lindahl & Lundberg, 2021) har följande tre utsläppskategorier valts ut för att kartlägga planers klimatpåverkan när det kommer till just förändrad markanvändning fram till 2050:

- Förlust av levande biomassa,
- Förlust av markkol i dött organiskt material
- Missad framtida kolinlagring fram till 2050.

I kommande avsnitt beskrivs de tre utsläppskategorierna mer ingående.

4.6.1 Förlust av levande biomassa

Inlagrad kol i levande biomassa antas släppas ut när skog avverkas (Lindahl & Lundberg, 2021). Givet att 20 % av den avverkade skogen används till långlivade produkter som förväntas finnas kvar till 2050, utgör 80 % av kolmängden inom den aktuella ytan grunden för att beräkna klimatutsläpp (koldioxid). Total kolmängd som avverkas beror både på den kolmängd som finns idag (hämtad från det nationella skogsdatalabbet) och förväntad tillväxt i biomassa fram till att biomassan avverkas. Förväntad tillväxt beräknas här med känslighet för både skogens ålder och täthet

(torrsubstans per hektar). Klimatutsläppet från förlust av levande biomassa för en viss utbyggnadsyta beräknas med hjälp av ett GIS-skript vid import av data via GIS-fil (se avsnitt *Import av data från GIS-fil*).

4.6.2 Förlust av markkol och dött organiskt material

Klimatutsläpp från förlust av markkol och dött organiskt material sker genom att markkolet kommer i kontakt med luft då det översta jordlagret på ca en halvmeter antas schaktas bort vid nyexploatering och inget nytt organiskt material tillförs (Lindahl & Lundberg, 2021). Klimatutsläppet från förlust av markkol och dött organiskt material beräknas med hjälp av GIS-skript (se avsnitt *Import av data från GIS-fil*).

4.6.3 Missat framtida koluttag i växande biomassa

Värdena baseras på planobjektets storlek och läge och vilket kolförråd som finns i levande biomassa, markkol och dött organiskt material på platsen. Som utgångspunkt baseras beräkningen på hela exploateringsytan, men användaren av modellen kan justera andelen fritt till aktuellt fall.

Mindre skogsmark leder till mindre framtida inlagring av kol i biomassan (Lindahl & Lundberg, 2021). Klimatutsläpp till följd av missad kolinlagring beräknas som summerat värde baserat på tillväxten i levande biomassa från exploateringsstart fram till 2050.

4.7 Upptag av kol och förebyggande av utsläpp

4.7.1 Upptag av kol i parker och gårdar

Parker och gårdar tar upp koldioxid under tiden vegetationen växer. Dessa värden beräknas som kg CO₂/ m² och ingår som upptag och negativt utsläppsvärde (Sällberg, 2020). I denna kategori ingår all vegetation i en typisk park- och eller gårdsmiljö (inklusive träd).

4.7.2 Återställande av våtmark

Återställande av våtmark innebär återvätning av dränerad organogen mark (dvs mark som består av organiskt material som ursprungligen varit levande), vilket minskar utsläppen genom att både inlagringen av CO₂ i marken ökar och nuvarande utsläpp från marken förhindras. Det är främst i den varmtempererade zonen av Sverige som återställning av våtmarker kan ge betydande effekter på minskade klimatutsläpp (Götaland och sydligaste Svealand) (Skogsstyrelsen, 2021). Antagna klimatutsläppseffekter av återställd våtmark i Klimatkalkylen har därför geografiskt avgränsats till den tempererade zonen. Hur stor nettoeffekten blir för att minska klimatutsläppen varierar även med marktyp. Nettoeffekten av att återväta åkermark blir 21 ton CO₂e per år och hektar (SOU, 2020) medan återvätning av skogsmark/ betesmark i genomsnitt blir 1,4 ton eller 6,2 ton CO₂e per år och hektar beroende på om marken är näringsfattig eller näringsrik (Skogsstyrelsen, 2021).

4.7.3 Upptag av kol i planterade träd

Inom tätorter och i tät stadsmiljö finns också möjligheter att öka kolsänkan i grönstruktur. Ett exempel är trädplantering. Inlagringen av CO₂ varierar med trädslag och växtzon. I en studie studerades upptaget av kol från plantering av pil, ek, och tall (Lind, 2020). Variationerna är stora och ett pilträd i Helsingborg kunde efter plantering binda 164 kg per år medan ett tallträd i Umeå endast band motsvarande 14 kg. Upptaget antogs vara linjärt efter utplantering under en 50-årsperiod. I verktyget justeras upptaget beroende på vilken kommun som beräkningen görs.

4.7.4 Upptag av kol vid användning av biokol

Biokol produceras genom en process som kallas pyrolys. Oftast används växtavfall och restprodukter från lantbruket som råvara. För att beräkna biokol som kolsänka bör ett certifikat om att biokolen inte tidigare bokförts som kolsänka krävas. En godkänd certifiering finns enligt standarden European Biochar Certificate (EBC) som redovisar biokolets kolsänka "EBC C-sink" (EBC, 2021). Certifieringsprocessen innebär bland annat att de utsläpp som sker vid tillverkning, transport och slutlagring av biokolet är avräknade från den godkända kolsänkan och att kolsänkan dessutom inte dubbelräknas (SGBC, 2023). I vilken grad som biokol leder till ett negativt utsläpp beror bland annat på vilken råvara som används i pyrolysen. Störst negativt utsläpp ges av biokol som producerats med träprodukter. I klimatkalkylen används ett grovt uppskattat värde på 2,5 ton

CO₂ per ett ton biokol, värdet är hämtat från Biokolhandboken (Fransson et. al., 2020).

4.7.5 Kolinlagring i byggnad

Kolinlagring i byggnader innebär en form av mellanlagring då kol bundet i sådant trä kan ha en lång livslängd. Klimatmål som EU formulerar inom ramen för *Fit for 55* kommer sannolikt öka behovet av mer klimatsmarta byggmaterial i Sverige och internationellt att öka. I EU-kommissionens senaste förslag för hur nollutsläppsbyggnader ska beräknas så godkänns kolinlagring i byggnader (EU, 2024). I LFM30 godkänns att halva kolinlagringen i en byggnad räknas som ett negativt utsläpp (LFM30, 2022).

Kolinlagringens storlek i Klimatkalkylen beror av byggstommen av naturliga skäl (referens, betong, trä, stål), dock påverkas inte beräkningen av valet BAU eller BÄST till följd av brist på underlag för att justera dessa värden. Samtliga byggstommar innehåller mer eller mindre kolinlagring.

I Klimatkalkylens modell kan likt LFM30 hälften av byggnadernas kolinlagring inkluderas som ett negativt utsläpp. Om detta ska inkluderas eller inte i den totala klimatutsläppsberäkningen avgörs av användaren.

4.7.6 Förebyggande av utsläpp från solceller

Installation av solceller inom planområdet genererar en elproduktion som antas kunna handlas på elmarknaden, och på så sätt ersätta den el som används inom planområdet i övrigt. Denna elproduktion blir därför ett undvikna utsläpp likt upptag av växtlighet, och räknas som en kompletterande åtgärd. Hur stort det undvikna utsläppet blir beror på vilken elmix beräkningen grundas på (användarens val), hur stor yta solceller som installeras och när solcellerna börjar generera el. Samtidigt innebär framtagande av solcellerna ett utsläpp vilket summeras med det undvikna utsläppet och ett totalt nettoutsläpp beräknas och presenteras som egen post i verktyget. De undvikna utsläppen beräknas i modellen i praktiken som negativa utsläpp.

4.8 Utsläppsscenarioer

4.8.1 Beskrivning av scenarieval

I modellen finns ett antal fördefinierade scenarier för hur klimatavtrycket utvecklas i framtiden. Användaren väljer själv från vilka fördefinierade framtidsscenarioer som beräkningen ska baseras på, men kan i nuvarande version av verktyget (år 2025) inte definiera scenarier med egna värden. Tre av scenarierna avser energimixar; elmix, fjärrvärme och fordonsbränsle, och dessutom finns val av scenario för byggmaterial. Storheterna är olika till sin karaktär och har olika geografiska perspektiv, fjärrvärmerna är i första hand en kommunal energikälla, fordonsbränslet är sig ett nationellt system men fordonsflödets bränslemix kan variera mellan kommuner, elmix kan väljas i ett antal geografiska nivåer beroende på "resonemang", och byggmaterialet har en "global" leveranskedja. Scenariernas värden förklaras vidare i följande underavsnitt.

Sammanfattning av alternativ för framtida utsläppsscenarioer visas i tabellen nedan:

Tabell 3. Sammanfattning alternativ för framtida utsläppsscenarioer.

| Energislag | Scenarioalternativ |
|----------------|--|
| Elmix | EU25 elmix Nordeuropeisk marginal Nordisk elmix Svensk elmix Kommunspecifik elmix Kommunspecifik elmix med klimatmål |
| Fjärrvärmemix | Svensk fjärrvärme Kommunspecifik fjärrvärme Kommunspecifik fjärrvärme med klimatmål |
| Fordonsbränsle | Sveriges fordonsbränslemix Sveriges fordonsbränslemix medelhög Sveriges fordonsbränslemix låg elbilsutveckling Kommunspecifik fordonsbränslemix Kommunspecifik fordonsbränslemix med klimatmål |
| Byggmaterial | Ingen förändring Medelförändring Snabb förändring Uppfyller klimatmål 2045 |

Scenarierna beskriver utvecklingen av möjliga framtider av emissionsfaktorer. I praktiken multipliceras med "dagens" emissionsfaktor med en faktor år för år som justerar emissionsfaktorn in i framtiden. Utsläppsvärden för olika energianvändning baseras på kända värden och en beräknad eller bedömd framtida utveckling av emissionsfaktorn. Scenarierna bygger på bedömda skattningar av bränsleblandningars utveckling, politiska beslut, forskning, teknikskiften samt officiella och inofficiella prognoser. Underlaget för bedömningarna baserar sig av följande referenser:

- Fordonsregistret (SCB, 2022)
- HBEFA-modellen (HBEFA, 2021)
- Omsättningsverktyget (Trafikverket, 2025)
- World Energy Outlook 2021 (IEA, 2022)
- EU PRIMES-modellen, (EU, 2020)
- Emissionsfaktor för nordisk elmix med import och export (SMED, 2021)
- Klimatbedömning av el, fjärrvärme och fjärrkyla- delrapport inom Tidstegen 5 Nr V2440 (IVL, 2022)
- Energimyndighetens websida (Energimyndigheten, 2025)
- Energiföretagens websida, scenarioutveckling baserad på EU PRIMES-modell

Kommuner eller andra användare kan leverera egna scenarier till verktyget om så önskas och de har värden som de anser vara bättre. Detta är aktuellt framför allt för fjärrvärme då den är av en mer lokal karaktär, men det är även möjligt för elmix och fordonsbränsle. Dessa scenarier kan då vara av två typer, dels kommunspecifik där kommunen själv gjort en realistisk prognos, dels scenarier där utvecklingen följer kommunens klimatmål.

4.8.2 Fordonsflottans utveckling

I verktyget finns idag (2025) fem scenarier för fordonsutvecklingen att välja på, vilka utgår ifrån olika scenarier av elbilsintroduktion i flottan, om det är den kommunala eller kommunspecifika flottan som avses och huruvida scenarier ska möta klimatmål eller inte. Ett problem att beräkna fordonstrafiken som genereras av ett planområde är att fordonsflödet som orsakar utsläppen kommer att vara en blandning av de boendes, de verksamma och de besökandes fordon. Att basera fordonsflottan på hela kommunens befintliga flotta är delvis rätt men är samtidigt vanskligt av angivna skäl. Utsläppen avser endast personbilar och inte lätta lastbilar även om de används för persontransporter. Klimatavtryck från kollektivtrafikens personresor finns inte med i verktyget.

Scenariernas framtida emissionsfaktorer kommer från beräkningar i Omsättningsverktyget, ett Excelverktyg framtaget av IVL på uppdrag av Trafikverket (Trafikverket, 2025). Det kan beräkna framtida fordonsflottor genom inmatning av nyförsäljningsandelar med avseende på bränsletekniker år för år in i framtiden. Grunddaten i Omsättningsverktyget är en förenkling av data från HBEFA- modellen, en modell som drivs av IVL på uppdrag av Trafikverket och används av Naturvårdsverket för årliga beräkningar av Sveriges nationella utsläppsrapportering till FN.

4.8.3 Utveckling av elmix

Elanvändningen antas komma från det allmänna kraftnätet och emissionsfaktorer från elmixar baserar sig därför på nationella värden, men kan också vara kommunspecifika med eller utan klimatmål.

I Sverige finns det inte officiellt fastställda kommunspecifika elmixar, i den meningen att varje kommun har en unik rapporterad elmix. El som används i en kommun kommer normalt från det nationella elnätet. Därför bygger elmixen i praktiken på Sveriges totala produktion och import/export vilket innebär att elen är en blandning av vattenkraft, kärnkraft, vindkraft, eventuellt solkraft och en mindre mängd fossila bränslen (till exempel som kraftvärme) samt import och export från andra länder. Den genomsnittliga *svenska elmixen* som används i Klimatkalkylen har en emissionsfaktor på ca 35 g CO₂e/kWh (2024) enligt PRIMES-modellen (EU, 2020). Prognosen för framtiden grundar sig på beräknas med en nedräkningstakt enligt samma modell för trender av energi och klimatgasutsläpp till 2050.

Elkunder kan i vissa kommuner köpa el med olika ursprung beroende på vilket elhandelsbolag de har valt. Elhandelsbolag måste deklarerat ursprunget för elen de säljer. Vissa kommuner har egna energibolag som kan producera lokal el – till exempel fjärrvärmebaserad el eller sol/vindkraft – och kan rapportera sin egen elmix. Men även detta är inte samma sak som att hela kommunen har en unik "kommunmix".

Andra alternativa elmixar är *Nordisk elmix* som motsvarar elproduktionen i Norden och *EU- elmix* (350 g CO₂e/kWh år 2024 i Klimatkalkylen) som motsvarar EU-länders genomsnittliga elproduktion (IPCC, 2021). Dessutom finns *Nordeuropeisk marginalel* (366 g CO₂e/kWh år 2024 i Klimatkalkylen), men detta menas den el som tillkommer eller tas bort från systemet när efterfrågan förändras, dvs. den el som påverkas av att större eller mindre användning.

Användaren väljer själv elmix men det rekommenderas av utvecklarna att antingen Svensk eller Nordisk elmix används som standardvärde. Nordisk elmix hänger bäst ihop med elnätets geografi och kopplingar, och Svensk elmix rekommenderas av Boverket.

4.8.4 Utveckling av fjärrvärmemix

Fjärrvärme är ett system där värme produceras centralt i ett kraftvärmeverk eller panncentral och distribueras i rörledningar med hett vatten eller ånga till bostäder, kontor och andra byggnader i ett område. Det används främst för uppvärmning av inomhusluft och varmvatten. Fjärrvärmen produceras oftast genom förbränning av biobränslen, avfall eller fossila bränslen, men kan också vara spillvärme från industrin. Fjärrvärmen är till sin natur en lokal energilösning eftersom värmeförlusterna är stora och ökar med avståndet.

De flesta kommuner i Sverige har och använder fjärrvärme och har därmed en kommunspecifik fjärrvärmemix, denna kan uttryckas med eller utan klimatmål. I brist på värden för en kommunspecifik fjärrvärmemix kan ett Sverigemedel användas (Energiföretagen, 2025).

Scenarieutvecklingen är baserad på värden från EU:s PRIMES- modell för kolintensiteten i ångproduktion (EU, 2020). Nedräkningstakten till 2030 är samma som Energiföretagen uppger till följd av att fossila bränslen, el och torv fasas ut (Khodayari, 2024). Energiföretagens mål för fossila klimatutsläpp från fjärrvärme till 2045 är noll, men här har valts att använda PRIMES nedräkning till 2050, vilket innebär 40 % minskning. Denna blygsamma minskning har valts för att inte överskatta minskningen.

4.8.5 Utveckling av byggnadsmaterial och byggnationsenergimix

I verktyget är det möjligt att välja mellan fyra olika framtidsscenarior för i vilken grad som byggindustrin lyckas reducera sina klimatutsläpp från byggnadsmaterial och energin som används under uppförandet. Scenarierna tar avstamp i emissionsfaktorerna från uppförandet av byggnader och räknas ned med framtida år enligt nedan beskrivna scenarier. De fyra scenarierna är följande:

1. I ett scenario sker inga förändringar (syftet är att ha ett jämförelsesscenario som visar hur det blir om inget skulle hända)

2. I ett scenario sker en snabb förändring enligt en studie från Uppsala universitet (Uppsala Universitet, 2021)
3. I ett scenario sker en förändring som ligger precis mellan de två ovan
4. Det sista scenariot bygger på en utsläppsreducering år för år fram till 2045 i linje med Sveriges klimatmål (Karlsson et. al., 2020).

Det första och det sista scenariot kan sägas vara två extremer, och därmed utgöra ett spann av möjliga klimatutsläpp för uppförande av nya byggnader fram till 2050 (uttryckt per m² BTA).

4.9 Lokala anpassningar av utsläppsberäkningarna

I samband med anpassning till kommunernas särskilda förutsättningar justeras vissa indata och underlagsdata. Nedan finns en lista på vilka anpassningar som görs.

- Kolförrådskartor för levande biomassa, markkol och dött organiskt material samt missad framtida inlagring av kol (per 10 x 10 metersrutor) för att beräkna utsläpp från förändrad markanvändning
- Bilresemodeller som skattar körda km per person beror av en rad variabler som beskrivits tidigare. Dessa samband skiljer sig mellan kommuner, samtidigt finns oftast inte resurser att göra speciella utredningar för att fastställa individuella faktorer för varje kommun. Några standardmodeller används för olika typer av kommuner med eventuella justeringar efter diskussioner eller särskild information från kommunen. Om kommunen inte är geografiskt inkluderad i någon av de befintliga modellerna som finns framtagna för Stockholmsregionen, Göteborgsregionen eller Uppsala kommun kan antingen en lokal anpassning till någon av de befintliga modellerna genomföras, eller kan nya lokala bilresemodeller utvecklas om tillräckligt detaljerade resvanedata finns tillgängliga.
- Beräkningen av utsläpp från grundläggning påverkas av dominerande jordart och genomsnittligt jorddjup för den mark som exploateras. Information om jordarten och jorddjupet finns gratis tillgängliga jordartskartor från SGU.
- Specifika utsläpp från fjärrvärme finns oftast hos varje kommun, annars används ett generellt värde för fjärrvärme i Sverige. Om kommunen även har

ett målbaserat scenario för framtida utsläppsminskningar från fjärrvärme fram till ett visst år, så används det i verktyget kommunspecifikt värde för klimatmål. Vid en kommunanpassning kan även ett målsscenario sammanställas i linje med nationella klimatmål.

- Avstånd till anläggning dit rivningsmassor fraktas kan anpassas efter kommunspecifika förutsättningar.

5 Beräkningsresultat

5.1 Klimatutsläpp

Klimatkalkylen beräknar resultat uttryckt i vikt koldioxidekvivalenter, förkortat som CO₂e. Detta innebär att avsikten är att även andra klimatgaser än koldioxid ingår i värdet, men är omräknade utifrån sin klimatpåverkan så att de kan summeras till ett värde tillsammans med koldioxid. Alla utsläppsvärden är uttryckta som klimatavtryck, dvs. de beräknade klimatutsläppen (globalt) räknas in och summeras.

Resultatet sparas och kan exporteras ut i excelformat efter att en beräkning är genomförd, det fullständiga resultatdatablocket ligger då sparad i fliken *Dataresultat*. Resultatet finns i sin mest detaljerade form uppdelat per planobjekt, detaljkategori och år. Eftersom det finns totalt 24 detaljkategorier i modellen så kommer *varje planobjekt* att resultera i = 24 * (2050 - årtal projektstart) stycken utsläppsvärden.

Därutöver beräknas ytterligare fem värden på befolkning och ytor från projektstartåret till 2050, nämligen *Boendebefolkning totalt*, *Boendebefolkning vuxna*, *Verksamhetsbefolkning totalt*, *Byggd totalyta (m²)* och *Renoverad totalyta (m²)*.

5.1.1 Resultatpresentation

Det fullständiga resultatet summeras på olika sätt för att kunna presenteras på webverktygets resultatsida. Resultatet presenteras på följande sätt i dagens version av verktyget (2025).

- **Totalutsläppet (kton).** Visas som ett värde för summan av alla planobjekt, alla detaljkategorier och alla år. Det visas också per summerad byggd och

renoverad yta år 2050 (kg/m²), och delat på hela befolkningen år 2050 (kg/person).

- **Kurva över tid.** Totala utsläppet med alla detaljkategorier och alla planobjekt summerade, visas år för år från projektstart fram till år 2050 (kton, kg/m², kg/person).
- **Stapeldiagram.** Utsläppskategorier på mellannivå (11 styck) presenteras för sig, visas alla år från projektstart fram till år 2050 och alla planobjekt summerade (kton, kg/m², kg/person).
- **Karta.** Varje planobjekt presenteras för sig, med alla detaljkategorier och alla år från projektstart fram till år 2050 summerade.

5.1.2 Territoriella klimatutsläpp och klimatavtryck

På resultatsidan i verktyget kan man också visa en uppskattning för andelen som släpps ut "territoriellt", här definierat som inom Sverige, och för andelen som släpps ut globalt (inklusive Sverige) som en konsekvens av exploateringen. Begreppen förklaras nedan:

- **Brutto.** Utsläppen summeras utan att räkna in de negativa utsläppen, dvs. upptag och undvikande av utsläpp (till exempel solceller)
- **Netto.** Utsläppen summeras med de negativa utsläppen inkluderade.
- **Territoriella.** Utsläpp som sker inom Sveriges gränser till följd av exploateringen
- **Globala.** Utsläpp som sker var som helst i hela världen till följd av exploateringen

Andel territoriella bruttoutsäpp för respektive utsläppskategori har uppskattats av IVL och utgör i nuvarande version en grov schablon.

5.2 Befolkning och ytor

5.2.1 Befolkning

Beräknat antal boende vuxna baseras på en faktor utifrån boendeytan för de olika bostadstyperna. För att beräkna antalet boende och verksamma används SCB:s

kommunstatistik för genomsnittlig boarea per person i flerbostadshus (snittet av bostadsrätt och hyresrätt) och småhus (i äganderätt).

Den verksamma befolkningen beräknas genom att golvytan multipliceras med en faktor som beskriver antal m² som upptas per anställd, med olika värden för kontor, handel och övriga. Schablonvärden per anställd för olika verksamhetstyper byggs på Spacescapes mångåriga erfarenhet av antaganden i diskussion med kommuner, fastighetsutvecklare och fastighetsexperter.

Utöver utsläpp och upptag av klimatgaser sker en uppskattning i modellen av antalet boende baserat på boendeytan i respektive bostadstyp, samt antalet verksamma baserat på verksamhetsytan i kontor, handel och övriga verksamheter. Persontransporter beräknas därefter baserat på hela befolkningen, boende och verksamma.

5.2.2 Byggda ytor

Den *byggda totalarean* presenteras som ett resultat och innefattar summan av m² BTA för flerfamiljshus, småhus och lokaler inklusive källare och garage för samtliga. Denna yta summeras dessutom med parkeringshus, inomhushall, ishall, simhall och stall för att få den totala byggda bruttoarean (BTA).

Den *renoverade arean* presenteras för sig som ett resultat i modellen och verktyget och innefattar summan av m² för större och mindre renovering samt ombyggnad. Den byggda ytan och den renoverade ytan är sammanräknade när utsläppen uttrycks per m² i resultatet.

6 Användning av verktyget

6.1 Allmänt

Kommunerna är den huvudsakliga behovsägaren genom sitt ansvar för planer och klimatmål och har uttryckt behov av ett mer lättanvänt digitalt verktyg, där plandata enkelt kan importeras och där uppdateringar sker automatiskt. Verktyget är webbaserat och är byggt på en modell för utsläppsberäkningar som kan kopplas till digitala plandata och översiktsplaner.

Webbverktyget Klimatkalkylen är tillgänglig för de kommuner eller andra organisationer som erhållit användarlicens av IVL och Spacescape, vilka äger och förvaltar verktyget tillsammans. Även konsulter till kommunorganisationen kan ges tillgång till verktyget.

6.2 Inmatning av data

6.2.1 Inmatning generellt

Användaren har möjlighet att lägga in data på tre olika sätt; dels genom att fylla i en Excel-mall och importera den till modellen, dels genom att fylla i tabellerna i en GIS-fil och importera den på motsvarande sätt, och dels genom inmatning manuellt i webgränssnittet, eller en kombination av dessa metoder. Importerade eller inmatade data kommer att skriva över tidigare inlagda data om konflikt uppstår. Av detta skäl är det viktigt att användaren ser över sina indata innan beräkningen aktiveras.

6.2.2 Manuell inmatning

Användaren sammanställer själv den ingående datan som ligger till grund för planernas utsläppsberäkningar och matar in de i gränssnittet. Vid inmatningen lägger användaren in datan per "planobjekt" (kolumner i inmatningsgränssnittet). Vad ett planobjekt utgör definierar användaren själv. Det kan finnas olika skäl till att användaren vill särskilja inmatningen i olika planobjekt. Ett skäl är att det finns variationer inom det man matar in data om, och inmatningen inte tillåter mer än ett val/värde, till exempel ett byggnadskomplex som består av två olika byggstommar.

Ett annat skäl till att särskilja beräkningar i olika planobjekt kan vara att kunna särredovisa klimatavtrycket från något i en särskild post i resultatet. Ett planobjekt kan också representera ett helt planområde eller en del av planområdet, om användaren anser att inmatningsdatan för ett planobjekt är tillräckligt noggrann eller anser att en generalisering av datan till ett planobjekt är acceptabel.

6.2.3 Import med Excelfil

Vid inmatning med Excelfil behöver användaren först ladda ner en Excelmall som helt matchar mot modellens indataflöde. Denna kan laddas ner och fyllas i lokalt på användarens dator eller nätverk (och helst sparas), för att sedan laddas upp till med värdena till modellen. Detta sätt är det som generellt rekommenderas då

utvecklarnas anser att det är det säkraste för att undvika fel, mer flexibelt för användaren att till exempel kopiera data och att användaren ges visst stöd med instruktioner i inmatningen.

Det är viktigt att poängtera att data om *förändrad markanvändning* måste matas in direkt som absoluta värden ton CO₂e. Denna data kan inte beräknas av modellen utan användaren måste själv inneha denna information (om den är relevant), eller också använda sig av import genom GIS-fil (se nästa avsnitt).

6.2.4 Import av data från GIS-fil

Om användaren så vill kan all plandata sammanställas i tabellen i en GIS-fil. Möjligheten finns alltså att fylla i samtliga plandata för planobjekten i en GIS-fil innan man laddar upp geometrierna till webbverktyget. För att förenkla sammanställningen har två GIS-mallar tagits fram för ArcGIS (Esri filbaserad geodatabas) respektive QGIS (GeoPackage). För att underlätta tekniskt är ett QGIS-projektet uppsatt så att vissa attribut i plandatatabeln har rullgardinslistor med värden att välja på och ett antal förinställda standardvärden (i linje med webbgränssnittet och Excel-mallen). Det är möjligt att skapa egna planobjekt genom att rita eller kopiera in redan erhållna vektorgeometrier i tabellen. Tekniska krav är att geometrierna ska ligga i koordinatreferenssystemet SWEREF 99TM.

För att uppladdningen och beräkningen ska fungera finns det två helt obligatoriska värden som behöver fyllas i för varje planobjekt, dessa är Planobjekt-ID och kommunkod. Det är naturligtvis mycket önskvärt att det mesta av övriga variabler också matas in för att få en så bra beräkning som möjligt.

När resultatet är beräknat kan användaren presentera det på olika sätt, som visa totalutsläppen eller kvoter mellan utsläppen och befolkning eller yta, och visa dem i olika diagram och kartor. Det går också att visa resultat i jämförelse med ett referensvärde eller målvärde. Om användaren sedan vill fortsätta laborera med olika åtgärder kan den själv välja att justera sina indata enligt önskemål och göra nya beräkningar och nya presentationer.

6.3 Systemgränser för utsläppsberäkningen

6.3.1 Fysiska avgränsningar

Geografiskt kan en kommunal plan avgränsas till planområdets definierade gränser. Utsläppsberäkningarna avser sedan alla utsläpp inom kalkyltiden som orsakas av det som sker inom planområdet. Det innebär att utsläppen kan ske var som helst på jorden, men för att räknas in måste de vara orsakade av aktiviteter inom planområdets geografiska gränser på marken.

6.3.2 Klimatkompensation

Ett planprojekt kan till exempel resultera i förändringar utanför planområdet via investeringar i exempelvis förnyelsebar energi eller energieffektiviseringar av befintlig bebyggelse. Sådana kompletterande åtgärder kallas om de är avsiktliga för "Klimatkompensation", och används i vissa system för att nå nettonoll genom att kompensera för de kvarvarande klimatutsläpp som sker inom ett planprojekt.

Klimatkalkylen kan i dagsläget (2025) inte hantera klimatkompensation förutom de kategorier som finns beskrivna som åtgärder som kan utföras i direkt anslutning till exploateringen, som återställa våtmark, planterade träd och använda biokol.

De utsläpp som solceller antas undvika adderas till kategorin för Upptag och åtgärder.

6.3.3 Tidsmässiga avgränsningar

Utsläppsberäkningarna är avgränsade i tid från projektstarten eller inflyttningsåret fram till år 2050. Observera att dessa år väljs av användaren fritt för alla planobjekt separat, och utsläppen sker under olika utsträckning i år beroende av projektstarten, projektslutet, inflyttningsåret och beroende av på utsläppskategori. De aktiviteter som sker under byggfasen sprids ut jämt under byggåren för att sedan bli noll. Utsläpp som sker till följd av drift pågår från projektstarten om det är ett byggnads- eller anläggningsobjekt, och från inflyttningsåret om det är persontransporter med bil fram till 2050. Det finns alltså ett antagande att när alla har flyttat in så bor de inom planområdet fram till 2050, och i dagens version av verktyget (2025) finns ingen förändring inlagd för befolkningen per boyta.

I verktyget beräknas klimatutsläpp år för år fram till 2050, men inte längre. Detta skiljer sig från LCA-metodik för byggnader som enligt standarden summerar utsläpp från 50

års driftstid. Summerade klimatutsläpp fram till 2050 är av särskild betydelse för att inte överstiga den klimatbudget som finns för att klara 1,5 graders temperaturökning enligt Parisavtalet. Vilka klimatutsläpp som en plan orsakar efter 2050 är också mer osäkert att beräkna.

7 Referensvärden och målvärden

7.1.1 Definition av målvärde och referensvärde

Vad som är bra nog när det kommer till planers klimatpåverkan är ingen enkel fråga. Det finns som sagt ingen vedertagen standard avseende systemgränser, utsläppskategorier eller tidsramar. Därmed är det också svårt att definiera allmängiltiga jämförelsevärden för resultatet, till exempel ett "referensvärde" eller ett "målvärde".

Begreppet referensvärde brukar i allmänhet användas i betydelsen ett värde som är " normalt " eller medel. Målvärde kan sägas vara ett värde till vart man strävar och om man uppnår det är det bra nog. Målvärden är ofta uppsatta politiskt och är inte självklart vetenskapligt grundade, men kan också ha juridisk bäring. I detta fall med Klimatkalkylen har målvärden och referensvärden ansatts med en metod inspirerad av rapporten *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories* från World Resource Institute (WRI, 2021).

7.1.2 Referensvärden

I ett första steg behöver kommunen bestämma systemgränser som ska användas för att uppskatta planers klimatutsläpp.

I ett andra steg genomförs en retroaktiv klimatkalkyl för de 5–10 senaste årens utbyggda planer. Efter det kan snittvärden i CO₂e/ m², CO₂e/ person och CO₂e/ utsläppskategori användas som referensvärden. Genom att sedan integrera referensvärdena i resultatredovisningen kan en ny plans klimatutsläpp jämföras med ett referensalternativ, dvs hur mycket större eller mindre utsläppen är i relation till den senaste utbyggnadsperiodens snittvärde.

7.1.3 Målvärde

När referensvärden finns framme skulle kommunen kunna föreslå en viss total utsläppsminskning i relation till referensvärdet. Målvärden kan sättas för olika

utsläppskategorier beroende på vad kommunen anser sig kunna påverka i tillräckligt hög grad. Då det inom många sektorer antagligen kommer ske stora utsläppsminskningar på grund av teknikutveckling skulle också målvärdena kunna skilja sig åt över tid. Därför är det rimligt att även skärpa målvärdena över tid och att det följer referensvärdet.

I Klimatkalkylen är målvärdet nu ansatt till att vara 10 % av referensvärdet.

7.1.4 Målvärde med koppling till koldioxidbudget för vidare utbyggnad

Om kommunen vill att målvärdet ska linjera med det globala målet om att begränsa den globala uppvärmningen till 1,5 °C och som mest 2 °C, så skulle målvärdet kunna baseras på en särskild koldioxidbudget för det vidare utbyggandet fram till 2050. Enligt IPCC är lokala koldioxidbudgetar det mest vetenskapligt korrekta sättet att följa upp mål med (IPCC, 2022). Koldioxidbudgeten följer dessutom Parisavtalets grundtanke om att alla länder och sektorer behöver ta sitt ansvar, och att insatser på lokal nivå är helt avgörande för möjligheterna att uppfylla de nationella och internationella målsättningarna.

Den särskilda koldioxidbudgeten för vidare utbyggnad skulle kunna räknas ut i följande steg:

1. Ta fram referensvärde för totala utsläpp /m² BTA (inklusive alla de utsläppskategorier som kommunen valt ut som systemgräns).
2. Uppskatta hur många m² BTA som antas tillkomma per år fram till 2050.
3. Uppskatta lämplig årlig procentuell utsläppsminskning fram till 2050. Om kommunen redan har en kommunal koldioxidbudget skulle motsvarande procentuell minskning kunna användas.
4. Beräkna totala klimatutsläpp per år med hjälp av uppskattat antal BTA som byggs ut och årlig procentuell minskning
5. Beräkna de ackumulerade totala utsläppen från startår fram till 2050 i CO₂e genom att summera de tillåtna klimatutsläppen per år enligt punkt 4. De ackumulerade utsläppen i CO₂e utgör den särskilda koldioxidbudgeten för vidare utbyggnad som kommunen bör hålla sig inom för att vara i linje med Parisavtalet.

Den särskilt framtagna koldioxidbudgeten för vidare utbyggnad skulle vidare kunna användas som ett stöd för både utformning och uppföljning av översiktsplaner och utbyggnadsstrategier.

Genom att ett totalt målvärde för kommunen konkretiseras kan olika planstrategier och planstrukturer i nästa steg testas för att öka kunskapen om hur den fysiska planeringen kan bidra till en utbyggnad i linje med det globala målet.

7.1.5 Användning av målvärde med koppling till koldioxidbudget i detaljplanering

Koldioxidbudgeten för vidare utbyggnad skulle även kunna brytas ner i nyckeltal som gör det möjligt att summera målvärde för en enskild detaljplan.

Givet att tiden är en faktor som styr både energimixen, drivmedelmixen och den allmänna utvecklingen av mer klimateffektiva tekniker i samhället är det rimligt att planprojektets planerade utbyggnadsperiod tas med i beaktandet om vilket målvärde som ska användas.

8 Referenser

- Bernes , C. (2019). *En varmare värld. Monitor 23 (Tredje utökade upplagan).* Naturvårdsverket. sid. 80. ISBN 978-91-620-1300-4. Arkiverad från originalet den 3 december 2019. Bernes, Claes (2016-12). *En varmare värld. Monitor 23 (Tredje utökade upplagan).* Naturvårdsverket.
- Boverket. (2021). *Utsläpp av växthusgaser från bygg- och fastighetssektorn .*
- Boverket. (2021). *Verktyg för minskad klimatpåverkan vid planläggning.* Boverket.
- Boverket. (2025). *Boverket Klimatdeklaration.* Hämtat från <https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/>
- EBC. (2021). *Guidelines for the Certification of Biochar Based Carbon Sinks.*
- Ecoloop. (2020). *Hållbart idrottande och rörelse. Kostnader och växthusgasutsläpp från idrottsanläggningar.*
- Energiföretagen. (2025). *Miljövårdning av fjärrvärme.* Hämtat från www.energiforetagen.se/statistik/fjarrvarmestatik/miljovardning-av-fjarrvarme
- Energimyndigheten. (2025). *Reduktionsplikt.* Hämtat från <https://www.energimyndigheten.se/klimat/transporter/reduktionsplikt/>
- EU. (2020). *EU Reference Scenario 2020.* Retrieved from EU Reference Scenario (2020). Energy, transport and GHG emissions - Trends to 2050.: https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-modelling/eu-reference-scenario-2020_en
- EU. (2021). *Multiply.* Retrieved from <http://www.citiesmultiply.eu/en/>
- EU. (2024). *Rådet godkänner EU-ram för certifiering av kolupptag och kollagring.* Hämtat från <https://www.consilium.europa.eu/sv/press/press-releases/2024/11/19/council-greenlights-eu-certification-framework-for-permanent-carbon-removals-carbon-farming-and-carbon-storage-in-products/>

- EU. (2024). *Union certification framework for permanent carbon removals, carbon farming and carbon storage in products*. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/3012/oj/eng>: EU.
- FEBY. (2019). *Kravspecifikation för energieffektiva byggnader*.
- Fossilfritt Sverige. (2018). *Färdplan för fossilfri konkurrenskraft - bygg- anläggningssektor*. Fossilfritt Sverige.
- Fransson et. al. (2020). *Biokolhandboken- för användare*.
- Görman, F. (2023). *Anvisningar för LCA-beräkning av byggprojekt*. IVL Stockholm.
- HBEFA. (2021). HBEFA-modellen. <https://www.hbefa.net/>.
- Holmqvist, J., & Togerö, Å. (2024). *Jägersro – En klimatoptimerad stadsdel: Klimatanalys av stadsdelen Jägersro*. IVL.
- Holmqvist, J., Togerö, Å., Stoll, T., Mawlayi, F., Lindman, R., & Johansson, S. (2024). *Digital beräkning och uppföljning av stadsdelars klimatpåverkan*. Smart Built Environment.
- Häkkinen. (2020). *CO2data Finland- sammanställning med varierande källor, CO2 data*.
- IEA. (2022). *2021, World Energy Outlook 2021*. Hämtat från www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021
- IPCC. (2014). *Mitigation Of Climate Change*. IPCC.
- IPCC. (2021). *Sixth Assessment Report*. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>
- IPCC. (2022). *Climate Change 2022, Mitigation of Climate Change*. IPCC.
- IPCC. (2022). *Mitigation Of Climate Change*.
- IVA & Sveriges Byggindustrier. (2014). *Klimatpåverkan från byggprocessen, (IVA-M 449)*. ISBN: 978-91-7082-883-6. IVA, <https://issuu.com/iva-publikationer/docs/klimatpavarkan-fran-byggprocessen>.

- IVL. (2015). *Klimatpåverkan för byggnader med olika energiprestanda, U5176*. IVL.
- IVL. (2016). *Byggandets klimatpåverkan*. IVL.
- IVL. (2020). *Referensbyggnaden Blå Jungfrun med träbaserade element med lättbalkar och cellulosaisolering, C558*. IVL.
- IVL. (2022). *Klimatbedömning av el, fjärrvärme och fjärrkyla- delrapport inom Tidsstegen 5 Nr V2440*.
- IVL. (2022b). *Klimat- och energieffekter vid renoverings- och ombyggnadsprojekt*. IVL.
- IVL. (2025). *Byggsektorns Miljöberäkningsplattform*. Hämtat från <https://bm.se/>
- Karlsson et. al. (2020). *Roadmap for Decarbonization of the Building and Construction Industry – A Supply Chain Analysis Including Primary Production of Steel and Cement*. Göteborg: Chalmers.
- Khodayari, R. (den 17 05 2024). Ansvarig miljö, hållbarhet, energitillförsel och energiaskor. (T. Wisell, Intervjuare)
- KTH. (2023). *Referensvärden för klimatpåverkan vid uppförande av byggnader. Version 3*. KTH.
- Lassoulet, C. (2019). *LCA modelling for Zero Emission Neighbourhoods in early stage planning*.
- LFM30. (2022). *LFM30, 2022, Malmös färdplan för fossilfri bygg-anläggningssektor*. Malmö stad.
- Lind, E. (2020). *Ett stadsträds klimatavtryck ur ett livscykelperspektiv, Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp*. Sveriges lantbruksuniversitet.
- Lindahl, A., & Lundberg, M. (2021). *Kolförråd och kolsänka i skog och mark inom Stockholms stad*. SLU.
- Magnusson, S. (2020). *Systemanalys av konstgräs med och utan infill*. LTU.
- Naturvårdsverket. (2021). *Nettoutsläpp och nettoupptag av växthusgaser från markanvändning*.

One Click LCA . (2025). *One Click LCA* . Retrieved from <https://oneclicklca.com/>

Ricardo. (2021). Vehicle chain result. <https://www.ricardo.com/en/news-and-insights/press-releases/2020/ricardo-delivers-major-europ>.

RISE. (2017). *Klimatpåverkan av grågröna systemlösningar för urbana ytor*.
Diarienummer: 2012-01271. Vinnova – Utmaningsdriven innovation – Hållbara attraktiva städer. Vinnova.

RISE. (2022). *The Cirkularity Gap Report*. RISE.

SBUF. (2022). *Klimatpositiva bygg och anläggningsprojekt, SBUF 14037*. SBUF.

SCB. (2022). *Sveriges fordonsstatistik*.

SGBC. (2022). *Swedish Green Building Council, Miljöbyggnad 4.0*.

SGBC. (2023). *Manualer för NollCO2*. Hämtat från
<https://www.sgbc.se/certifiering/nollco2/anvandarstod-for-nollco2/manualer-och-ramverk-for-nollco2/>

SIGI. (2016). *Geokalkyl 2.0*.

SIGI. (2019). *Förutsättningar att bedöma klimatpåverkan från grundläggning och grundkonstruktioner* . SIGI.

SIGI. (2019). *Förutsättningar för att bedöma klimatpåverkan från grundläggning och grundkonstruktionen*. SIGI.

SIGI m.fl. (2023). *Klimatdata för geokonstruktioner*. Smart Built Environment.

SIS. (2011). *EN15978*. SIS.

Skogsdatalabbet. (2025). Hämtat från <https://skogsdatalabbet.se/services/>

Skogsstyrelsen. (2021). *Klimatpåverkan från dikad torvtäckt skogsmark – effekter av dikesunderhåll och återvätning*. Skogsstyrelsen.

Skogsstyrelsen. (2021). *KLimatpåverkan från dikad torvtäckt skogsmarrk -effekter av dikesunderhåll och återvätning*.

- SMED. (2021). *Emissionsfaktor för nordisk elmix med hänsyn till import och export. Rapport Nr 4, 2021.*
- SMED. (2024). *Klimatreserverktyg, Verktyg för beräkning av resors klimatpåverkan, SMED Rapport Nr 5 2024. IVL.*
- SOU. (2020). *Vägen till en klimatpositiv framtid.*
- Spacescape. (2018). *Enkla planindikatorer för trafik .*
- Spacescape. (2023). *Bostadsläget.*
- Sällberg, A. (2020). *Examensarbete: Klimatkalkyl för landskapsprojektering. LTU.*
- Tanzer, S., & Ramirez, A. (2019). *En samlad politik för klimatet – klimatpolitisk handlingsplan, When are negative emissions negative emissions?, Energy & Environmental Science. Sveriges riksdag.*
- Togerö, Å., Bokenstrand, A., Eggertsen Teder, A., Holmgren, A., Holmqvist, J., Larsson, J., & Lundquist, U. (2023). *Klimatpositiva grannskap. SBUF- 14182.*
- Trafikverket. (2025). Omsättningsverktyget. <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo--for-dig-i-branschen/minskad-klimatpaverkan/emissionsberakningsmodellen-hbefa/>.
- Transportstyrelsen. (2020). *Trafikstatistik - Personbilar, körsträcka per år och bilmärke. Transportstyrelsen.*
- Trunzo, G. (2019). *Life Cycle Analysis of Road Construction and Use. Department of Civil, Construction and Environmental Engineering, Sapienza University of Rome, 00184 Rome, Italy.*
- Uppsala Universitet. (2021). *Byggmaterialens klimatpåverkan och framtida förbättringar av flerfamiljshus i byggskedet.*
- Vinnova. (2017). *Klimatpåverkan av grågröna systemlösningar för urbana ytor. Vinnova.*
- Volvo cars. (2020). *Carbon footprintreport: Battery electric XC40 Recharge and the XC40 ICE. Volvo Cars.*

VTI. (2010). *Beräkningar av energiåtgång och koldioxidutsläpp vid byggande, drift och underhåll av vägar*. VTI.

WRI. (2021). *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories*. World Resource Institute.

STOCKHOLM

Box 21060, 100 31 Stockholm

GÖTEBORG

Box 53021, 400 14 Göteborg

MALMÖ

Nordenskiöldsgatan 24
211 19 Malmö

KRISTINEBERG

(Center för marin forskning och innovation)

Kristineberg 566
451 78 Fiskebäckskil

SKELLEFTEÅ

Kanalgatan 59
931 32 Skellefteå

BEIJING, CHINA

Room 612A
InterChina Commercial Building No.33
Dengshikou Dajie
Dongcheng District
Beijing 100006
China

© IVL SVENSKA MILJÖINSTITUTET AB | Tel: 010-788 65 00 | www.ivl.se