

Klimatfärdplan Uppsala

Modul: Bygg och anläggning



Innehåll

1	Förord.....	3
2	Sammanfattning.....	5
3	Inledning.....	8
3.1	Omfattning.....	10
3.1.1	Livscykelperspektiv	10
3.2	Klimatpåverkan från nybyggnation	11
3.3	Klimatpåverkan från anläggning	13
4	Historiska utsläpp och nuläge.....	16
4.1	Hur ser det ut i Sverige	16
4.2	Hur ser det ut i Uppsala	16
5	Mål.....	18
5.1	Nationella mål.....	18
5.2	Uppsalas mål	18
5.2.1	Tillvägagångssätt utsläppsmål byggnation	20
5.2.2	Tillvägagångssätt utsläppsmål anläggning.....	22
6	Möjliga åtgärder.....	24
6.1	Reduktionsåtgärder för nybyggnation	25
6.2	Reduktionsåtgärder för anläggning.....	26
7	Färdplan.....	28
7.1	Byggnader.....	28
7.2	Anläggning	29
8	Diskussion.....	32



Förord

1 Förord

Det här dokumentet är framtaget inom projekt Klimatfärdplan Uppsala – Klimat neutralt 2030 & Klimatpositivt 2050, vilket har pågått mellan 2019 och 2021 med delfinansiering av Viable Cities. Syftet var att ta fram en färdplan, alltså en detaljerad beskrivning, av hur Uppsala ska bli klimat neutralt 2030 och Klimatpositivt 2050. Denna modul omfattar (endast) 2030-målet. 2030-målet innebär att de utsläpp som sker 2030 ska kompenseras av upptag (negativa utsläpp). Detta mål har under projektets gång visat sig svårt att räkna på och därför kompletterats med ett koldioxidbudgetmål relaterat till de totala utsläppen mellan 2020 och 2030, vilket ligger mer i linje av hur vetenskapen och IPCC beskriver klimatutmaningen.

Den här modulen berör klimatpåverkan från bygg och anläggningssektorn, med fokus på byggrelaterade utsläpp. Texten är uppdelad i nulägesbeskrivning av utsläpp, mål och delmål för utsläpp, en lista med möjliga åtgärder för att minska utsläppen samt slutligen förslag till en färdplan. Ambitionen har varit att ta fram förslag som är grundade i vetenskap, befintlig kunskap och praktik med syfte att klara målen om Klimatneutralitet 2030. Många personer har varit inblandade i att ta fram åtgärdsförslagen och åtgärderna riktar sig till alla aktörer som verkar inom Uppsala kommun.

Klimatneutralitet 2030 är mycket utmanande och Uppsala är långt ifrån att nå dessa mål idag, varför kraftiga åtgärder behövs för att nå fram. Vi hoppas att färdplanen inspirerar och bidrar till konkreta beslut och nya samarbeten inom Uppsala.

Publicering av denna färdplanemodul innehållande mål och åtgärder utgör en viktig beståndsdel av att agilt samskapa Uppsala klimatfärdplan. Syftet är att texten ska bidra till fortsatt dialog kring klimatomställningen; genom att sprida texten kan fler aktörer involveras på det sätt de önskar. Hur slutprodukten Uppsala klimatfärdplan kommer se ut är ännu oklart; det viktiga är att skapa engagemang, fokus och att snabbt gå framåt i klimatomställningen. Kanske når vi aldrig fram till en färdig plan, utan en plan som hela tiden uppdateras och kompletteras, men samtidigt driver på klimatomställningen allt mer. Metoden för detta bygger på design teori och systeminnovation – begrepp, teorier och metoder som lärts ut och tillämpats inom ramen för Viable Cities program Klimatneutrala städer 2030.



Författare: Monika Rahm, Tabita Gröndal, David Jedland

Redaktör: Martin Wetterstedt



Sammanfattning

2 Sammanfattning

Uppsala kommun har tillsammans med flertalet aktörer under cirka två år genomfört ett projekt delfinansierat av Viable Cities. Syftet har varit att påskynda övergången till ett fossilfritt samhälle och göra Uppsala klimatneutralt 2030. Angreppssättet har varit att genom planering, utredning, utbildning och utveckling öka den lokala innovationskapaciteten och ta fram en färdplan för hur målet om klimatneutralitet 2030 ska nås. Arbetet med att ta fram en färdplan har delats upp i moduler som tillsammans är tänkta att täcka samtlig klimatpåverkan från Uppsala, det vill säga både den som sker direkt lokalt och den som sker indirekt på andra platser. Arbetet inom modulerna har gemensamma drag men även olikheter. Respektive modul har haft en projektgrupp och en referensgrupp samt en huvudförfattare.

Resultatet i aktuell modul om bygg och anläggning består i huvudsak av tre delar. Den första är en konkretisering av hur begreppet klimatneutralitet ska hanteras för att vägleda (informera) vad som behöver göras och när för att nå *klimatneutralitet* inom bygg och anläggning.¹ Projektgruppen har här avgränsat och konkretiserat målet till att motsvara den koldioxidbudget som fås mellan 2020 och 2030 vid en tänkt 12-procentig årlig minskningstakt mätt per byggd och anlagd kvadratmeter. Det vill säga ett utsläppsintensitetsmått per bygg och anlagd ytenhet.

Det andra huvudresultatet är att beskriva klimatförbättrade sätt att bygga och anlägga fram till 2030. Här har klimatförbättrade alternativ för flerbostadshus, lokalbyggnad och småhus samt för en gata (B-gata) tagits fram motsvarande omkring 30 %, 50 % och 70 % lägre utsläppsnivå. Dessa klimatförbättrade alternativ bygger till största möjliga del på att befintlig tillgänglig klimateffektivare teknik och processer tillämpas.

Det tredje huvudresultatet består av den färdplan som fås genom att använda sig av ovanstående klimatförbättrade alternativ för att nå det uppsatta målet om 12-procentiga utsläppsminskningar. Färdplanen visar hur snabbt och när de olika klimatförbättrade alternativen behöver implementeras och kan för byggnation sammanfattas enligt:

- den standardnivå som används vid nybyggnation idag behöver vara helt utfasad till år 2025
- redan år 2027 behöver all bebyggelse bestå av de klimatförbättrade alternativen med cirka 50 % och cirka 70 % mindre utsläpp

För anläggning (av B-gator) gäller att:

- dagens standardnivå behöver vara helt utfasad till år 2027
- redan år 2028 behöver 50 % av alla B-gator beläggas med så kallat bundet bärlager och slitlager bestående av en klimatförbättrad asfaltsmassa samt att entreprenaderna i sin helhet drivs av HVO100 eller motsvarande

¹ Klimatneutralitet omfattar alla växthusgaser och alla sektorer, vilket gör det komplext. De negativa utsläpp som behövs för att nå detta behöver bokföras skilt från de olika områdena, även om åtgärderna för att nå dessa hanteras integrerat där det behövs. Projektet har resonerat som så att ett koldioxidbudgetmål är enklare att följa upp och utveckla en plan gentemot, och har också starkt stöd när det gäller utvärdering gentemot Parisavtalet.

Tillsammans visar de tre huvudresultaten på ett möjligt sätt att närma sig begreppet klimatneutralitet på sektorsnivå (modulnivå). Modulen innehåller dock inte fördjupade beskrivningar och analyser av all bygg och anläggningsverksamhet utan behöver utvidgas, fördjupas och vidareutvecklas, något som föreslås göras tillsammans med andra aktörer i Uppsala och nationellt, parallellt med att nödvändiga åtgärder implementeras. Modulen beskriver även andra aspekter av kopplingen mellan klimat och bygg och anläggning, och utgår från att utsläppen är ett resultat av många sammankopplade processer i samhället där en systemansats behövs för att ställa om samhället.

Vidare har också en sammanställning gjorts över klimatåtgärder² som i många men inte alla fall gäller både bygg och anläggning:

1. Bygg inte nytt; utvärdera om behovet av att bygga nytt kan ersättas med befintliga byggnader/andra lösningar.
2. Bygg om; anpassa och justera befintligt för att minimera det som behöver byggas nytt.
3. Bygg klimatsnålt/-smart. Det som byggs nytt bör alltid optimeras ur ett livscykelperspektiv. Använd mindre mängd material och välj material med låg klimatpåverkan.
4. Minska avfall och återanvänd byggmaterial där det är effektivt samt designa för ökad cirkularitet och flexibilitet i användning.
5. Minimera utsläpp från transporter och maskiner. Planera så att resursanvändningen minimeras och likaså behovet av transporter. Använd bränslen med låg klimatpåverkan.
6. Energieffektivisera genom minskat behov av uppvärmning/kyla och minska användningen av fossila bränslen.

Denna modul förväntas bidra med en byggsten i arbetet med att ställa om Uppsala till att bli klimatneutralt år 2030.

² För en fördjupad presentation av åtgärder se bilaga 2.

A woman in a white dress is dancing in a room with shelves of books. A large green number '3' is overlaid on the image. The word 'Inledning' is written in green text across the number.

Inledning

3 Inledning

I Sverige står bygg- och anläggningsprocesser tillsammans med fastighetssektorn för cirka 11,8 miljoner ton CO₂e-utsläpp (2018), vilket motsvarar cirka 21 % av Sveriges territoriella utsläpp (de som fysisk sker i Sverige). Ytterligare cirka 5,8 miljoner ton CO₂e släpptes ut indirekt i andra länder.³

Av de totala utsläppen för byggnader står byggproduktion och förvaltning för ungefär varsin halva. De delar som rör driftenergi och driftens vattenanvändning omfattas inte av denna text.

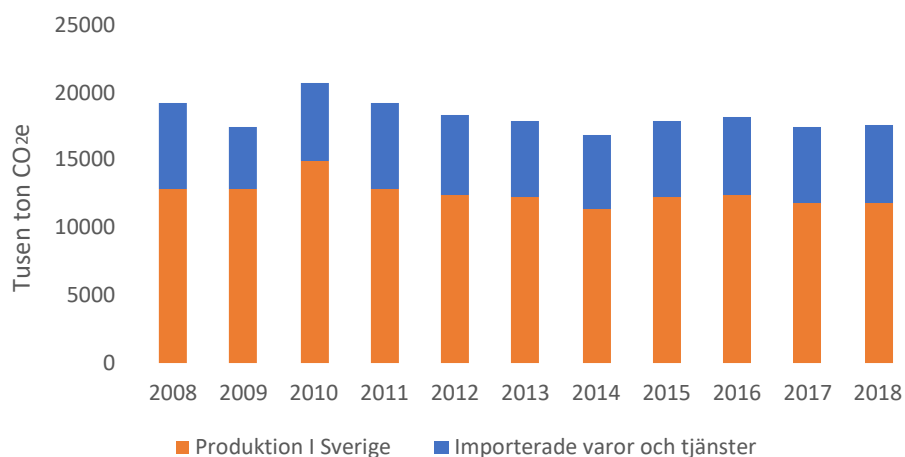
Anläggning av infrastruktur för transporter bedöms idag utgöra cirka 5 % av Sveriges årliga växthusgasutsläpp.⁴ Om distributionsnäten för den tekniska försörjningen inkluderas tillkommer en mindre andel⁵, men den exakta omfattningen är i dagsläget svårbedömd.

³ Boverket (2021). Utsläpp av växthusgaser från bygg- och fastighetssektorn. <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuellt-status/vaxthusgaser/> Hämtad 2021-09-16.

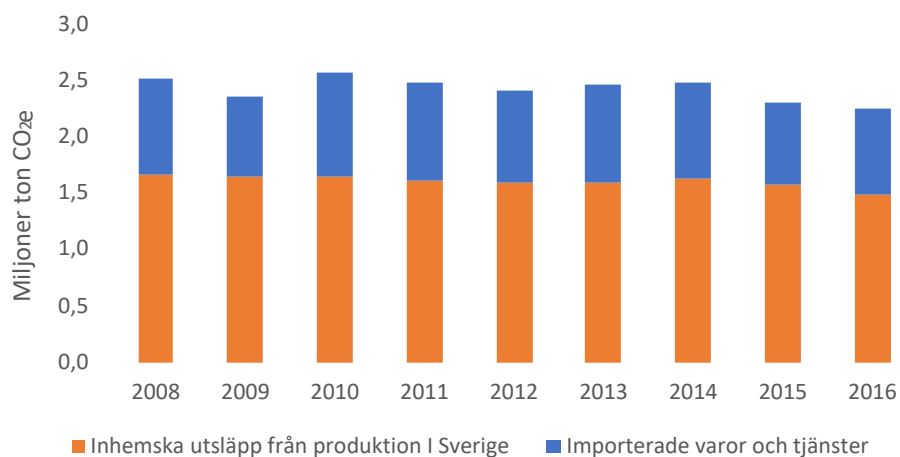
⁴ Antagandet baserat på att bygg- och anläggningssektorn gemensamt står för ca 20% av Sveriges klimatpåverkande utsläpp, varav 25% relaterar till anläggning och 75% till byggnationerna (Mistra carbon exit, technical roadmap Buildings an transport infrastructure. https://www.mistracarbonexit.com/s/MistraCarbonExit_Roadmap_Buildings-and-transport-infrastructure_v4.pdf)

⁵ Pilotprojekt genomfört av Sweco där klimatpåverkan bedömts för en detaljplan i Eskilstuna, visar på att distributionsdelarna inom va- och fjärrvärmenätet utgör ca 0,7% av detaljplanens totala klimatpåverkan.

Totala utsläpp från byggoch fastighetssektorn



Totala utsläpp från anläggning



Figur 1: Övre figuren visar utsläpp från byggnation fördelad på utsläpp som sker i Sverige och utomlands. Undre figuren visar utsläpp från anläggning fördelad på utsläpp som sker i Sverige och utomlands. Anpassat från Boverkets indikatorer¹.

3.1 Omfattning

Fokusområdet bygg- och anläggning syftar till att presentera en färdplan för minskade utsläpp som uppstår direkt eller indirekt (scope 1–3) vid byggnation och underhåll av alla typer av byggnader och teknisk infrastruktur i form av exempelvis gator och vägar inom Uppsala kommun. Fokusområdet omfattar inte den energi som går åt för att värma upp byggnader eller exempelvis den el som används till belysning.

3.1.1 Livscykelperspektiv

Livscykelperspektiv är ett betraktelsesätt och livscykelanalys (LCA) en metod för att beräkna och ange utsläpp som uppstår i olika delar av bygg-⁶ och anläggningsprocessen och det finns många standarder inom området. Utsläppen som sker delas in i produktskede, byggprocessen, driftskede och slutskede (A -D, tabell 2). Inom LCA kallas dessa steg (skede, fas) i processen för *moduler*. Denna indelning och standard utgör ett praktiskt stöd vid beskrivning av när utsläpp uppstår och hur de kan minskas.

Tabell 1: Klimatpåverkan från grundläggning, bärande konstruktionsdelar, innerväggar, klimatskärm, installation och invändigt yttskikt ingår men inte energianvändning kopplad till grävarbete eller masshantering. I enlighet med standarden SS-EN15978 Hållbarhet hos byggnadsverk - Värdering av byggnaders miljöprestanda.

Byggnadens livscykelinformation														Information utanför byggnadens livscykel
A1-A3 Produktskede			A4-A5 Byggprocess		B1-B7 Driftskede					C1-C4 Slutskede				D Fördelar och belastningar utanför systemgränsen
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	D
Råmaterial	Transporter	Tillverkning	Transporter	Installationsprocesser	Drift	Underhåll	Reparation	Utbyte	Renovering	Rivning	Transporter	Avfallshantering	Deponi	Återanvändnings- Renoverings- Återvinnings- potential
					B6 Energianvändning i drift									
					B7 Vattenanvändning i drift									
Uppströmsprocesser			Kärnprocesser		Nedströmsprocesser								Frivilligt	

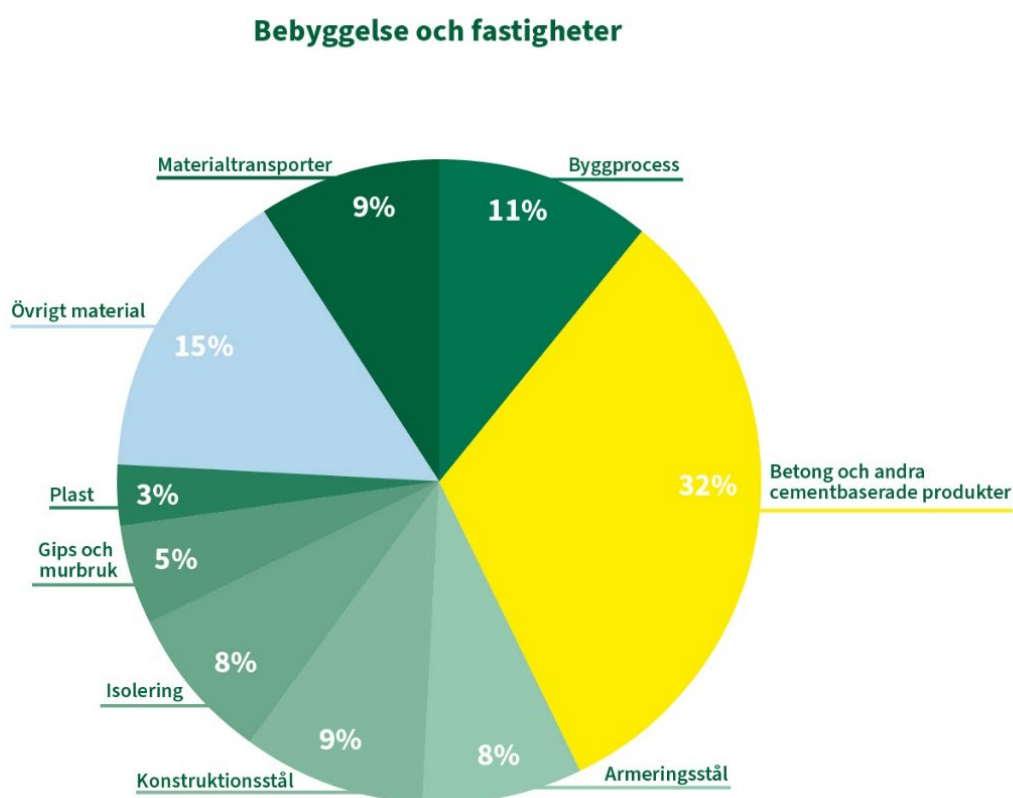
⁶ För byggnader följer avgränsningarna i dokumentet standarden SS-EN15978 och de utsläpp som tagits med

I de beräkningar som gjorts av klimatpåverkan har modul A1-A5 samt delar av driftskedet tagits med.⁷ De övervägande delen utsläpp uppstår i modul A.

3.2 Klimatpåverkan från nybyggnation

Nybyggnation omfattar alla typer av byggnader som används för boende och olika typer av verksamheter (lokaler). Klimatpåverkan från byggnader redovisas ofta per ytenhet (m²) BTA.

Av den klimatpåverkan som kommer från byggmaterial och byggprocessen så kommer ca 70% av utsläppen från tre huvudkategorier; *stål baserade produkter*, *cementbaserade produkter* och *drivmedel* (figur 2).

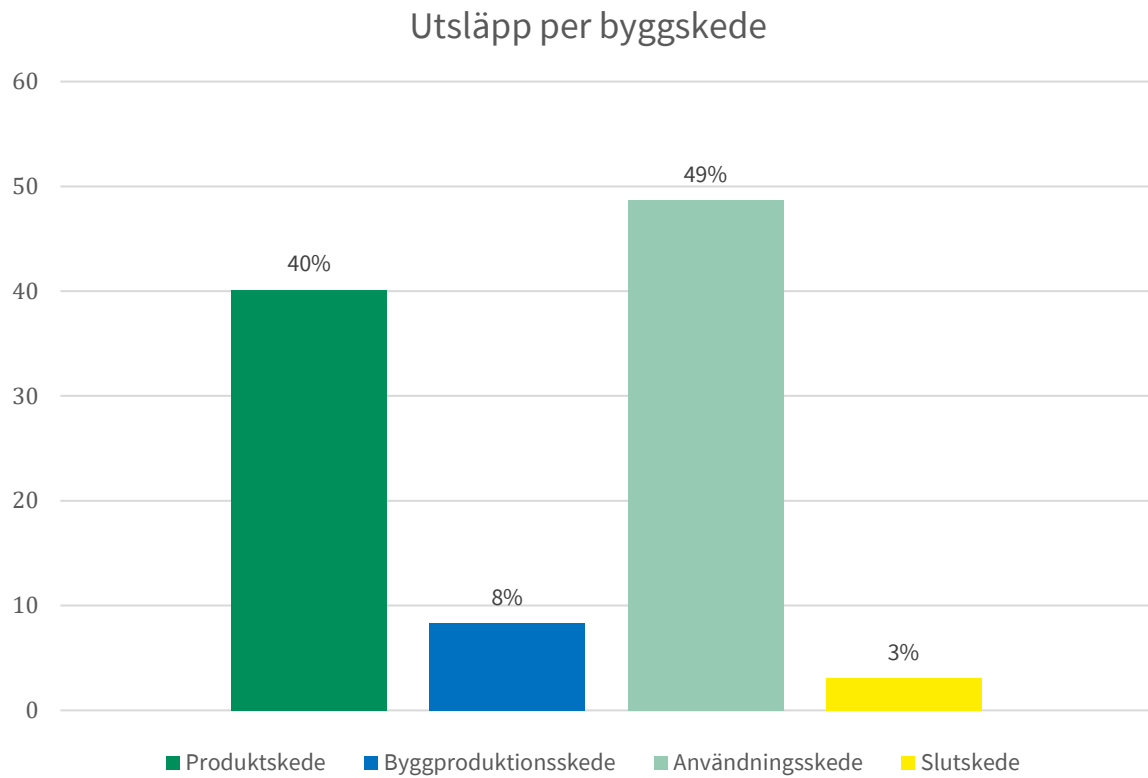


Figur 2: Fördelning av klimatpåverkan från konstruktionen av byggnader med nationellt utsläpp på 7,9 miljoner ton CO₂e/år. Anpassad från *Mistra Carbon Exit* (2020)⁸.

De största utsläppen uppstår i fas A1-A3, en mindre del i A4 och A5, se 2 och 3.

⁷ För vissa av de ingående anläggningsdelarna saknas information för vissa LCA-moduler. Utsläpp från driftsfasen finns därmed delvis med.

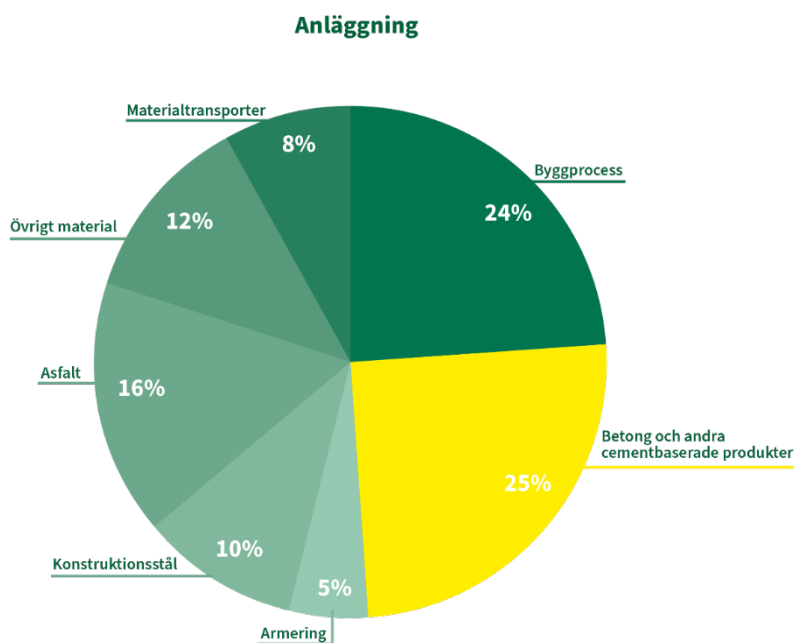
⁸ Källa; Karlsson, I., Rootzén, J., Toktarova, A., Odenberger, M., Johnsson, F., & Göransson, L. (2020). Roadmap for decarbonization of the building and construction industry—A supply chain analysis including primary production of steel and cement. *Energies*, 13(6), 4136. <https://doi.org/10.3390/en13164136>



Figur 3: Figuren visar ungefärlig fördelning mellan utsläpp från olika livscyklifaser. Utsläppen från användningsskede påverkas stort av hur uppvärmningen ser ut och vilken typ av energikälla som används. Källa: <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-bygg>

3.3 Klimatpåverkan från anläggning

Klimatpåverkan från anläggning (anläggningsarbete, anläggningsprocessen) kommer i huvudsak från de material- och energiresurser som används (figur 4).



Figur 4: Fördelning av klimatpåverkan från anläggnings klimatpåverkan under bygg, drift och underhåll. Inkluderar ej klimatpåverkan från trafikeringen med någon typ av fordonsflotta. Nationellt utsläpp är 1,9 miljoner ton CO₂e/år. Anpassad från Mistra Carbon Exit (2020)⁹.

Exempel på anläggningsobjekt är:

- väg, gata, torg- och parkområden inklusive dagvattenhantering, belysning, stenläggning samt större konstruktioner så som exempelvis broar och viadukter. Även grundläggningsbehov av dessa inkluderas i avgränsningen.
- distributionsnät för vatten och avlopp, inklusive anläggningsarbete.
- distributionsnät för fjärrvärme, inklusive anläggningsarbete.
- distributionsnät för el- och fiberförsörjning inklusive transformatorer.

⁹ Källa; Karlsson, I., Rootzén, J., Toktarova, A., Odenberger, M., Johnsson, F., & Göransson, L. (2020). Roadmap for decarbonization of the building and construction industry—A supply chain analysis including primary production of steel and cement. *Energies*, 13(6), 4136. <https://doi.org/10.3390/en13164136>

I detta projekt har en schabloniserad B-gata använts som representativt exempel för beräkning av utsläpp och åtgärdsförslag. Den innefattar körbana och trottoar, kantsten, gatubelysning, trafiksignaler samt skyltning och de LCA-skeden som ingår är:

- produktion av material (modul A1-A3)
- transport av byggmaterial till byggarbetsplats (modul A4)
- bygg- och installationsprocess (A5) för endast körbana och trottoar
- drift, underhåll (modul B1-B2) för endast körbana och trottoar

I livscykelanalyser för vägar och teknisk försörjning är det vanligt att det slutliga omhändertagandet av konstruktionen inte tas med i analysen eftersom fullständig rivning av transportinfrastruktur sällan förekommer. Istället anges ibland ett tidsperspektiv som den "livstid" som räknas på.

I livscykelanalyser för vägar och teknisk försörjning är det vanligt att det slutliga omhändertagandet av konstruktionen inte tas med i analysen eftersom fullständig rivning av transportinfrastruktur sällan förekommer.



Historiska utsläpp och nuläge

4 Historiska utsläpp och nuläge

I föregående kapitel redogjordes för när och varför utsläpp uppstår i bygg- och anläggningsprocessen. Under aktuell rubrik beskrivs hur utsläppen sett ut historiskt fram tills idag.

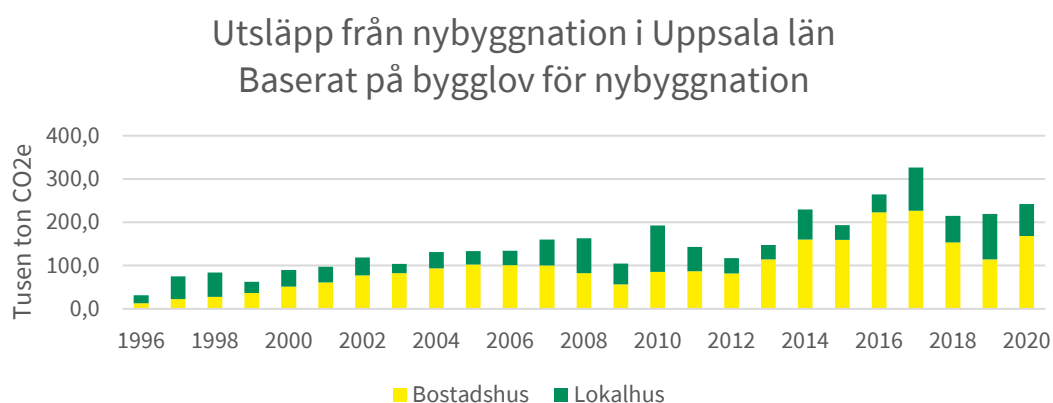
4.1 Hur ser det ut i Sverige

Av byggsektorns inhemska utsläpp står uppvärmning av byggnader för mellan 50-60%. Dessa har, betraktat på nationell nivå, minskat sett över en längre tid och med nära 40% sedan 1993 och dessa utsläpp berörs inte vidare i denna modul. Den främsta minskningen skedde fram till år 2008, därefter har utsläppen från inhemsk produktion varit ganska konstant. Utsläpp från bygg- och renoveringsprocesser har däremot inte förändrats nämnvärt under motsvarande tid, utan istället följt den globala finansmarknadens utveckling, vilken korrelerar väl med bygg- och renoveringsintensiteten. Sedan 2015 syns en viss ökning av utsläpp från byggverksamheter, främst på grund av ökade byggnadsinvesteringar och en växande fastighetssektor.

Av anläggningssektorns utsläpp, främst kopplad till anläggning av vägar och järnvägar, sker ca 2/3 av utsläppen i Sverige. Sedan år 2008 uppskattas dessa ha minskat med ca 10%.¹⁰

4.2 Hur ser det ut i Uppsala

För att få en uppfattning om hur utsläppen kopplat till nybyggnation i Uppsala kommun har varierat över tid har bygglovsbruttoarea för nybyggnation i Uppsala län, vilken antas vara ungefär densamma som det byggda med viss eftersläpning, använts och multiplicerats med utsläppen för LCA-standardutförandet (kg CO₂e / m² BTA) (figur 5). Utifrån dessa antaganden visar figuren att utsläppen har ökat sedan 1997 i länet. Data för endast Uppsala kommun saknas.



Figur 5: Figuren visar uppskattade utsläpp inom Uppsala län från nybyggnation baserat på beviljat bygglovsbruttoarea för nybyggnation från SCB och utsläppsdata för standardutförandet i denna rapport för respektive byggnadstyp.

¹⁰ Klimatscenarier för bygg- och fastighetssektorn - Förslag på metod för bättre beslutsunderlag. En samverkansåtgärd mellan Boverket och Naturvårdsverket inom ramen för Miljömålsrådets arbete



Mål

5 Mål

I detta avsnitt beskrivs vilka klimatrelaterade mål som finns på olika nivåer i samhället.

5.1 Nationella mål

Nationellt har Sverige satt ett mål om nettonollutsläpp av växthusgaser till år 2045.

Regeringsinitiativet *Fossilfritt Sverige* har initierat branschspecifika färdplaner inom vilka *Byggföretagen* har tagit fram och genomför färdplanen för en klimatneutral värdekedja i bygg- och anläggningssektorn till år 2045, med delmålet om halverade utsläpp till år 2030. Både cement- och stålindustrin har sina egna färdplaner inom Fossilfritt Sverige. Cementindustrins färdplan bygger på ökad användning av biobränslen, nya cementsorter och ökad karbonatisering. För att nå klimatneutralitet till år 2030 konstateras i färdplanen att ca 50% av utsläppen från cementtillverkningen behöver fångas upp via CCS-teknik (Carbon Capture and Storage). För stålindustrin bygger åtgärderna bland annat på alternativa tillverkningsprocesser - framförallt elektrifiering, ökad användning av återvunnet (skrotbaserat) stål och CCS-teknik.

Januari 2022 träder nya lagkrav på klimatdeklarationer i kraft. Byggherrar behöver då beräkna och redovisa den klimatpåverkan som uppstår vid nybyggnation i kg CO₂e/m² BTA. Som stöd för detta har Boverket tagit fram en nationell databas med data som ska underlätta att genomföra klimatdeklarationer.

Boverkets tidsplan innebär att gränsvärden som leder till 20-30 % lägre klimatutsläpp ska vara satta till år 2027, med planerade skärpningar 2035 och 2043. Både Boverkets tidsplan och Fossilfritt Sveriges färdplaner saknar analys av hur de bidrar till att Sverige ska klara sitt åtagande i Parisavtalet. Naturvårdsverkets redovisning av Sveriges klimatarbete visar på att Sverige inte klarar att uppfylla Parisavtalet med nuvarande målsättning.¹¹

På anläggningssidan och teknisk försörjning saknas tydlig styrning från en ledande aktör eller myndighet motsvarande Boverket. Trafikverket, som både är en myndighet och verksamhetsutövare, har dock egna mål och ställer klimatkrav i sina upphandlingar gentemot anläggningsbranschen. Som stöd för detta har Trafikverket tagit fram ett klimatkalkylsverktyg, vilket även är det verktyg som nyttjas i beräkningarna för reduktionsåtgärder inom anläggning i denna färdplanemodul. Många offentliga aktörer använder sig av Trafikverkets krav vid upphandling.

5.2 Uppsalas mål

Klimatneutralitet 2030 innebär att utsläpp och upptag (negativa utsläpp) kompenserar varandra år 2030. En form av tidsbundna negativa utsläpp uppstår då trä används i konstruktioner. Kolet hålls borta från kolets kretslopp, men frigörs igen när byggnaden rivs om byggavfallet då eldas upp. Ett

¹¹ A factor of two: how the mitigation plans of 'climate progressive' nations fall far short of Paris-compliant pathways, <https://doi.org/10.1080/14693062.2020.1728209>

annat negativt upptag planeras ske i Uppsalas fjärrvärmeverk genom att koldioxid från rökgaser avskiljs och pumpas ner i berggrunden, så kallad CCS, exempelvis i Norge.

Uppsala kommun har idag specifika mål inom bygg och anläggning, se Uppsala Kommuns Miljö- och Klimatprogram.¹²

Utsläpp från bygg och anläggning varierar mycket på lokal nivå, beroende på konjunktur och om det finns pågående exploateringar. Detta är den största orsaken till att denna färdplanemodul har fokuserat på att sätta mål utifrån utsläpp per byggnadsyta (BTA). Framöver är det relevant att utvidga analysen på flera områden, bland annat till att omfatta utvärdering av åtgärder för att minska behovet av nybyggnation genom att använda befintligt bestånd längre och effektivare.

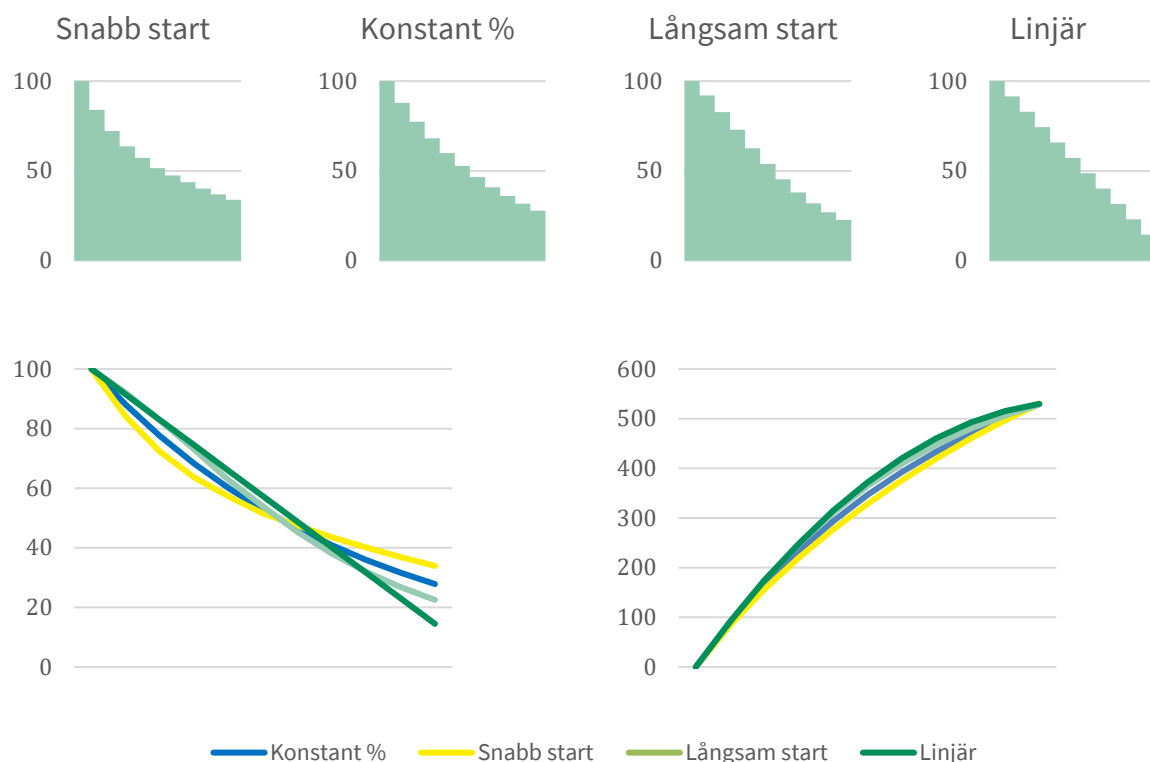
Målet om klimatneutralitet 2030 har under projektets gång visat sig svårt att praktiskt använda för att driva processen med att ta fram åtgärdsförslag. Målet har därför kompletterats med ett mål relaterat till de totala utsläppen mellan 2020 och 2030, vilket ligger mer i linje med hur vetenskapen och IPCC beskriver klimatutmaningen och följer det koldioxidbudgetrelaterade målet som finns i Uppsala. Inom arbetet med modulen har vi använt 12 % årliga utsläppsminskningar som mål.¹³ Det betyder inte att minskningstakten varje år behöver vara samma (figur 6). Exempelvis kan en snabb initial utsläppsminskning möjliggöra en lägre takt efterföljande år. Detta sätt att formulera målet på har också visat sig bättre kunna vägleda valet av och tidpunkten för åtgärder.

Genom att ta fram klimatoptimerade alternativ motsvarande cirka 30 %, 50 % och 70 % lägre utsläpp, kan en färdplan tas fram för hur dessa optimerade alternativ behöver användas vid nybyggnation mellan 2020 och 2030.

¹² [Miljö- och klimatprogram 2014–2023 - Uppsala kommun](#)

¹³ I Uppsala kommuns övergripande styrdokument, 'Mål och budget 2021', står det att växthusgasutsläppen ska minska i den takt som krävs för att ligga i linje med Parisavtalets åtagande och att utsläppen ska minska med 10 – 14 % från och med 2021 i Uppsala.

Alternativa utsläppsbanor för samma totala utsläpp 2020-2029



Figur 6: Figurerna visar på fyra olika sätt som en budget motsvarande 12% minskning kan fördelas över åren 2020-2029. Dessa presenteras i form av staplar (övre raden). Den ljusgröna ytan (övre fyra figurerna) är lika stor och representerar den totala mängden utsläppta växthusgaser under perioden. De fyra olika banorna visas även i samma graf (undre raden t.v.) samt ur ackumulerat perspektiv (undre raden t.h.). Detta sätt att lägga ihop utsläpp år för år är grunden i IPCCs beskrivning av hur koldioxidutsläpp och global temperaturökning samverkar och bygger på ett samband som endast gäller för koldioxid. Andra växthusgaser följer i allmänhet inte samma princip eftersom deras livslängd i atmosfären inte följer samma dynamik.

5.2.1 Tillvägagångssätt utsläppsmål byggnation

Målet om 12 % per år ackumulerade utsläppsminskningar och vad det innebär för åtgärder för minskad klimatpåverkan har närmats genom att beräkna hur klimatpåverkan per ytenhet från nybyggnation behöver se ut mellan 2020 och 2030 för tre typbyggnader; flerbostadshus, lokaler och småhus. Genom att ta fram klimatoptimerade alternativ motsvarande cirka 30 %, 50 % och 70 % lägre utsläpp, kan en färdplan tas fram för hur dessa optimerade alternativ behöver användas vid nybyggnation mellan 2020 och 2030. Användningen av dessa alternativ bidrar tillsammans till att klara 12 %-målet, jfr figur 6. Tabell 2 redovisar utsläpp från de olika byggnadstyperna och klimatversionerna. För fler detaljer kring hur de olika klimatförbättrade alternativen är framtagna samt beräkning kring sammanlagda utsläpp, se bilaga 3 och 4.

Tabell 2: Tabellen visar i programmet One Click LCA beräknade utsläpp för tre byggnadstyper och fyra byggnadsutföranden fördelat på olika livscykelkedan. Detaljer om antaganden för de olika byggnadsutförandena kan utläsas i bilaga 3 - antaganden, beräkningar och resultat.

Livscykelkedan (kg CO ₂ e / m ² BTA)	Total	A1-A3	A4	A5	B1-B5	C1-C4	Kolinlag- ring	Total inkl. kol- inlagring
Standardutförande								
Flerbostadshus	420	297	9	19	77	19	-42	378
Småhus	390	243	8	19	96	25	-197	193
Lokaler	376	261	7	19	71	17	-9	367
ca 30%								
Flerbostadshus	272	162	3	7	78	22	-188	84
Småhus	326	215	7	7	68	28	-236	90
Lokaler	248	146	3	7	72	20	-125	123
ca 50%								
Flerbostadshus	206	110	3	7	66	19	-183	23
Småhus	227	129	6	7	60	25	-245	-18
Lokaler	199	112	3	7	63	14	-131	68
ca 70%								
Flerbostadshus	149	54	3	7	66	19	-183	-34
Småhus	170	72	6	7	60	25	-245	-75
Lokaler	132	45	3	7	63	14	-131	-1

5.2.2 Tillvägagångssätt utsläppsmål anläggning

På samma sätt som för byggnader har klimatförbättrade alternativ för en typ av anläggning, B-gata, tagits fram. Införande av de klimatförbättrade alternativen behöver utformas så att målet om 12 % ackumulerade utsläpp uppfylls. Den reduktionsandel som de olika åtgärderna motsvarar och som ligger till grund för modelleringen av B-gata ses i tabell 3 (nedan) samt beskrivs mer ingående i bilaga 2.

Tabell 3: Tabellen visar klimatförbättrande åtgärder med utsläpp i kg CO₂e / m² för en 12 meter bred B-gata.

BAS	Alternativ asfalt	Alternativt drivmedel	Alternativ asfalt samt Alternativt drivmedel
91 (100%)	72 (-21%)	39 (-57%)	20 (-78%)



Möjliga åtgärder

6 Möjliga åtgärder

Nedan följer möjliga åtgärder som kan användas för att minska utsläppen. Efterföljande kapitel fokuserar på ett begränsat och kvantifierat urval av dessa i form av en färdplan.

Bygg- och anläggningsbranschen har själva identifierat en rad åtgärder som finns mer eller mindre tillgängliga för marknaden i dagsläget och det finns studier som visar att byggbranschen med befintliga tekniker och alternativ kan reducera utsläppen med upp till 50% redan idag.¹⁴ Om detta kommer ske och hur snabbt beror både på branschens egen ambition, och på marknadens förmåga och vilja att efterfråga dessa lösningar. Det går inte att förlita sig på en eller ett par delar av sektorns aktörer för att nå klimatneutralitet eller hålla färdplanens mål om i 12 % ackumulerade utsläppsminskningar, utan en gemensam kraftansträngning krävs från alla parter. I viss mån behövs också att byggregler och standarder uppdateras.

Det som också framgår tydligt av flera rapporter är att det är avgörande att ta beslut tidigt i byggprocessen för att göra de riktigt stora "klimatbesparande" insatserna. Som i många processer är det den CO₂ som aldrig genereras "den bästa". Principen att förhindra/förebygga utsläpp i första hand kan liknas vid avfallstrappan, Trafikverkets 4-stegsprincip (*Tänk om, Optimera, Bygg om och Bygg nytt*) och andra metoder. Nedanstående lista sammanfattar åtgärder som i många men inte alla fall gäller både bygg och anläggning:

1. Bygg inte nytt; utvärdera om behovet av att bygga nytt kan ersättas med befintliga byggnader/andra lösningar.
2. Bygg om; anpassa och justera befintligt för att minimera det som behöver byggas nytt.
3. Bygg klimatsmart/-smart. Det som byggs nytt bör alltid optimeras ur ett livscykelperspektiv. Använd mindre mängd material och välj material med låg klimatpåverkan.
4. Minska avfall och återanvänd byggmaterial där det är effektivt samt designa för ökad cirkularitet och flexibilitet i användning.
5. Minimera utsläpp från transporter och maskiner. Planera så att resursanvändningen minimeras och likaså behovet av transporter. Använd bränslen med låg klimatpåverkan.
6. Energieffektivisera genom minskat behov av uppvärmning/kyla och minska användningen av fossila bränslen.

I arbetet med Färdplanen har det identifierats konkreta reduktionsåtgärder inom olika kategorier. Några av dessa har kvantifierats (i kg CO₂e/m² BTA) och kan beräknas i modelleringsverktyg. Det rör främst materialoptimering, materialbyte och drivmedel och processer kopplade till byggarbetsplatsen. Andra åtgärdsförslag har beskrivits som övergripande verktyg eller strategier, såsom minskat behov av nyproduktion, lokaliseringen av bebyggelsen eller att utifrån ett regenerativt synsätt tydligare utgå från platsens förutsättningar.

För en fördjupad presentation av åtgärder inom planeringsstrategier och design/struktur, se bilaga 2.

¹⁴ Ett exempel är Sveafastigheters projekt, se <https://sveafastigheter.se/pressmeddelanden/halverade-utslapp-med-klimatsmart-betongbyggande-redan-med-dagens-teknik/>

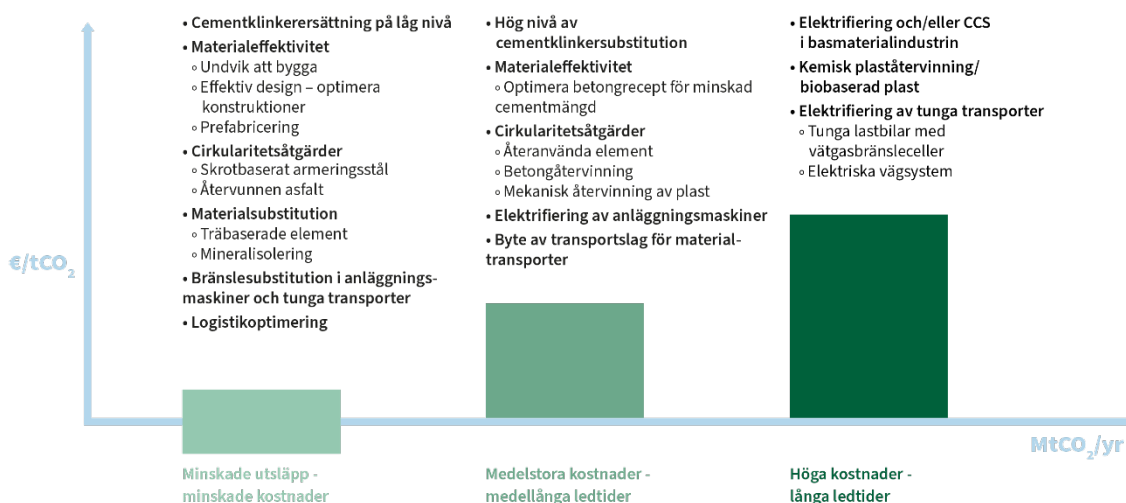
6.1 Reduktionsåtgärder för nybyggnation

Tre klimatförbättrade alternativ av småhus, flerbostadshus och lokaler har tagits fram med ca 30 %, 50 % och 70 % mindre utsläpp jämfört med dagens byggstandard. Beskrivning av dessa finns i bilaga 4.

Åtgärderna har utgått från befintlig teknik för att optimera eller ersätta de byggmaterial som har störst klimatpåverkan. Eftersom stål- och cementbaserade produkter tillsammans med drivmedel står för 70 % av utsläppen från byggprocesser ligger stort fokus på dessa material. De klimatförbättrade exempelbyggnaderna har alla en bärande stomme i trä, eftersom det är fullt möjligt redan idag. Liknande utsläppsreduktioner går att uppnå även med betong, där aktörer som optimerat materialanvändning och ändrat receptet minskat utsläpp för stomme och grund med omkring 50 %.

I Mistra Carbon Exits rapport *“Möjligheter och hinder i omställningen till klimatneutrala byggprocesser i Uppsala kommun”* (2020) beskrivs några av de åtgärder som använts i de klimatförbättrade alternativen ur ett kostnads- och genomförandeperspektiv (figur 7).

Många av de tekniska åtgärder som krävs för att på riktigt nå nollutsläpp i både materialindustrin och transportsektorn ligger långt fram i tiden och medför också stora kostnader. Fram till att dessa finns på plats behöver andra sätt att minska utsläppen tillämpas.



Figur 7: Figuren visar olika alternativ för klimatförbättrade lösningar med fokus på kostnader och genomförandetider. Anpassad från *“Technical roadmap Buildings and transport infrastructure”*. Ida Karlsson, Alla Toktarova, Johan Rootzén and Mikael Odenberg. Mistra Carbon Exit (2020).

Kunskapen kring byggmaterialens klimatpåverkan är i ett uppbyggnadsskede, där både bristen på jämförbara data och behov av större helhetsperspektiv behöver beaktas. Med tanke på den snabba utveckling som just nu sker på materialsidan behöver det också finnas en följsamhet från branschens aktörer kring vilka material som kan användas, i hur stor utsträckning, och när.

6.2 Reduktionsåtgärder för anläggning

Åtgärder för reducerad klimatpåverkan inom anläggningssektorn ligger i stor utsträckning i linje med de för byggsektorn. De fyra största utsläppsposterna redovisas i tabell 4. Beräknade och föreslagna reduktionsåtgärderna redovisas i bilaga 2.

Tabell 4: Reduktionsåtgärder inom de fyra största utsläppsposterna för anläggning (Mistra Carbon Exit, 2020).

Område	Andel av total	Åtgärder
Byggprocess/tunga transporter	32%	Optimering av masshantering/logistik Återanvändning av massor Biodrivmedel Energieffektivisering/hybridisering Elektrifiering/bränsleceller
Betong/cement	25%	Cementklinkerersättning Optimering av betongrecept Bränslebyte/elektrifiering i tillverkningsprocess Koldioxidinfångning
Asfalt	16%	Återvinning Sänkt produktionstemperatur Bränslebyte i tillverkningsprocess
Stål	15%	Ökad andel återvunnet stål Bränslebyte Indirekt elektrifiering med vätgas



Färdplan

7 Färdplan

Färdplanen för bygg och anläggning ska visa vad som behövs göras för att klara tidigare i texten beskrivna klimatmål om en årlig utsläppsminskning på 12% fram till 2030. Detta uppnås genom att beräkna när och i vilken omfattning mer klimateffektiv byggnation behöver tillämpas.

Färdplanen visar ett sätt att nå det angivna klimatmålet utifrån den avgränsning som gjorts. Typåtgärderna vars resultat beräknats behöver tillämpas i alla typer av bygg- och anläggningsprojekt, och de behöver dessutom kompletteras med fler åtgärder.

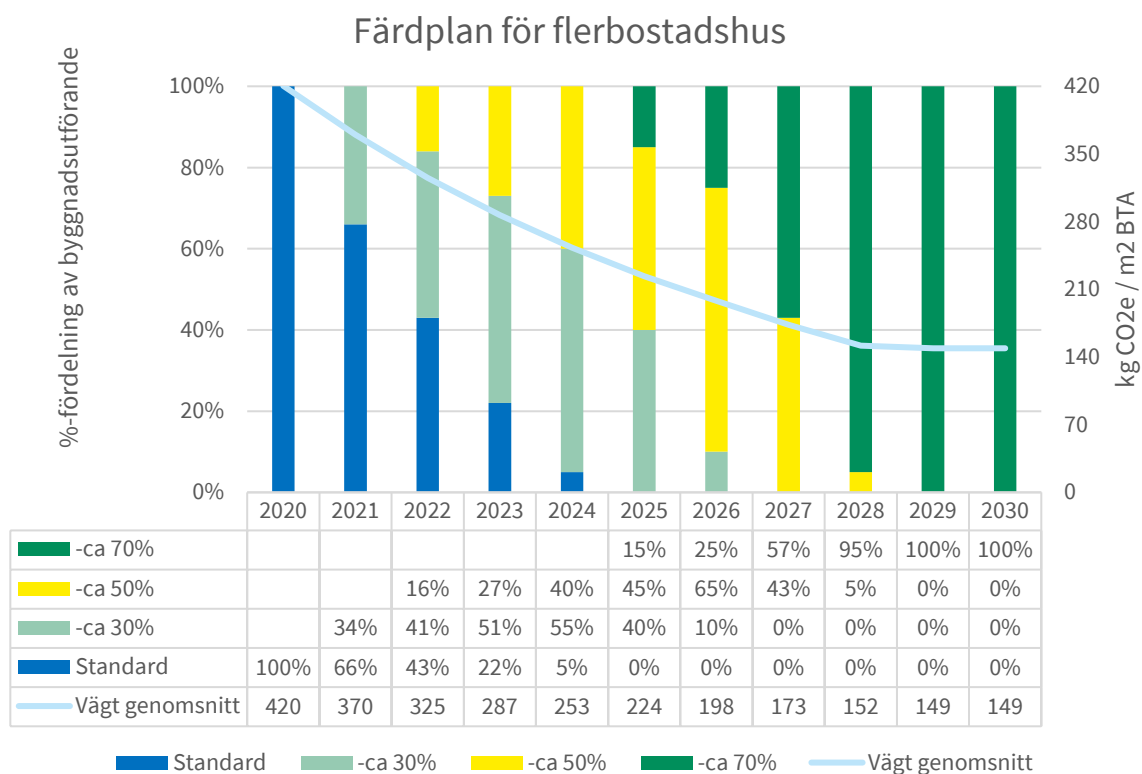
7.1 Byggnader

Färdplanen för utsläppsminskningarna i flerbostadshus visas i figur 8, motsvarande figurer finns för lokaler och småhus samt sammansatt (bilaga 3). Figuren visar hur andelen av respektive alternativ (standard, 30%, 50% och 70%) behöver se ut för att klara klimatmålet. I korthet gäller att:

- den standardnivå som används vid nybyggnation idag behöver vara helt utfasad till år 2025
- redan år 2027 behöver all bebyggelse bestå av de ca 50 % och ca 70 % förbättrade alternativen.

De tekniska åtgärderna som levererar dessa utsläppsminskningar finns specificerade i bilaga 4 och omfattar framförallt idag på marknaden tillgängliga lösningar.

Färdplanen för bygg och anläggning ska visa vad som behövs göras för att klara tidigare i texten beskrivna klimatmål om en årlig utsläppsminskning på 12% fram till 2030.



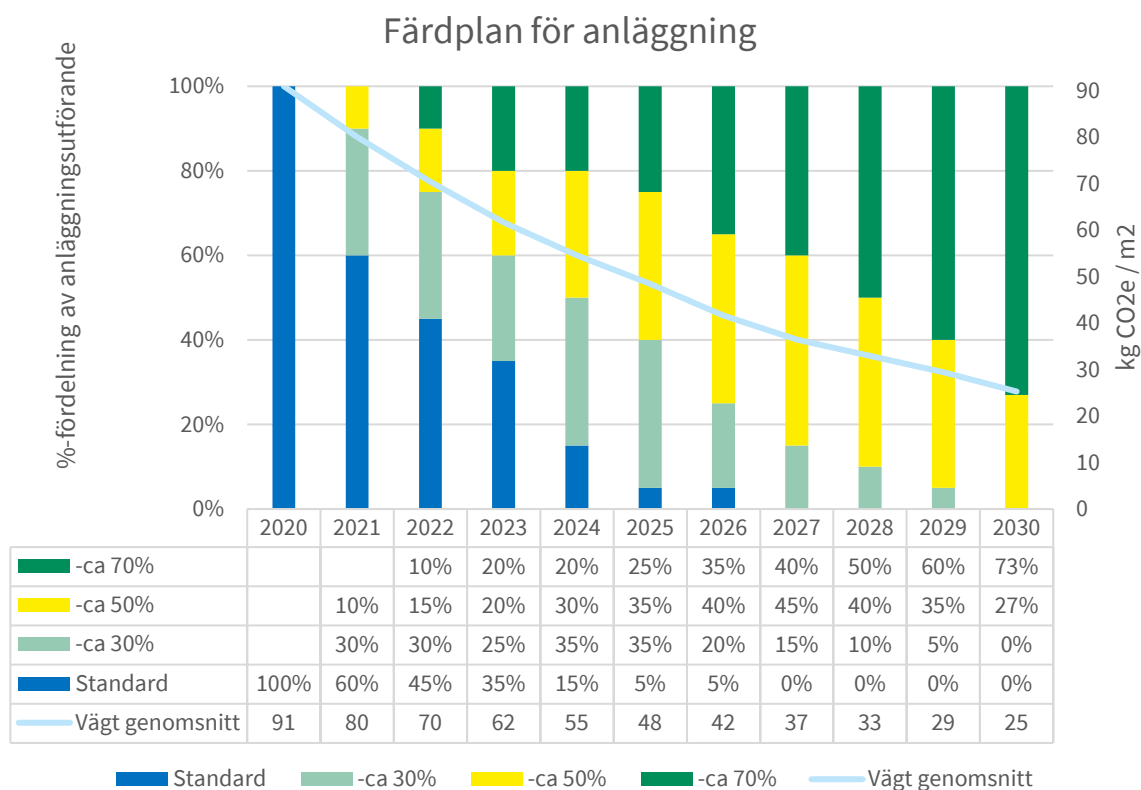
Figur 8: Figuren visar färdplanen fram till 2030 för implementering av klimatförbättrade flerbostadshus som släpper ut omkring 30 % (35 %), 50 % (51 %) respektive 70 % (65 %) mindre CO₂e/BTA. Färdplanen visar i vilken omfattning och när de olika alternativen fasas in och ut.

Vilka åtgärder som krävs för att teknikskiftet som beskrivs ovan ska ske har inte analyserats eller diskuterats inom ramen för färdplanen, utan detta behöver diskuteras i en bredare konstellation aktörer. Befintlig teknik existerar för att ungefär halvera utsläppen, men därefter är det mer osäkert vad som behövs göras, vilket kräver innovation, något som tar tid. Därför är det angeläget att implementera befintlig teknik för reduktioner, såsom materialutbyte och materialoptimering, fullt ut så snabbt som möjligt. Det ger oss tid att implementera ny teknik som på sikt kan ta oss ner mot helt utsläppsfria byggnader. För detta krävs att CO₂-utsläpp fångas in och lagras (CCS), samt att energianvändning i hela byggkedjan är utsläppsfri, vilket är osannolikt att det är fallet 2030.

7.2 Anläggning

Färdplanen för att minska utsläppen för anläggning visas i figur 9. Precis som för byggnation bygger färdplanen på att succesivt införa klimatförbättrade alternativ i en takt förenlig med klimatmålet.

Den reduktionsandel som de olika åtgärderna motsvarar och som ligger till grund för modelleringen av B-gata ses i bilaga 2 tabell 5-8.



Figur 9: Figuren beskriver sammansättningen av ett standardutförande samt tre utföranden med cirka 30 % (21 %), cirka 50 % (57 %) och cirka 70 % (78 %) bättre klimatprestanda än standardutförandet. Den vägda genomsnittliga koldioxidintensiteten till följd av en årlig sammansättning av dessa visas längst ner i tabellen under figuren.

Tabell 9 kan sammanfattas i två punkter: Den standardnivå vi anlägger B-gator på idag ska vara helt utfasad till år 2027 och redan år 2028 behöver 50% av alla B-gator beläggas med så kallat bundet bärlager och slitlager bestående av en klimatförbättrad asfaltsmassa (Åtgärd 1: *Alternativ asfalt*) samt att entreprenaderna i sin helhet drivs av HVO100 eller motsvarande (Åtgärd 2: *Alternativt drivmedel*).



Diskussion

8 Diskussion

Det är tydligt att klimatfrågan endast kan lösas tillsammans eftersom klimatpåverkan är resultatet av hur samhället fungerar idag. Detta gäller också bygg- och anläggningsområdet.

För att ställa om i enlighet med Färdplanens minskningstakt behövs en bred samverkan mellan marknadens aktörer. Detta är i sig en stor utmaning. Förslag på hur det arbetet kan utvecklas är:

- att genomföra djupintervjuer med branschens olika aktörer utifrån Färdplanens resultat för att kartlägga i vilken utsträckning det redan finns samsyn och för att identifiera vägen framåt
- att tillsammans räkna på klimatåtgärder och dess effekter i förhållande till Uppsalas klimatmål, jämför LFM30s klimatberäkningsstuga
- att upprätta ett beställarråd med syfte att utveckla metoder och stötta beställare och upphandlare så att det effektivare kan bidra i klimatomställningen
- att fördjupa samarbetet med liknande initiativ i andra kommuner
- att fördjupa arbete inom befintliga nätverk i Uppsala, exempelvis Uppsala klimatprotokoll

Modelleringen inom ramen för denna modul visar tydligt att det är helt avgörande hur snabbt de klimatförbättrade alternativen börjar införas för om Uppsalas ska kunna klara sitt klimatmål. Ju snabbare utsläppsminskningar som sker i närtid, desto större handlingsutrymme skapas längre fram. Det kan också vara relevant att ställa frågan om viss byggnation kan väntas med eller användning av vissa material kan pausas till dess att de har bättre klimatprestanda som ett resultat av process-, kunskaps- och materialutveckling.

För att nå hela vägen till målen för år 2030 behövs också ett annat angreppssätt kring det befintliga byggnads- och anläggningsbeståndet. Det behöver utredas om befintliga byggnader och anläggning kan användas på sätt som gör att klimatpåverkan totalt sätt minskar. För byggnader blir detta förstås en balansgång där utsläpp från driftenergi måste vägas mot utsläpps vid nybyggnation. Det behövs utredas vad potentialen är att bygga på redan grundlagd mark (tex. gator, industrimark) samt hur byggnader kan placeras för att optimera markrelaterade utsläpp; går det att undvika komplexa geotekniska grundläggningsmetoder, optimera masshanteringen samt undvika att bygga på mark med högt organiskt innehåll? Var och vad vi bygger påverkar också människors möjlighet till en livsstil med lägre klimatpåverkan.

På materialsidan behöver vi skala upp marknaden för återbrukade byggmaterial och växla upp innovationsarbetet kring alternativa byggmaterial.

Projektpartners:

