

LCA

# TEGL

## PERFORMANCE

Hidtidige erfaringer fra  
Swecos LCA-Database

CO<sub>2</sub>

LEVETID

BIODIVERSITET



**Udarbejdet for**  
**Udfærdiget af**  
**Kontrolleret af**  
**Dato**  
**Dokumentnavn:**

Danske Tegl  
Christine Elnegaard og Rikke Schack  
Christine Collin  
2024-11-12  
Tegl Performance – Hidtidige erfaringer fra Swecos LCA-Database

# Indholdsfortegnelse

1	Forord .....	4
2	Formål og læsevejledning .....	5
3	Sammenfatning .....	6
4	Klimapåvirkning fra tegl i perspektiv .....	8
4.1	CO <sub>2</sub> på tværs af typologier .....	8
4.2	CO <sub>2</sub> på tværs af bygningsdele .....	11
4.3	CO <sub>2</sub> på tværs af tegl som materiale .....	13
4.4	CO <sub>2</sub> på tværs af livscyklusmoduler .....	15
4.5	CO <sub>2</sub> på tværs af datakvalitet.....	19
5	Råstoffer og ressourcer .....	21
6	Biodiversitet .....	24
7	Konklusion .....	28
	Appendix 1 .....	29
	Appendix 2 .....	33

# 1 Forord

Som materialeproducent, der årligt producerer knap 300 millioner sten til byggerier i hele verden, spiller de danske teglværker en afgørende rolle i at nedbringe det betydelige aftryk, som byggeriet sætter på vores klima. Samtidig er det afgørende, at vi bevarer og sikrer de stærke egenskaber, der har gjort tegl til et af de mest eftertragtede og benyttede byggematerialer i århundreder.

Teglbranchen er på en grøn rejse, som kræver retning før hastighed. Og den retning sættes bedst på valide data og viden om de styrker og udfordringer, der ligger i tegl som materiale. Det er data, vi som branche kan stå og agere på, når vi innoverer og investerer i mere bæredygtige løsninger. Og det er data, som aftagerne af vores mursten, fra bygherre og arkitekt til ingeniør og udførende, kan bruge, når de skal træffe vigtige beslutninger om materialevalg.

I denne rapport skrevet af Sweco for Danske Tegl, får vi en unik indsigt i, hvordan tegl præsterer som materiale i hele sin livscyklus – fra udvinding af råvarer og produktion til brug og nedrivning. Rapporten peger blandt andet på teglens styrker så som dens lange levetid og evne til at blive genbrugt i nye byggerier – en afgørende faktor i den grønne omstilling. Rapporten fremhæver også, hvordan produktionen af tegl i dag sker stort set uden spild og med høj grad af genanvendelse. Og så viser den, at dansk produceret tegl, sammenlignet med andre byggematerialer, står for den laveste klimapåvirkning, når det handler om transport, fordi tegl produceres lokalt fordelt på teglværker over hele landet.

Men som branche står vi også over for udfordringer. Produktionen af tegl kræver store mængder energi, på grund af de høje temperaturer, der er nødvendige for at brænde mursten. Teglbranchen har allerede gjort store fremskridt med energieffektiviseringer og omlægning til biogas. Nu skal de næste grønne skridt tages. Skridt, der kræver valide data, investeringer, innovation og dermed tid.

Rapporten her bidrager til at sætte en vigtig retning for de skridt. Jeg håber, den vil inspirere og bidrage med ny viden bredt i byggebranchen.

Med venlig hilsen

Gitte Krusholm Nielsen  
Direktør i Danske Tegl

## 2 Formål og læsevejledning

Rapporten er en sammenfatning af erfaringer fra livscyklusvurderinger udført i Sweco over de sidste år. Sweco har samlet alle udførte livscyklusvurderinger i en offentlig tilgængelig LCA-database<sup>1</sup>. Databasen kan vise tendenser for klimapåvirkningen for nybyggeri på tværs af typologier, bygningsdele og materialer samt angive muligheder for optimering.

Danske Tegl har fået udarbejdet denne rapport for at lave en opsamling på netop disse tendenser og udviklinger i LCA for byggerier med tegl. Der er derfor primært taget udgangspunkt i Swecos LCA-database og analyseret på data for de udførte livscyklusvurderinger med fokus på klimapåvirkningen på tværs af typologier, bygningsdele, tegl som materiale, livscyklusmoduler og datakvalitet. Der er dykket ned i potentialer for optimering og reducere af klimapåvirkningen for den samlede bygning, ved at have fokus på bl.a. miljødata og genbrug af teglsten.

Udover gennemgang og opsummering af data fra Swecos LCA-database er det en sammenfatning af forskellige publikationer fra branchen, som formidler teglens udvikling gennem tiden og potentiale i de kommende år med både fokus på reduceret klimapåvirkning, men også på reducere af anvendelsen af råstoffer og ressourcer.

---

<sup>1</sup> <https://www.sweco.dk/baeredygtighed/lca-database/>

### 3 Sammenfatning

Nærværende rapport gennemgår miljø- og klimamæssige nedslagspunkter, ved brug af tegl som byggemateriale. De tre nedslagspunkter, værende CO<sub>2</sub>-udledning, datakvalitet samt råstof- og ressourceforbrug, undersøges hver især med afsæt i tilgængelige data og viden indenfor hvert emne. Her er blandt andet anvendt data fra Swecos LCA-database<sup>2</sup>. De projekter, der ligger til grund for indeværende rapporters resultatgrafer, er primært baseret på generiske og historiske data, hvilket betyder, at de resulterende projektdata ikke er optimerede i samme grad, som det sker i dag, hvor de nye klimakrav skal overholdes. Resultaterne kan dermed anses som et konservativt estimat for nuværende praksis i branchen. Ligeledes har de danske teglproducenter i den mellemliggende periode optimeret på deres produktionsbetingelser, og det kan derfor med rimelighed antages, at de data, der præsenteres i rapporten, er blevet bedre frem til i dag.

Tegl er et alsidigt materiale, der kan bruges som byggemateriale i vid udstrækning. Rapporten fokuserer primært på projekter, hvor tegl er anvendt som facademateriale. Der er i rapporten en gennemgang af klimapåvirkning ved brug af tegl, herunder en kortlægning af teglens anvendelse i forskellige bygningstyper. Dette udføres på baggrund af Sweco's LCA-database, der ved udarbejdelsen af denne rapport indeholder over 200 LCA-beregninger for 160 individuelle projekter. Foruden gennemgang af data i Sweco's LCA-database er et omfattende studie af teglstens klimapåvirkning udført. Dette studie viser, at genbrugstegl har den laveste klimapåvirkning, hvilket kan understøtte bæredygtighedsinitiativer for en lavere klimapåvirkning samt fremme cirkulære tiltag i byggebranchen.

I afsnittet om datakvalitet beskrives det, hvordan teglbranchen har haft fokus på at dokumentere teglens klimapåvirkning gennem miljøvaredeklarationer (EPD'er) i mange år. Datavalg er afgørende for et retvisende billede af klimaaftrykket. Et studie viser, at ved anvendelse af produktspecifikke data, fremfor generiske data, kan der opnås en teoretisk besparelse på op til 30% af det indlejrede CO<sub>2</sub>. Der findes mange forskellige typer teglsten på markedet, og derfor undersøges vigtigheden af repræsentativ miljødata, både i form af EPD'er men også generisk data. I en rapport udarbejdet af BUILD<sup>3</sup>, hvor man har udarbejdet generisk miljødata for danske byggevarer, har det vist sig, at de fleste danske teglsten har en lavere udledning end det generiske miljødata fra ökobaudat<sup>4</sup>, der har været grundlag for LCA-beregninger i Danmark i mange år. Det ses også, at der er stor forskel på udledning af forskellige teglsten afhængig af farve samt enkelt- og dobbeltbrænding, som endnu engang viser vigtigheden af at benytte miljøvaredeklarationer, som viser den faktiske udledning for det konkrete produkt.

Ydervæggen udgør oftest en væsentlig del af en bygnings samlede klimaaftryk, og det er derfor ikke ligegyldigt hvilken tegl man vælger til sin teglfacade, hvis man ønsker at reducere klimapåvirkningen fra sit byggeri. I afsnit 4.2 fremhæves blandt andet, at ydervæggen udgør 14% af etagebyggeris samlede klimapåvirkning, og at det heraf for en konkret case kan vises, at tegl udgør 21% af ydervæggens klimapåvirkning. Dermed udgør tegl ikke den primære faktor i bygningsdelen *Ydervæg* og med tal fra denne konkrete case som grundlag, vil tegl udgøre 3% af etagebyggeriets samlede klimapåvirkning, baseret på den data, der har været tilgængelig. Denne data omfatter ikke transport af materialer, da det

<sup>2</sup> <https://www.sweco.dk/baeredygtighed/lca-database/>

<sup>3</sup> <https://vbn.aau.dk/da/publications/udvikling-af-dansk-generisk-lca-data>

<sup>4</sup> <https://www.oekobaudat.de/en.html>

hidtil ikke har været omfattet af den gældende beregningsmetode. Dette vil dog fra 1. juli 2025 være omfattet af bygningsreglementets krav til klimapåvirkning. Afsnittet om CO<sub>2</sub> på tværs af livscyklusmoduler beskriver, hvordan tegl er et materiale, der produceres i vid udstrækning på tværs af Danmark, og at det som resultat heraf har en meget lav klimapåvirkning pr. kg. transporteret materiale.

Indeværende rapport gennemgår en række tiltag for at reducere klimapåvirkningen fra tegl yderligere. På baggrund af forskellige rapporter kan det estimeres, at der sker et optag af CO<sub>2</sub> (karbonatisering) i murværk på ca. 5 kg CO<sub>2</sub>-ækv./m<sup>2</sup> facademur. Dette optag indregnes ikke i de nuværende LCA-beregninger, idet det ikke er en del af den gældende beregningsmetode i Danmark.

I afsnittet om ressourceforbrug beskrives besparelspotentialet i ressourceforbrug og klimapåvirkning ved brug af tegl som byggemateriale, på baggrund af *"Roadmap for grøn omstilling i det murede byggeri"*. Her er der fokus på initiativer som fremstilling af mursten med lavere densitet, fremstilling af smallere mursten og øget genbrug af teglsten i Danmark. Kortlægningen viser, at de væsentligste gevinster i forhold til CO<sub>2</sub>- og ressourcebesparelser ved tegl, findes ved at udnytte potentialet ved genbrug og genanvendelse af de materialefraktioner, som kommer fra nedrivning af murværk.

Off-site biodiversitet er blevet undersøgt på baggrund af 107 projekter fra Swecos LCA-database både på bygningsniveau og materialeniveau. Undersøgelsen viser, at mineralsk baserede konstruktionstyper generelt har en lavere off-site biodiversitetspåvirkning sammenlignet med biobaserede konstruktionstyper. De produktspecifikke resultater indikerer, at røde tegl generelt har en lavere off-site biodiversitetspåvirkning end gule tegl, samt at brugen af biogas til produktion har en lavere klimapåvirkning, men giver udfordringer ift. biodiversitet, sammenlignet med naturgas. Det er vigtigt at understrege, at analyser af biodiversitet er væsentligt mere komplekse end analyser af klimapåvirkning, hvilket medfører en større usikkerhed i resultaterne. Ikke desto mindre kan analyserne bidrage til at identificere de mest effektive tiltag for at reducere påvirkningen på både bygnings- og produktniveau.



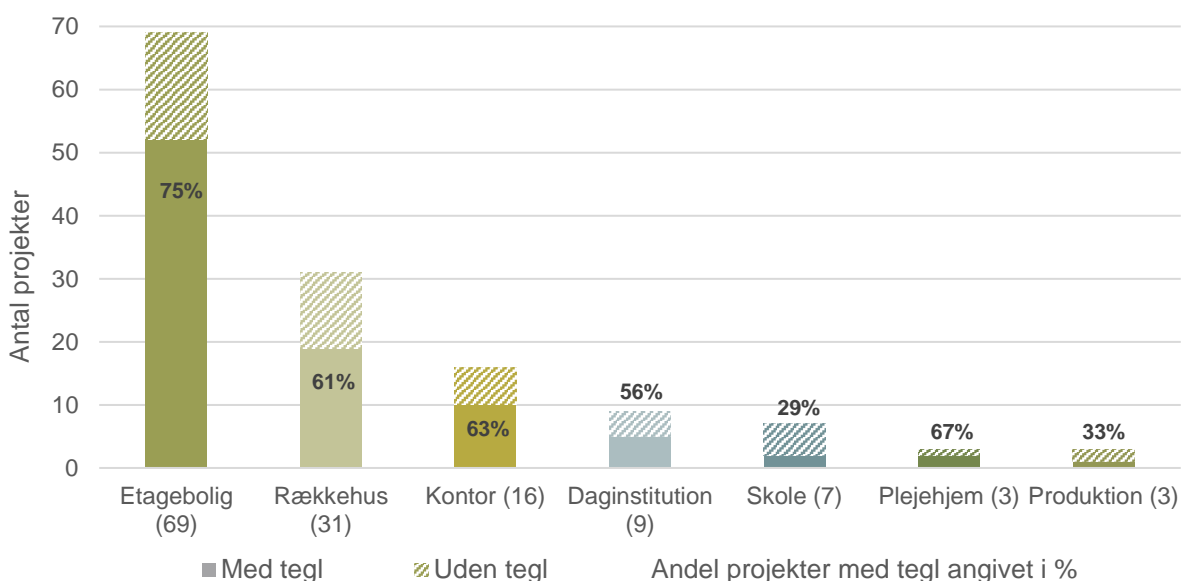
## 4 Klimapåvirkning fra tegl i perspektiv

### 4.1 CO<sub>2</sub> på tværs af typologier

I Danmark har der historisk været tradition for at bygge med tegl. Tegl er derfor et vidt udbredt materiale anvendt i byggeri, både historisk og i nybyg. På baggrund af Sweco's LCA-database laves en kortlægning af omfanget og indflydelsen af tegl i byggeri. På baggrund af de 160 projekter, der ligger i databasen for nybyggeri (pr. 05-05-2024), har 91 af dem tegl på facaden i forskellig udstrækning. Der findes teglfacader i syv ud af ti typologier og samlet set har over 65% af projekterne tegl som facademateriale.

Figur 1 understreger, at tegl historisk set har været, og fortsat er, et bredt anvendt byggemateriale i Danmark. Der er flere faktorer, der bidrager til dette, hvoraf nogle af dem kunne være at tegl har en lang levetid, det kræver minimalt vedligehold gennem bygningens levetid, og ved korrekt udførelse er der mulighed for at genbruge materialet i fremtidige byggeprojekter. Disse punkter undersøges nærmere i denne rapport. Tegl er desuden et meget alsidigt materiale, der kan variere i form og farve, samt i mønstre og forbandt. Der er således grundlag for en lang række forskellige designvalg og æstetiske udtryk.

På Figur 1 nedenfor ses de syv af typologierne, der er indeholdt i databasen, som har projekter med tegl på facaden. Figuren viser både hvor mange LCA-beregninger der ligger indenfor hver typologi, samt hvor mange af dem der er udført med tegl på facaden angivet i %. Her er tale om både mursten, skærmtegl, teglskaller mm., samt i kombination med andre materialer.

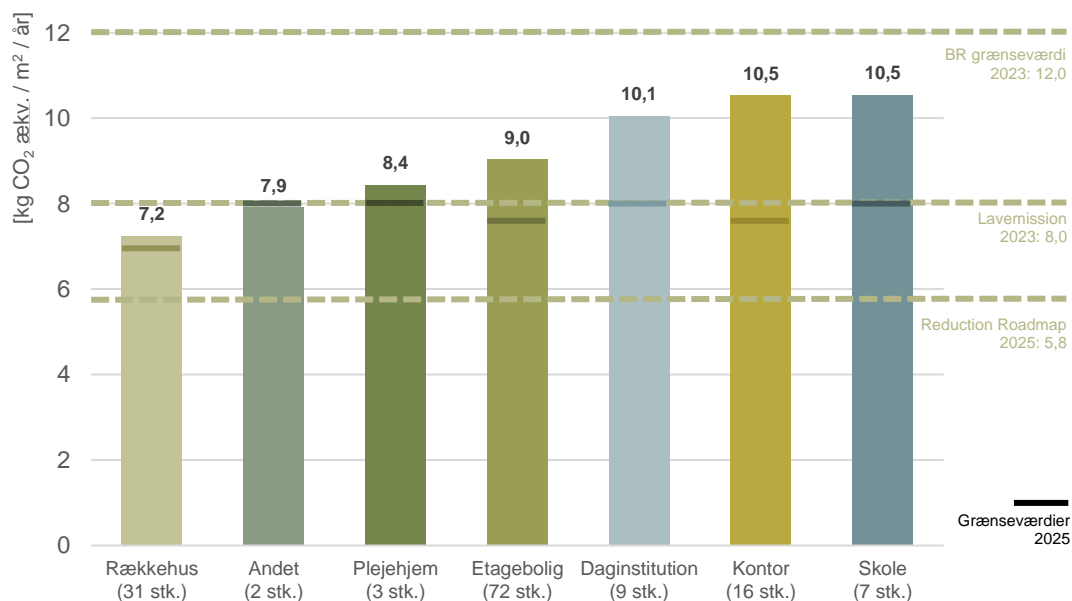


Figur 1: Oversigt over de typologier i Swecos LCA-database, som har projekter med tegl på facaden (91)



Særligt beboelsesbygninger (Etageboliger, Rækkehuse og Plejehjem) samt kontorer har en høj andel projekter med teglstensfacader, med minimum 60% af de projekter der er indeholdt i databasen. For de typologier der indgår i databasen, men som ikke indgår i figuren ovenfor (eksempelvis butikker), skal det bemærkes, at disse kan ligge implicit i de typologier, der er indeholdt i figuren. Dette ses f.eks. i DGNB projekter med blandet anvendelse, hvor et beboelsesprojekt kan have butikker eller lignende i stueplan, men som certificeres samlet som et boligprojekt. Dette afspejler også den relative lille datamængde for typologierne Andet, Daginstitution, Plejehjem og Produktion, da mange af projekterne i databasen er fra DGNB certificeringer, og databasen er derfor ikke nødvendigvis repræsentativ for den samlede byggebranche. Der mangler eksempelvis også enfamiliehuse i databasen, da det er relativt nyt, at der udføres livscyklusvurderinger af disse. Det fremgår tilmed tydeligt af figuren, at den største datamængde findes ved Etageboliger og Rækkehuse, og derfor vil det også primært være disse to typologier som undersøges i denne rapport.

Med konklusionen om, at tegl bruges i vid udstrækning som facademateriale, undersøges dernæst den gennemsnitlige klimapåvirkning af de pågældende projekter. Fordelt på typologier ses netop dette, af Figur 2 nedenfor. På figuren er ligeledes inkluderet bygningsreglementets gældende og fremtidige grænseværdier, der træder i kraft 1. juli 2025<sup>5</sup>, samt Reduction Roadmap. De gældende grænseværdier er markeret med en stiplede linje, mens de fremtidige er markeret med en mørk linje for hver af typologierne. For rækkehuse ligger den fremtidige grænseværdi på **6,7 kg CO<sub>2</sub>-ækv./m<sup>2</sup>/år**, for etageboliger og kontorer på **7,5 kg CO<sub>2</sub>-ækv./m<sup>2</sup>/år** og for Institutioner samt andet nybyg på **8,0 kg CO<sub>2</sub>-ækv./m<sup>2</sup>/år**. Størstedelen af LCA-beregningerne der ligger til grund for resultaterne i Figur 2, er historisk data udført med henblik på at overholde det gældende bygningsreglement, eller i forbindelse med certificeringsordninger som f.eks. DGNB. Beregningerne afspejler ligeledes tendenser for klimapåvirkning i projekter fra 2021 til 2024, på baggrund af de LCA-metoder der har været gældende i hhv. bygningsreglementet samt certificeringsordninger. Hertil bemærkes, at datagrundlaget for nogle af typologierne er begrænset, og dermed ikke nødvendigvis repræsentativt for hele branchen.



Figur 2: Klimapåvirkning fordelt på typologier i LCA-databasen med tegl på facaden (91 projekter). Resultaterne ses i sammenhæng med de gældende grænseværdier fra bygningsreglementet (2023), de kommende grænseværdier (1. juli 2025) samt Reduction Roadmap v. 2.0.

<sup>5</sup> <https://www.sm.dk/nyheder/nyhedsarkiv/2024/maj/ny-aftale-stiller-ambitioese-klimakrav-til-nyt-byggeri>

Generelt set, er der ingen af typologierne der overskrider bygningsreglementets grænseværdi (2023) på 12 kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år. Flere af typologierne har også potentiale til at opnå den frivillige lavemissionsklasse, med en grænseværdi (2023) på 8 kg CO<sub>2</sub>-ækv/m<sup>2</sup>/år.

Databasens projekter spænder bredt på tværs af ambitionsniveau, datagrundlag, beregningsmetode mm. Nogle af projekterne vil dermed også være baseret på produktspecifikke miljødata, mens andre vil gøre brug af det generiske datagrundlag fra Ökobau.dat, som er indeholdt i LCAByg. Resultaterne skal dermed ses med forbehold. Som det også kan ses af Appendix 1, har teglbranchen samlet set udarbejdet et stort datagrundlag for produktspecifikke EPD'er. Flere af disse EPD'er har været udarbejdet i år 2021 eller tidligere, og repræsenterer dermed ikke nødvendigvis teglbranchen i dag, som de seneste år har været igennem en optimering af bl.a. produktion.

Ud af de 91 projekter, der ligger til grund for Figur 2, der viser den gennemsnitlige klimapåvirkning for typologier på baggrund af projekter der har tegl på facaden, har 71 af dem beton som den primære bærende konstruktion. Blandt de øvrige projekter findes bl.a. bærende konstruktioner i træ. Klimaaftrykket af byggeri og typologier skyldes naturligvis ikke blot facadematerialet, der er flere parametre, der spiller ind på en bygnings samlede klimaaftryk heriblandt den bærende konstruktion. For at blive klogere på disse parametre undersøges CO<sub>2</sub>-udledning fordelt på bygningsdele nærmere under afsnit 4.2.

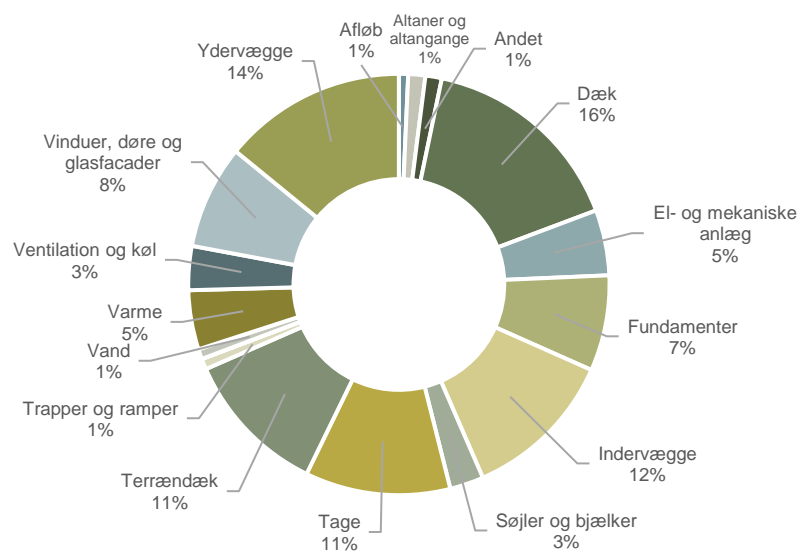
Data fra Swecos LCA-database indikerer, at tegl er og har været et foretrukket materiale til facader i byggebranchen. Omkring 65% af databasens projekter benytter tegl på facaden, hvilket tyder på en fortsat popularitet af materialet i Danmark. Dette kan formentlig tilskrives teglens holdbarhed, lave vedligeholdelsesbehov, muligheden for genbrug og dets æstetiske fleksibilitet. Den højeste anvendelse af teglstenfacader findes primært indenfor beboelsesbygninger og kontorbyggeri.

Det er vigtigt at anerkende, at den samlede klimapåvirkning for en bygning, påvirkes af mange faktorer, og ikke kun valget af facademateriale. Det er essentielt at overveje samspillet mellem forskellige byggematerialer og deres individuelle effekt på klimaet for at træffe informerede beslutninger, der sigter mod at minimere klimaaftrykket. Dette undersøges yderligere i de næste afsnit.

## 4.2 CO<sub>2</sub> på tværs af bygningsdele

En afgørende faktor i at forstå det samlede klimaaftryk af byggeri er fordelingen af klimaaftrykket på bygningsdele, og de materialer de udgøres af. Det er vigtigt at undersøge, hvorfor enkelte bygningsdele har en indvirkning på byggeriets klimapåvirkning, hvilke materialer der påvirker dette og i hvilket omfang. På baggrund af Sweco's LCA-database estimeres at **14%** af klimapåvirkningen i projekter med teglstensfacader, udgøres af ydervægge. *Ydervægge* er for dette scenarie den næstmest udledende bygningsdel, kun overgået af *Dæk*, som vist af Figur 3.

### FORDELING AF KLIMAPÅVIRKNING PÅ BYGNINGSDELE (LCA-DATABASE)

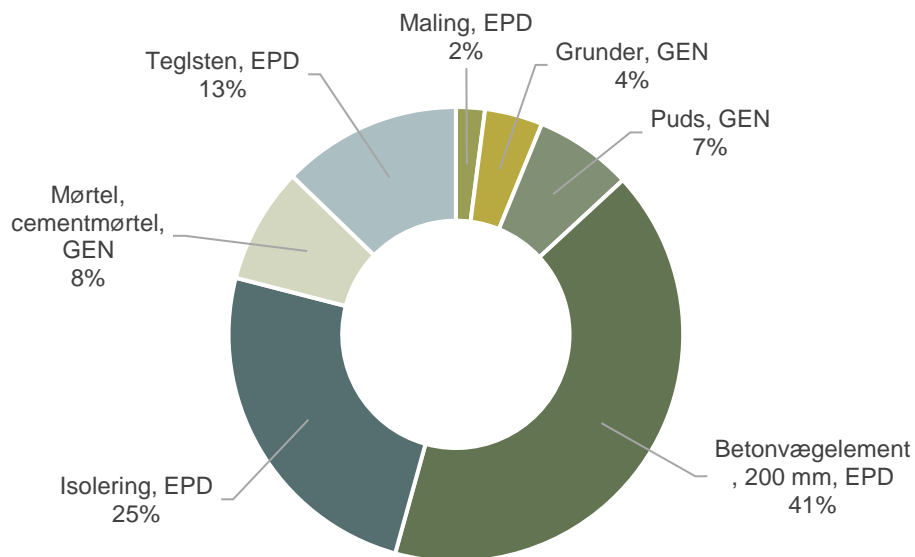


Figur 3: Procentvis fordeling af den gennemsnitlige klimapåvirkning for bygningsdele for projekter med tegl på facaden, på tværs af alle typologier (på baggrund af 91 projekter)

Som tidligere fastslået har en stor andel af projekterne med teglstensfacader en bærende konstruktion i beton. Udledningen for ydervæggen består af både den bærende konstruktion inkl. indvendig afslutning, isoleringsmaterialet samt facadematerialet. For at forstå fordelingen af klimapåvirkningen for materialer i en ydervæg er der taget udgangspunkt i en konkret case fra databasen for et etagebyggeri i 7 etager med tegl på facaden, hvor der i Figur 4 ses følgende fordeling af en ydervægs materialer.

- Selve teglstensfacaden, indeholdende teglsten og mørtel udgør 21%
- Isoleringen udgør 25%
- Betonbagmuren udgør 41%
- Det resterende som maling, grunder og puds udgør 13%

### FORDELING AF KLIMAPÅVIRKNING PÅ MATERIALER (CASE)



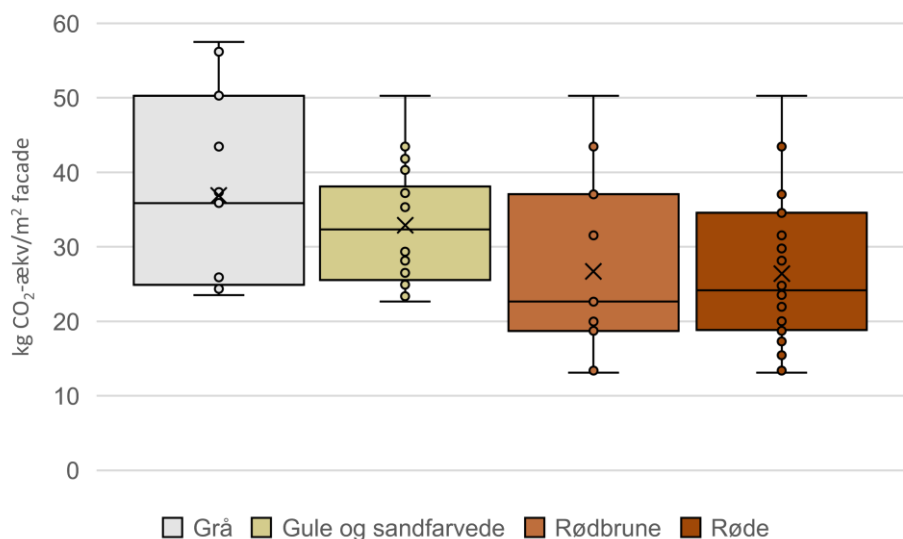
Figur 4: Eksempel på fordeling af udledning mellem materialer i en ydervæg for et etagebyggeri i 7 etager med tegl på facaden

I denne case udgør teglen inkl. mørtel 21% af den samlede udledning for ydervæggen.

En væsentlig del af klimapåvirkningen i byggeri med teglstensfacader stammer fra ydervægge, som i den viste fordeling i Figur 3 udgør 14% af bygningsens samlede klimaaftryk. Med udgangspunkt i fordelingen af udledninger fra en specifik case i Figur 4, ses at teglen udgør 21% af den samlede udledning for ydervæggen, hvilket for denne case omregnet svarer til, at teglen inkl. mørtel står for 3% af etagebyggeriets samlede klimapåvirkning. Der er generelt behov for en dybere forståelse af ydervæggens bidrag til byggeriets klimapåvirkning og de anvendte materialers rolle. Teglsten er ikke den primære faktor i bygningsdelens samlede klimaaftryk, det er dog ikke irrelevant, hvilken tegl der anvendes. Udledningen fra forskellige teglsten undersøges i næste afsnit.

## 4.3 CO<sub>2</sub> på tværs af tegl som materiale

Figur 4 viser et eksempel på fordelingen af udledningen mellem materialer i en ydervæg. Denne fordeling vil se forskellig ud alt efter hvilke andre materialer og miljødata, der benyttes. Dette er også tilfældet for selve teglstenen, og derfor opstilles nedenfor forskellige scenarier for klimapåvirkning af tegl, med henblik på at opnå indsigt i hvilke potentialer der ligger i tegl som facademateriale. Som grundlag hertil er udført et studie af forskellige typer af teglsten, på baggrund af tilgængelige data på markedet. Fordelingen af udledningerne for de forskellige teglsten opdelt i fire farvenuancer ses som boxplot nedenfor i Figur 5.



Figur 5: Boxplot af samlede resultater af teglstudie fordelt på farver.  
Teglstudiet er vedlagt i Appendix 1

Der ses stor variation imellem de forskellige farvenuancer. Der opstilles 3 scenarier, fordelt på farvenuancer for at analysere mere ned i dataene; Laveste klimapåvirkning, Gennemsnitlig klimapåvirkning jf. Sweco studie samt Dansk generisk data.

### Laveste klimapåvirkning af tegl

Denne graf er baseret på teglstudiet i Appendix 1. Her fremhæves den teglsten med laveste klimapåvirkning foruden genbrugssten. Der er her tale om den laveste værdi indenfor hver farvnuance, og ikke et gennemsnit af de laveste på tværs af farvnuancerne. Genbrugsstenen er medregnet med klimapåvirkningen fra den udarbejdede EPD<sup>6</sup>, selvom det i de gældende krav i Bygningsreglementet er vedtaget, at klimapåvirkningen fra genbrugte byggematerialer er 0 igennem hele livscyklus<sup>7</sup>.

### Gennemsnitlig klimapåvirkning af tegl jf. Sweco studie

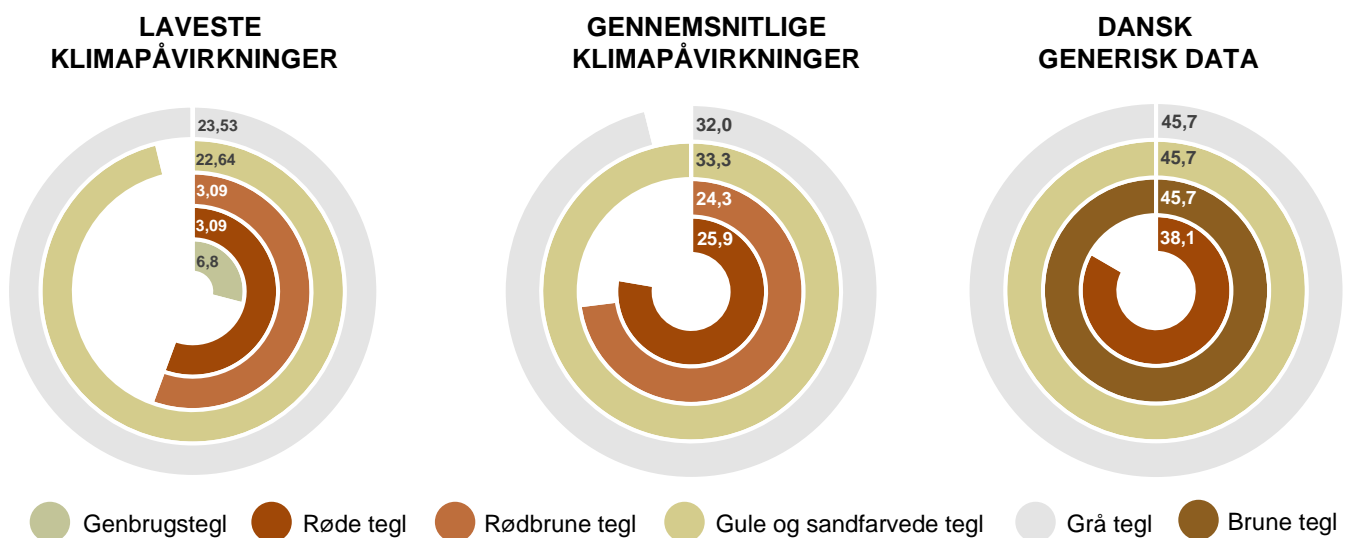
I afsnit 4.5 CO<sub>2</sub> på tværs af datakvalitet kortlægges, at der findes en stor mængde produktspecifikke miljøvaredeklarationer for teglsten. Et omfattende teglstensstudie er derfor udført, for at kunne sammenligne de mange miljødata. Teglstensstudiet kan ses i Appendix 1. Som resultat heraf udregnes den gennemsnitlige klimapåvirkning, fordelt på de fire nævnte farvenuancer.

<sup>6</sup> <https://www.epddanmark.dk/epd-databasen/gamle-mursten-aps/>

<sup>7</sup> <https://www.sbst.dk/nyheder/2024/genbrugte-byggematerialer-for-0-kg-co2-i-bygningers-klimaregnskab>

### Dansk generisk datagrundlag

På baggrund af BUILD-rapporten "Udarbejdelse af dansk generisk LCA-data"<sup>8</sup> er fastlagt to sæt værdier for hhv. røde teglsten og teglsten i gule, rosé, brune og lignende farvenuancer. Rapporten er udarbejdet med henblik på at skabe et større grundlag af miljødata i dansk kontekst. Her bemærkes, at der ikke skelnes mellem røde og rødbrune tegl som i Swecos studie, til gengæld er brune tegl medtaget. Rapporten fra BUILD uddybes nærmere i afsnit 4.5 CO<sub>2</sub> på tværs af datakvalitet. Der er i alle 3 scenarier undersøgt 1 m<sup>2</sup> facade med teglsten og mørtel og resultaterne er derfor angivet i enheden kg CO<sub>2</sub>-ækv./m<sup>2</sup> ydervægsfacade. Der er benyttet cementmørtel i alle scenarierne.



Figur 6: De tre scenarier fordelt på de undersøgte farvenuancer og genbrugstegl. Klimapåvirkning opgøres i [kg CO<sub>2</sub>-ækv./m<sup>2</sup> ydervægsfacade]

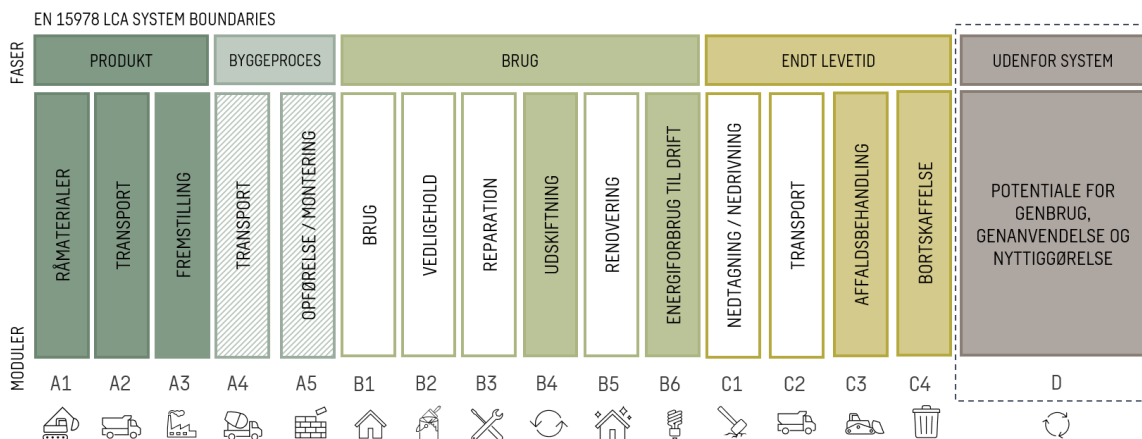
Af de 3 scenarier er det genbrugstegl, som er varianten med den laveste klimapåvirkning. Dette skyldes, at teglstenen allerede er produceret, og der skal derfor kun benyttes energi til at rense stenen, så den kan indgå i et nyt produktsystem i en ny bygning. Generelt ses at gule og grå tegl har en højere klimapåvirkning end røde og rødbrune tegl. Dette skyldes de reaktioner, der opstår, når leret udsættes for varme. Ler består blandt andet af calciumcarbonat (CaCO<sub>3</sub>). I rødt ler er der 0-2% calciumcarbonat, mens der i gult ler kan være op til 20%. Når leret brændes frigives kuldioxid (CO<sub>2</sub>) og calcium oxid bliver tilbage. Der vil således være mere CO<sub>2</sub> at frigive i gult ler, fordi indholdet af calciumcarbonat er højere. Af resultaterne i Figur 6 ses dette at være gældende for alle tre scenarier, dog er forskellen størst i scenariet med de laveste klimapåvirkninger. Resultaterne understreger ligeledes, at de dansk generiske data er fastlagt på baggrund af et konservativt udgangspunkt. Dansk generisk data er én værdi for røde tegl, og én samlet værdi for gule, rosé, brune eller lign. farvenuancer, og derfor ses samme klimapåvirkning for gule, grå samt brune tegl.

Analysen peger på, at der er store forskelle på klimapåvirkningen fra teglsten. Dette både på tværs af farver, men også indenfor den samme farvenuance, er der stor forskel på klimapåvirkningen fra tegl. De røde mursten udleder mindre end de grå, gule, sandfarvede og brune, men genbrugsteglstenen har den klart laveste klimapåvirkning. Genbrugsteglsten er derfor et godt valg, hvis der fokuseres på at minimere klimapåvirkningen. Det er ligeledes et positivt tiltag i forhold til at mindske udvinding af nye råstoffer til produktion af nye teglsten, hvilket undersøges nærmere i afsnit 5. Råstoffer og ressourcer.

<sup>8</sup> [Udvikling af dansk generisk LCA-data — Aalborg Universitets forskningsportal](#)

## 4.4 CO<sub>2</sub> på tværs af livscyklusmoduler

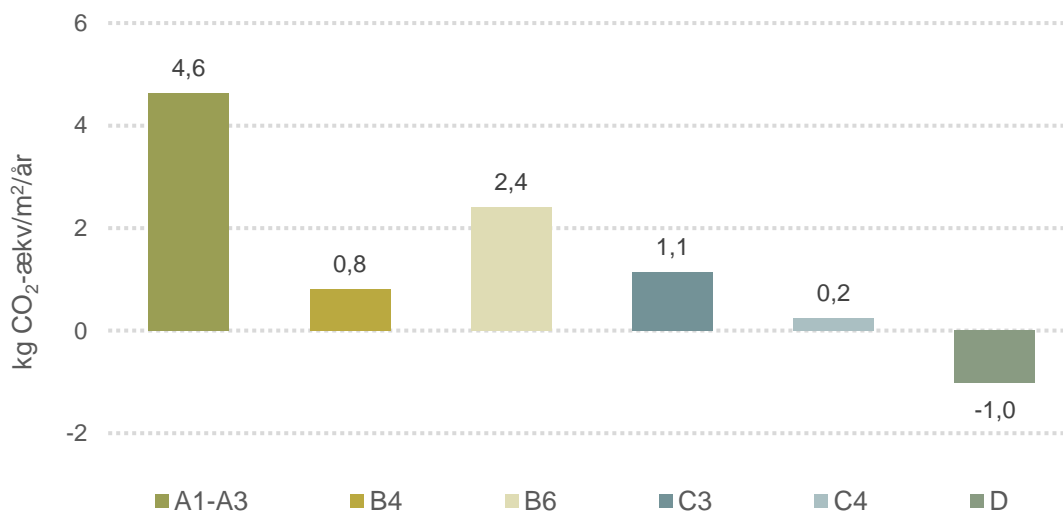
I LCA iht. det gældende bygningsreglements §297 stk. 2 undersøges følgende faser:



Figur 7: Livscyklusmoduler iht livscyklusvurderinger. Farvede faser medtages i LCA-metoden som defineret i BR18 §297 stk. 2, skraverede faser er på nuværende tidspunkt frivillige i DGNB, men medtages i de kommende stramninger i Bygningsreglementet fra 1. juli 2025.

Produktionen af tegl starter ved udvindingen af ler, der herefter forberedes og formes, inden det tørres og brændes. Særligt brændingen er en proces, der kræver et højt energiforbrug, og det er dermed også herfra, de væsentligste bidrag til CO<sub>2</sub>-udledningen af teglsten opstår. Brændingen af teglstenene betyder hertil også, at materialet har en lang levetid og potentialet for at anvendes i flere projektsammenhænge.<sup>9</sup>

I Figur 8 ses fordelingen af udledningen fordelt på livscyklusmoduler for de 91 projekter i Swecos LCA-database, der har tegl på facaden.



Figur 8: Klimapåvirkning fordelt på livscyklusmoduler, for projekter med teglfacader på tværs af alle typologier i Swecos LCA-database (91 projekter). Klimapåvirkningen opgøres i [kg CO<sub>2</sub>-ækv./m<sup>2</sup>/år].

<sup>9</sup> <https://www.dansketegl.dk/2017/01/06/braending-og-energiforbrug/>

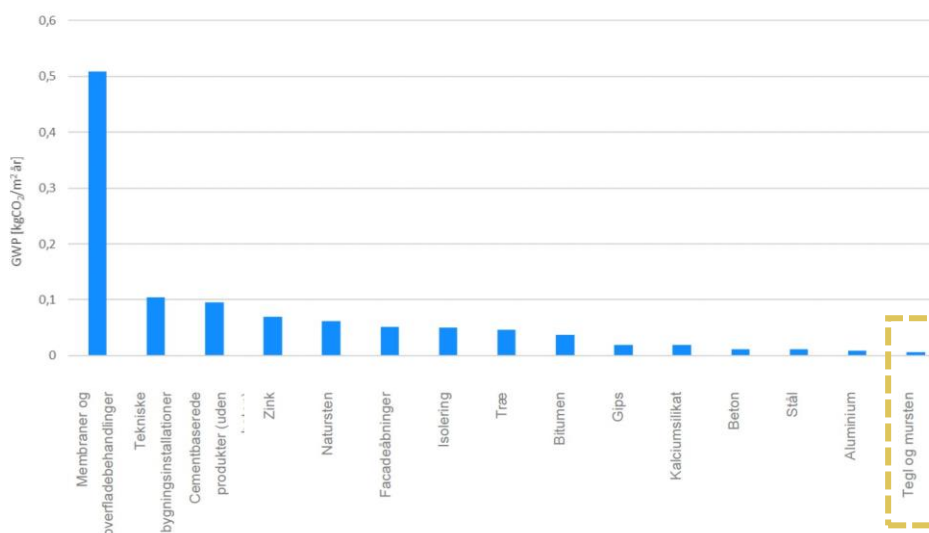


Af Figur 8 ses et overblik over resultater af klimapåvirkning fordelt på livscyklusmoduler, for projekter med teglstensfacader fra Swecos LCA-database. Figuren viser tydeligt, at faserne A1-A3 har den største klimapåvirkning. Som beskrevet under afsnit 4.2 om CO<sub>2</sub> på tværs af bygningsdele og materialer, indeholder de projekter der er omfattet af databasen, og som har tegl på facaden, typisk også bærende konstruktioner i beton. Figuren beskriver ikke udelukkende klimapåvirkningen for teglsten, men for de sammenhænge teglen sættes i. Beton har som beskrevet under afsnit 4.2 også en høj klimapåvirkning i produktionsfasen og bidrager dermed også til resultaterne.

Danske Tegl er bevidste om udledningerne forbundet med produktionen, som sker i den indledende fase Produktion. Fasen indeholder livscyklusmodulerne Råmaterialer (A1), Transport (A2) og Fremstilling (A3), og Danske Tegl har derfor igangsat en række initiativer med henblik på at reducere klimapåvirkningen udledt af disse. Siden 1990 har danske teglværker reduceret CO<sub>2</sub>-udledningen med 50%, gennem løbende optimering af produktionen samt effektivisering. Eksempelvis benyttes overskudsvarmen fra ovnene i tørrekammeret, og kasserede mursten blandes med vådt ler og bliver til nye mursten. Dermed minimeres også spild forbundet med produktionen af teglsten<sup>10</sup>.

Transport (A4) er på nuværende tidspunkt ikke en del klimakravene iht. §297 stk. 2. Det har dog været en del af den frivillige bæredygtighedsklasse (FBK), som blev lanceret den 29. maj 2020 og løb frem til 1. november 2023, samt frivilligt at afrapportere dette modul i DGNB. Det er besluttet, at byggeproces (A4 og A5) fra 1. juli 2025 skal indgå som en del af klimakravet i bygningsreglementet, med en grænseværdi på 1,5 kg CO<sub>2</sub>-ækv./m<sup>2</sup>/år<sup>11</sup>.

BUILD har i rapporten *Ressourceforbrug på byggepladsen – Klimapåvirkning af bygningers udførelsesfase*<sup>12</sup> kortlagt klimapåvirkningen af byggeprocessens livscyklusmoduler A4 (Transport til byggeplads) og A5 (Opførelse). Transport til byggepladsen omfatter materialer, produkter og materiel i hele transportkæden. Det vil sige, at hvis der indgår eventuel lagring eller distribution mellem produktionsfaciliteter og byggeplads, da medtages disse i beregningen. Af Figur 9 kan ses en række produktgruppers klimapåvirkning per kg. materiale, fordelt fra højeste til laveste. Tegl og mursten er den produktgruppe med laveste klimapåvirkninger forbundet med transport per kg. materiale. Generelt ses at beton, mursten og stål har forholdsvis lave klimaaftryk, hvilket iht. rapporten skyldes den lokale forarbejdning til endelige produkter. Figur 9 kan ligeledes ses af Appendix 2.



Figur 9: Klimapåvirkning for transport (A4) af produkt undergrupper per kg.

Kilde: <https://vbn.aau.dk/da/publications/ressourceforbrug-p%C3%A5-byggepladsen-klimap%C3%A5virkning-af-bygningers-ud>

<sup>10</sup> <https://www.dansketegl.dk/klima-og-murvaerk/>

<sup>11</sup> <https://www.sm.dk/nyheder/nyhedsarkiv/2024/maj/ny-aftale-stiller-ambitioese-klimakrav-til-nyt-byggeri>

<sup>12</sup> <https://vbn.aau.dk/da/publications/ressourceforbrug-p%C3%A5-byggepladsen-klimap%C3%A5virkning-af-bygningers-ud>

Der findes mange teglværker i Danmark og dermed stort potentiale for valg af lokalt producerede teglprodukter, der ikke skal transporteres langt til projekter rundt omkring i landet. Dette afspejles både af resultaterne i Figur 9, men også af nedenstående Figur 10, som viser et kort over teglværker i Danmark.



Figur 10: Kort over Danmark med markering af teglværker.  
Figuren er udarbejdet af Danske Tegl

Livscyklusmodulet Brug (B1) medtages på nuværende tidspunkt ikke i en livscyklusvurdering iht. Bygningsreglementet §297 stk. 2. BUILD har i rapporten 2023:23 *Analysis of new modules in connection with calculation of the climate impact of buildings*<sup>13</sup> undersøgt klimakonsekvenserne af og mulighederne for at inkludere nye faser og moduler i de fremtidige krav til bygningers klimapåvirkning. Det nævnes i rapporten, at B1 vil være relevante for de produkter, der udleder eller binder drivhusgasser (GHG'er) i brugsfasen, her er der bl.a. tale om cement- og kalkbaserede produkter som beton og forskellige typer mørtel. Anbefalingen for B1 i rapporten lyder på at overveje konservative måder at inkludere karbonatisering af cement- og kalkbaserede produkter, indtil der er mere varierede data tilgængelige.

Teknologisk Institut har udarbejdet rapporten "Kuldioxid-optag i murværk" omhandlende optag af CO<sub>2</sub> i murværk. Ifølge rapporten er der potentiale for, at murværk kan optage CO<sub>2</sub> gennem en proces kaldet karbonatisering. Denne proces involverer reaktionen mellem atmosfærisk CO<sub>2</sub> og calciumoxid i murværket. Det er Teknologisk Instituts erfaring, at kalk- og kalkcement-mørtler under de rette forudsætninger og betingelser vil opnå fuldstændig karbonatisering over murværkets levetid, gennemsnitligt inden for ca. 10 år. Rapporten præsenterer en overslagsberegning af det potentielle CO<sub>2</sub>-optag i murværk baseret på de mest almindelige mørteltyper. Det estimeres, at CO<sub>2</sub>-optaget er omtrent 5 kg CO<sub>2</sub>-ækv. pr. kvadratmeter facademur.

Klimapåvirkning forbundet med udskiftning af materiale (B4), er lav sammenlignet med de øvrige faser (Figur 8). Udskiftninger opstår, når et materiales definerede levetid iht. levetidstabellen i BUILD-rapport

<sup>13</sup> <https://vbn.aau.dk/en/publications/analysis-of-new-modules-in-connection-with-calculation-of-the-cl>

2021:32<sup>14</sup>, er mindre end betragtningsperioden for bygningen på 50 år, som fastlagt i BR18 §297 stk. 2. Når klimapåvirkningen forbundet med B4 er lav, er det altså en indikator på, at der anvendes materialer med lang levetid.

Levetidstabellen er opdelt efter SfB grupper, og for gruppen (41)3 *Ydervægge, udvendige overflader* ligger teglsten blandt de materialegrupper med højeste levetid på 80 år. Dette er en teoretisk levetid. I praksis kan levetiden af materialer og byggerier være længere. I Ph.D. rapporten "Informing architectural design processes in a circular economy – the quantification of circular construction"<sup>15</sup> tegner sig et billede af, at byggeri historisk set har haft en væsentligt længere levetid. Med udgangspunkt i København Kommunes eksisterende bygningsmasse har 75% af etageboliger en minimumslevetid på 50 år, 61% har en levetid på 80 år mens 36% har en minimumslevetid på 100 år. Dermed har knap to tredjedele af den eksisterende bygningsmasse samme levetid som den anslåede værdi for tegl, mens over en tredjedel af den eksisterende bygningsmasse for etageboliger i København, har en levetid over 100 år – altså dobbelt så længe som den nuværende betragtningsperiode for LCA-beregninger iht. BR18 §297 stk. 2, som er defineret til 50 år. Rapporten beskriver tilsvarende, at den forventede levetid af byggeri falder, des nyere byggeriet er. Bygninger, der opføres i dag, har en kortere levetid end bygninger, der blev opført for 50-60 år siden. Eksempelvis har kontorer opført i 00'erne en forventet levetid på 37 år, mens kontorer opført i 60'erne har en forventet levetid på 81 år.

Som resultat af teglens lange levetid og holdbarhed er der stort potentiale for, at hvis opført korrekt, vil teglstenen kunne genbruges i nye bygninger. Dette kan reducere behovet for at producere nye teglsten og dermed reducere den samlede klimapåvirkning (og ressourceforbrug) af en bygning. Som vist af afsnit 4.3 er klimapåvirkningen fra genbrugstegl meget lav, og som nævnt er det på nuværende tidspunkt i Bygningsreglementet vedtaget, at klimapåvirkningen for genbrugte byggematerialer er 0 igennem hele livscyklus<sup>16</sup>.

Selvom produktionen af tegl, især brændingsprocessen, er energikrævende og den største bidrager til materialets CO<sub>2</sub>-udledning, har branchen gennemgået forbedringer for at mindske klimapåvirkningen. Gennem optimeringer og genbrug er CO<sub>2</sub>-udledningen siden 1990 halveret. Teglstenenes lange levetid, der ofte overstiger den teoretiske værdi angivet i levetidstabellerne, har ført til en lav klimapåvirkning i livscyklusmodul B4, som omhandler udskiftning af materiale. En kortlægning af den eksisterende bygningsmasse i Københavns Kommune viser, at blot for etageboliger har hver tredje eksisteret i over 100 år, og dermed dobbelt så længe som den fastlagte betragtningsperiode iht. bygningsreglementets metode for livscyklusvurderinger.

Jo længere vores materialer kan holde, jo længere vil bygninger bevares og dermed udskyder vi forhåbentlig behovet for at bygge nyt og producere nye materialer. Med teglens potentiale for genbrug og lokale produktionsmuligheder, der reducerer transportbehovet, er der yderligere potentiale for klimabesparelser i nuværende metode for livscyklusberegninger jf. Bygningsreglementet, samt kommende stramninger af bygningsreglementet pr. 1. juli 2025, hvor transport af materialer medtages i beregningen.

I henhold til de faser, der endnu ikke er omfattet af beregningsmetoden, som den er defineret i bygningsreglementet, ligger yderligere potentialer for reducere klimapåvirkning. I livscyklusmodul B1 er et potentiale for optag af CO<sub>2</sub> i atmosfæren, i løbet af murværks levetid. I BUILD rapporten 2023:23 *Analysis of new modules in connection with calculation of the climate impact of buildings* pointeres at det vil være relevant at medtage livscyklusmodul B1 i LCA-beregninger, mens rapporten fra Teknologisk Institut *Kuldioxid-optag i murværk* beskriver potentialet for besparelser i klimapåvirkning for murværk i netop denne fase. Dette værende et potentiale, der ikke fremgår i livscyklusvurderinger, som de beregnes i dag.

<sup>14</sup> <https://vbn.aau.dk/da/publications/build-levetidstabel-version-2021>

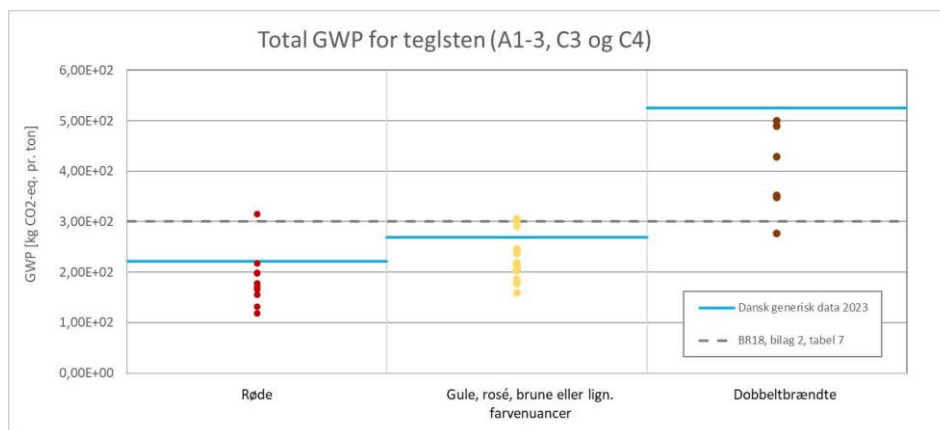
<sup>15</sup> <https://orbit.dtu.dk/en/publications/informing-architectural-design-processes-in-a-circular-economy-th>

<sup>16</sup> [https://byggningsreglementet.dk/Tekniske-bestemmelser/11/BRV/Version-2-Bygningers-klimap%C3%A5virkning/Kap-1\\_5#7f41e71a-b195-4e36-92af-fc0dc0af753e](https://byggningsreglementet.dk/Tekniske-bestemmelser/11/BRV/Version-2-Bygningers-klimap%C3%A5virkning/Kap-1_5#7f41e71a-b195-4e36-92af-fc0dc0af753e)

## 4.5 CO<sub>2</sub> på tværs af datakvalitet

Teglbranchen har tidligt udarbejdet miljøvaredeklarationer, også omtalt som EPD'er fra det engelske navn Environmental Product Deklaration, og der findes et væld af EPD'er for teglsten på markedet i dag. Ved udarbejdelsen af denne rapport findes der 54 EPD'er på teglsten på EPD Danmarks hjemmeside<sup>17</sup>. Med de lovpligtige livscyklusvurderinger er der kommet øget efterspørgsel på EPD'er for materialer fra hele værdikæden. EPD'er er med til at skabe transparens for teglstenens klimapåvirkningen, hvormed der kan træffes oplyste valg i projekter.

Som tillæg hertil har BUILD udgivet en rapport<sup>18</sup>, omhandlende danske generiske miljødata. Det generiske datagrundlag, der anvendes i dag, er baseret på den tyske database Ökobau.dat, og dermed ikke nødvendigvis et repræsentativt scenarie for danskproducerede materialer. Rapporten baserer sig på tilgængelige EPD'er og en metode for et retvisende konservativt niveau. Der er dermed udarbejdet danske generiske data for 133 materialegrupper, heriblandt teglsten.



Figur 11: Samlet klimapåvirkning for teglsten opgjort i tre grupperinger. Prikker markerer EPD'er, mens den blå linje viser det nye danske generiske data. Den stiplede linje repræsenterer de nuværende gældende generiske data baseret på ökobau.dat data.

Kilde: <https://vbn.aau.dk/da/publications/udvikling-af-dansk-generisk-lca-data>

Figur 11 viser tydeligt, at der for røde, gule, rosé, brune og lignende farvenuancerede mursten kan være CO<sub>2</sub>-besparelser at hente i livscyklusvurderinger, ved at anvende dansk generisk data. For dobbeltbrændte mursten ses, at det danske generiske data ligger betydeligt over det nuværende datagrundlag fra BR18 §297 Bilag 2, Tabel 7, som er baseret på Ökobaudat data. Dette giver god mening, da der ikke har været differentieret mellem enkelt og dobbeltbrændte mursten i det nuværende generiske data. Således understreges vigtigheden af både EPD'er, men også retvisende generisk data, for repræsentative resultater i LCA-beregninger.

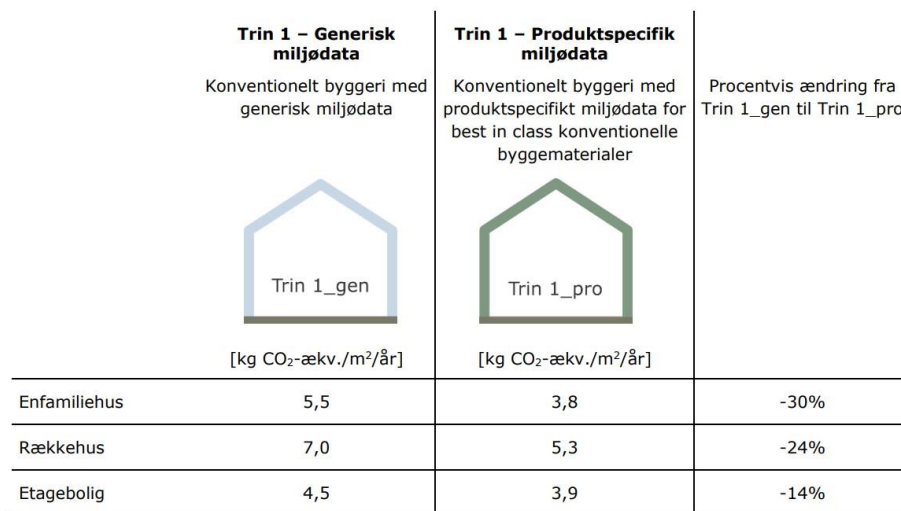
I en anden rapport<sup>19</sup> har Rambøll (*Nana Lin Rasmussen og Rikke Schack*) belyst betydningen af at anvende specifikke miljødata sammenlignet med generisk data. Rapporten tager udgangspunkt i konkrete cases, der gennemregnes med hhv. generisk miljødata og produktspecifikke miljødata. Resultaterne viser, at specifikke miljødata har afgørende betydning for projekters samlede klimapåvirkning. Af Figur 12 ses, at der i de tre cases findes en teoretisk besparelse på 30%, 24% og

<sup>17</sup> <https://www.epddanmark.dk/epd-databasen/?free=&category=Teglsten&lang=0&type=0&validDate=0>

<sup>18</sup> <https://vbn.aau.dk/da/publications/udvikling-af-dansk-generisk-lca-data>

<sup>19</sup> [Nye konventionelle byggematerialer er op mod 30 pct. grønnere end beregnet \(dansketeqgl.dk\)](#)

14% for hhv. Enfamiliehus, Rækkehus og Etagebolig, svarende til en CO<sub>2</sub>-besparelse på 1,7, 1,7 og 0,6 kg CO<sub>2</sub>-ækv./m<sup>2</sup>/år ved at benytte produktspecifikt miljødata.



Figur 12: Klimapåvirkning for tre cases ved brug af hhv. generisk miljødata og produktspecifikke miljødata.

Kilde: [Nye konventionelle byggematerialer er op mod 30 pct. grønnere end beregnet \(danske-tegl.dk\)](#)

Resultaterne af de ovennævnte rapporter fra BUILD og Rambøll, samt teglstensstudiet i Appendix 1 viser relevansen af retvisende data. Først og fremmest bør produktspecifikke miljødata foretrækkes i livscyklusvurderinger for det færdige byggeri, og hvor dette ikke er muligt, bør et så nøjagtigt generisk datagrundlag som muligt blive anvendt, hvilket ligeledes vil være tilfældet for tidlige livscyklusvurderinger. Med gennemsigtighed og muligheden for valg af konkret miljødata til rådighed, kan byggeriets aktører træffe informerede valg om anvendte materialer. Dette har teglbranchen i høj grad bidraget til, med udarbejdelsen af et stort datagrundlag for teglsten.

## 5 Råstoffer og ressourcer

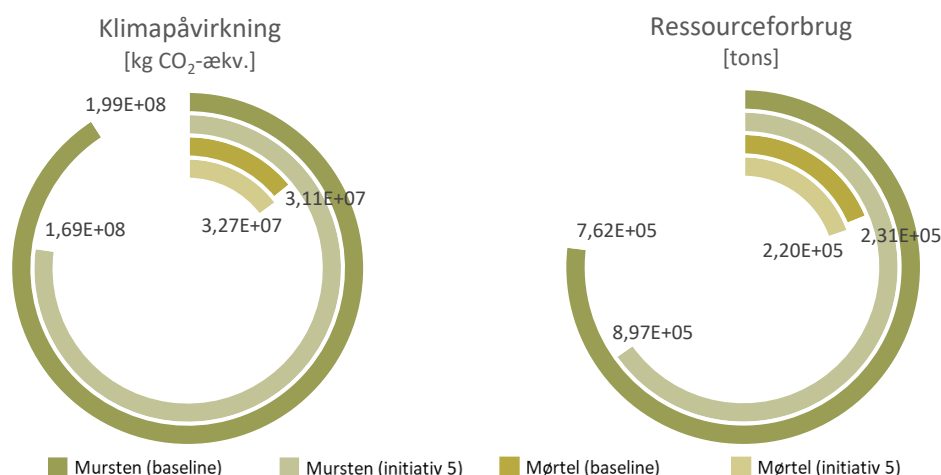
I rapporten “Roadmap for grøn omstilling i det murede byggeri” udarbejdet af Teknologisk Institut, beskrives besparelspotentialet i ressourceforbrug og klimapåvirkning, som resultat af en række individuelle initiativer. Med fokus på et reduceret ressourceforbrug omfattes blandt andet fremstilling af mursten med lavere densitet (initiativ 5), fremstilling af smallere mursten (initiativ 6), fremme af genbrug af mursten og tagsten (initiativ 7.1) og øget genbrug af mursten og tagsten (initiativ 7.2).

For at beregne effekten af initiativerne er et baseline scenarie beregnet, baseret på den samlede mængde producerede tegl i 2021. I baseline er beregnet resultater for både mursten, tagsten og mørtel. I denne rapport fokuseres udelukkende på mursten og mørtel.

Baseline	Mursten	Mørtel
Klimapåvirkning (kg CO <sub>2</sub> -ækv.)	1,99E+08	3,11E+07
Ressourceforbrug (tons)	8,97E+05	2,20E+05

Tabel 1: Samlede klimapåvirkning og ressourceforbrug for hhv. mursten og mørtel af et helt års produktion. E+XX er en videnskabelig notering (eksponentiel notation), som betyder at decimalet flyttes XX pladser til højre.

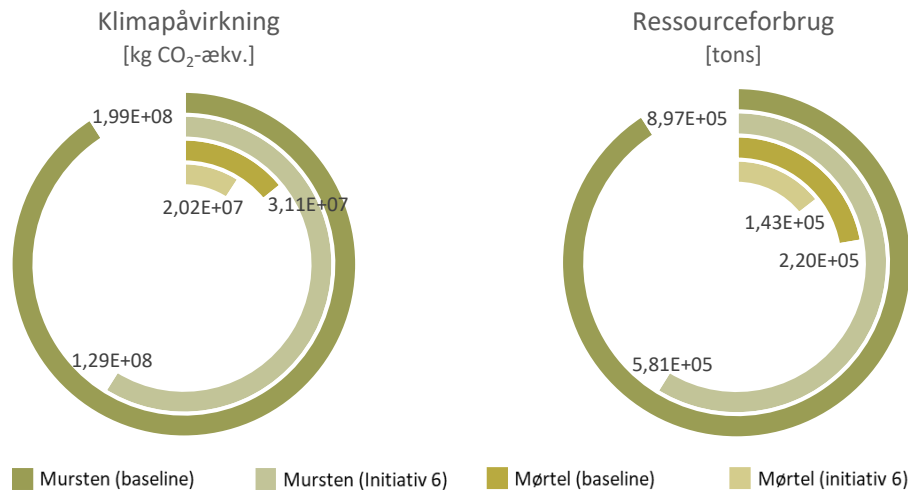
**INITIATIV 5** handler om at fremstille mursten med lavere densitet. Den lavere densitet opnås med huller eller fordybninger i murstenene, der reducerer ressourceforbruget og som følge heraf klimabelastningen i produktionen af mursten. Dog opleves en stigning i ressourceforbruget af mørtel, som i praksis vil flyde ned i hullerne. Samlet set opnås en besparelse i ressourceforbrug på omkring 11%, med en besparelse i klimapåvirkning på omkring 12% som følge heraf.



Figur 13: Resultater af initiativ 5 sammenholdt med baseline for både mursten og mørtel.

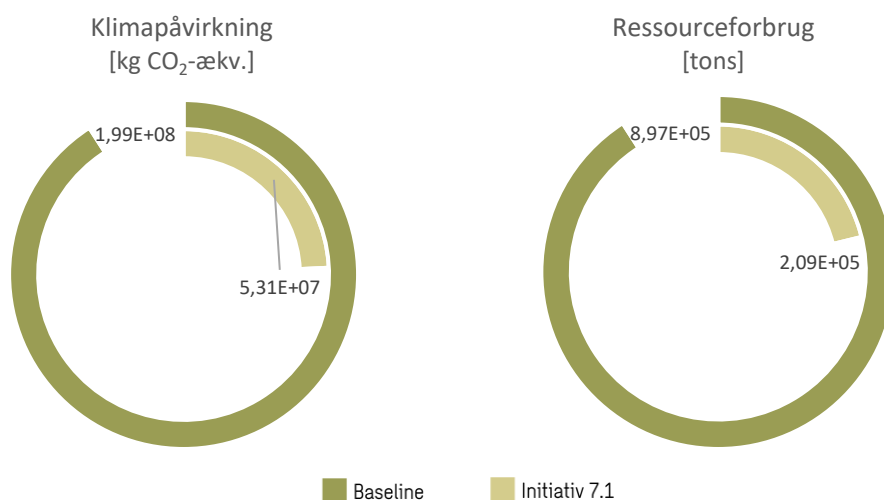
**INITIATIV 6** fokuserer på at fremstille smallere mursten. Helt konkret undersøges mursten med en tykkelse på 70mm fremfor de traditionelle 108mm. Dermed reduceres ressourceforbruget med 35,2%, for både mursten og mørtel. I scenariet er der forudsat at de smallere mursten kan erstatte de nuværende 1:1.

Ved ændrede mål opnås også muligheden for at transportere flere mursten samtidigt, og der vil dermed opnås en reduktion i klimapåvirkningen forbundet med livscyklusmodulet Transport (A4).



Figur 14: Resultater af initiativ 6 sammenholdt med baseline.

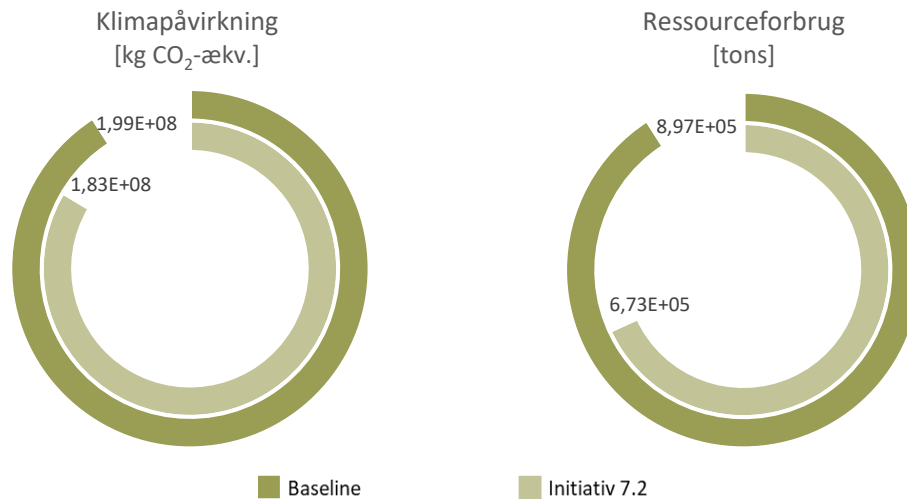
**INITIATIV 7.1** omhandler at fremme genbrug af mursten baseret på produktionsmængden i 2021. I dag nedknyttes en stor andel af mursten ved bortskaffelse, og de nedknuste sten genanvendes eller nyttiggøres som erstatning for stabilgrus. Der regnes derfor på et optimeret bortskaffelsesscenario, hvor det antages at den samlede produktionsmængde nedrives under forudsætning af, at 10% vil gå til spilde under nedrivning og yderligere 10% vil gå til spilde under rensning. Altså antages at 81% af produktionsmængden fra 2021 kan genbruges. Der tages således ikke hensyn til at nogle tegl kan være opmuret med cementbaseret mørtel, og dermed svære at nedrive og rense uden at de går i stykker. Dette er et såkaldt best-case scenarie, der beskriver det teoretiske maksimale potentiale.



Figur 15: Resultater af initiativ 7.1 sammenholdt med baseline. Der er kun beregnet for mursten.



**INITIATIV 7.2** omhandler ligeledes fremme af genbrug af mursten, her baseret på den årlige mængde murstensaffald fra nedrivning. Mængden af mursten, der genbruges i dette scenarie, anses som mere realistisk ift. nuværende renseteknologier og tilgængelig mængde mursten. Dette scenarie kan dog ikke sammenlignes 1:1 med de andre initiativer, da det netop er baseret på affaldsmængde, og ikke produktionsmængde fra 2021. Potentialet i at genbruge, i forhold til det der nedrives, opnår for klimapåvirkning en besparelse på 8% mens der for ressourceforbrug opnås en besparelse på 25%.



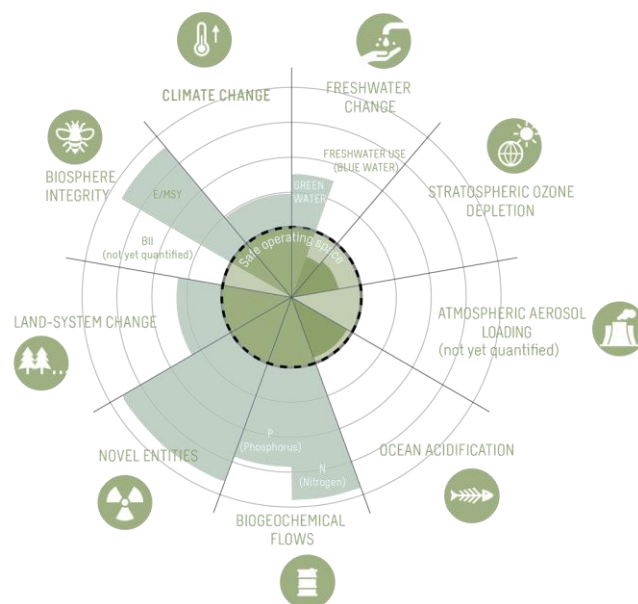
Figur 16: Resultater af initiativ 7.2 sammenholdt med baseline. Der er kun beregnet for mursten.

Rapporten viser, at der er gode potentialer for at optimere ressourceforbruget af danske tegl, og i forbindelse hertil også klimapåvirkningen. De fire ovenstående initiativer er fremhævet grundet deres fokus på mursten, mens andre initiativer omfatter omlægning af energi- og gasforbrug i forbindelse med produktionen, samt carbon capture. Særligt initiativerne fokuseret på genbrug viser betydelige besparelser i både ressourceforbrug og klimapåvirkning. I tråd med afsnit 4.2 fremhæves dermed cirkulær økonomi i byggebranchen, hvor tegl kan udgøre en omfattende rolle.

## 6 Biodiversitet

Mange rådgivere og materialeproducenter regner allerede på klimapåvirkning, som del af certificeringer og med indførelsen af klimakrav i Bygningsreglementet.

Senest er der kommet et større fokus på biodiversitet, som, sammen med klimaforandringer, er anerkendt som de to største globale miljømæssige kriser, vi står overfor. Biodiversitet er derfor, sammen med klimaændringer, kategoriseret som en "core"-planetær grænse, som er særligt vigtig at beskytte (se Figur 17). De to kriser er indbyrdes forbundne, og tabet af biodiversitet er kritisk, da det kan føre til kollaps af økosystemer. Det vil være en katastrofe for naturen i sig selv, men også i forhold til de økosystemtjenester, som samfundet er afhængig af. Ifølge World Economic Forum vurderes det, at godt halvdelen af verdens BNP er afhængig af disse økosystemtjenester.

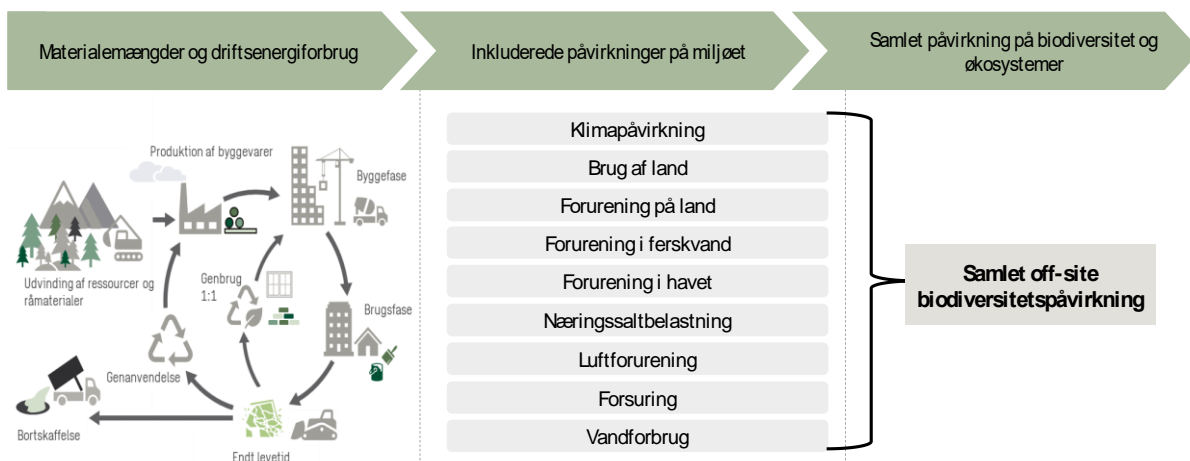


Figur 17: Oversigt over de 9 planetære grænser, som er defineret af forskere fra blandt andet Stockholm Resilience Centre. Af disse er klimaændringer og biodiversitet (biosfærens integritet) udpeget som "core"-grænser. De øvrige 7 planetære grænser er inkluderet, da de direkte eller indirekte påvirker klimaet og/eller biodiversiteten.

Indenfor de seneste år er der begyndt at komme fokus på, og metoder til, at beregne byggeriets samlede biodiversitetsaftryk. Tidligere har fokus været rettet mod byggeriets påvirkning af den omkringliggende biodiversitet, de såkaldte "on-site" påvirkninger. Nu er der imidlertid også kommet fokus på den påvirkning, der sker i byggeriets forsyningskæde uden for byggefeltet – den såkaldte "off-site"

påvirkning. Dette handler primært om produktionen af de materialer, der anvendes i byggeriet, samt den energi, der forbruges i byggeriets levetid. De første vurderinger indikerer, at off-site påvirkningen står for omkring 85 % af den samlede biodiversitetspåvirkning, hvilket gør det til et vigtigt fokusområde i bestræbelserne på at reducere den samlede påvirkning på biodiversiteten.

Med udviklingen af nye værktøjer er det nu muligt at måle denne påvirkning. For byggerier tages der udgangspunkt i den livscyklusvurdering (LCA), som alligevel udføres i forbindelse med Bygningsreglementets klimakrav. For materialer kan der tages udgangspunkt i den LCA, der er anvendt til for eksempel at udarbejde en EPD (miljøvaredeklaration). Fordelen ved at bruge eksisterende LCA-data er, at man sparer den tid, der ellers ville være nødvendig for at indsamle data og "bygge" LCA-modellen, hvilket ofte er den mest tidskrævende proces. En off-site biodiversitetsvurdering beregner biodiversitetspåvirkningen for en række miljøaspekter og samler dem til en samlet påvirkning på biodiversiteten (se Figur 18).



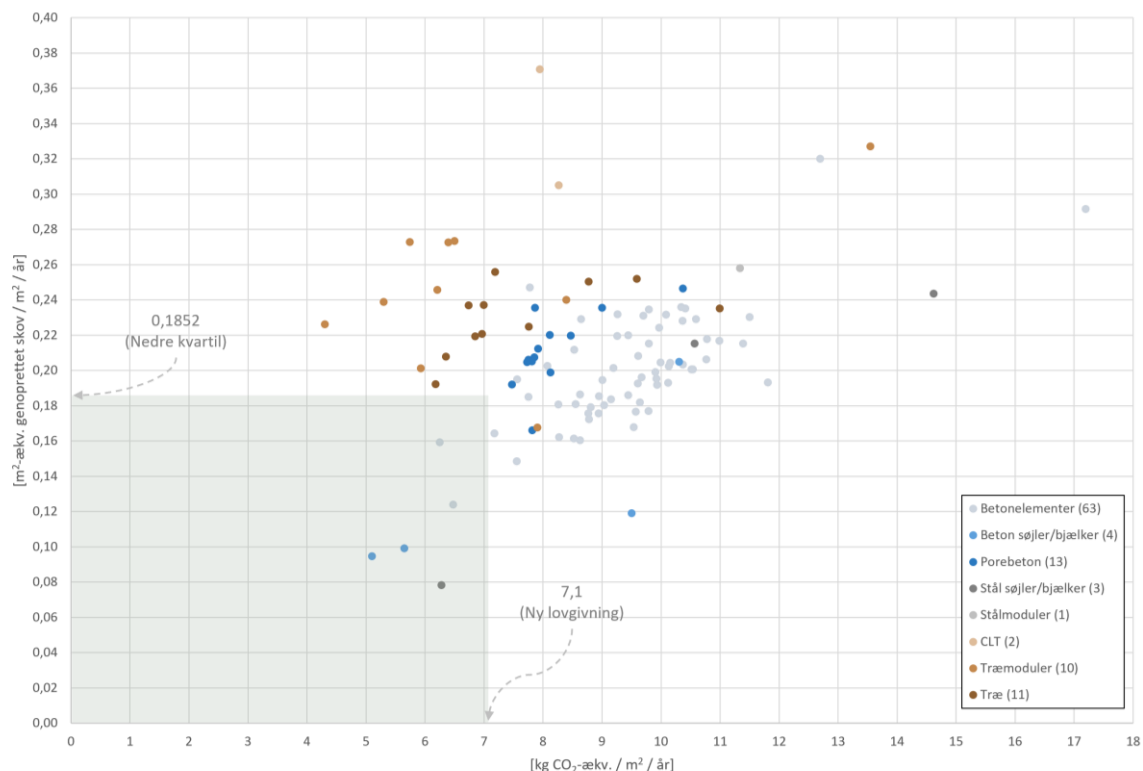
Figur 18: Oversigt over beregning fra byggeris livscyklus, beregning af påvirkning for alle relevante miljøaspekter og samling til samlet påvirkning for off-site biodiversitet.

**Beregning for byggerier.** Vurderingen af off-site biodiversitetspåvirkning for byggerier er stadig et nyt område, og der er derfor begrænset viden og data til rådighed. Sweco har i samarbejde med DTU Sustain beregnet off-site påvirkningen for en række af bygningerne i Sweco's LCA-database<sup>20</sup>. Beregningerne af mere end 100 cases gør det muligt at fastsætte en baseline for, hvornår et byggeri præsterer særligt godt i forhold til off-site biodiversitetspåvirkning. Der kan både ses på bygningens anvendelse og hvilken type bærende konstruktion, der benyttes. Kortlægningen af påvirkningen fra bygningerne i Sweco's LCA-database er præsenteret, fordelt på forskellige bærende konstruktionstyper i Figur 19. Resultaterne af off-site biodiversitetspåvirkningen er blevet sammenholdt med klimapåvirkningen, hvilket giver et overblik over, hvilke konstruktionstyper der præsterer bedst både med hensyn til klima og biodiversitet. Det er dog vigtigt at pointere, at andre faktorer også spiller en rolle, herunder arealet, højden og anvendelsen af byggeriet.

Af Figur 19 fremgår det, at de træbaserede konstruktioner, herunder træ, træmoduler og CLT, generelt har en relativt lav klimapåvirkning, hvorimod off-site biodiversitetspåvirkningen fra disse konstruktionstyper er høj. Omvendt gælder det for de mineralsk baserede konstruktioner, stål og beton, der har en relativt høj klimapåvirkning, men en lav off-site biodiversitetspåvirkning.

Biodiversitetspåvirkningen på y-aksen er angivet i enheden m<sup>2</sup>-ækv. genoprettet skov, hvilket svarer til det areal, der ville skulle omlægges fra landbrugsjord til urørt skov for at kompensere for påvirkningen.

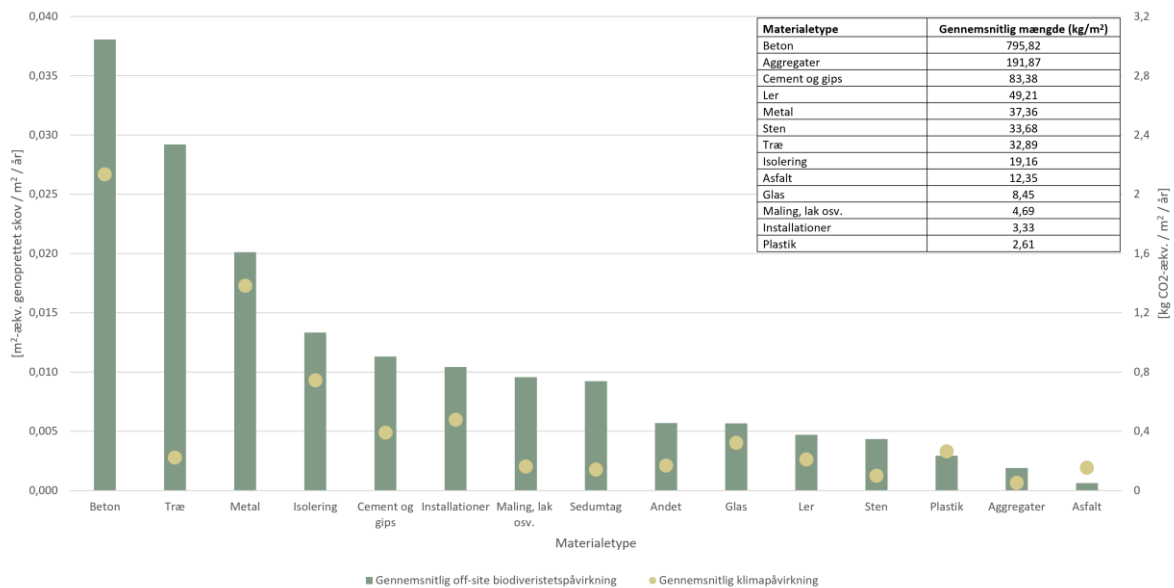
<sup>20</sup> <https://www.sweco.dk/baeredygtighed/lca-database/>



Figur 19: Klima- og off-site biodiversitetspåvirkning for 107 projekter fra Swecos LCA-database fordelt på konstruktionstype.

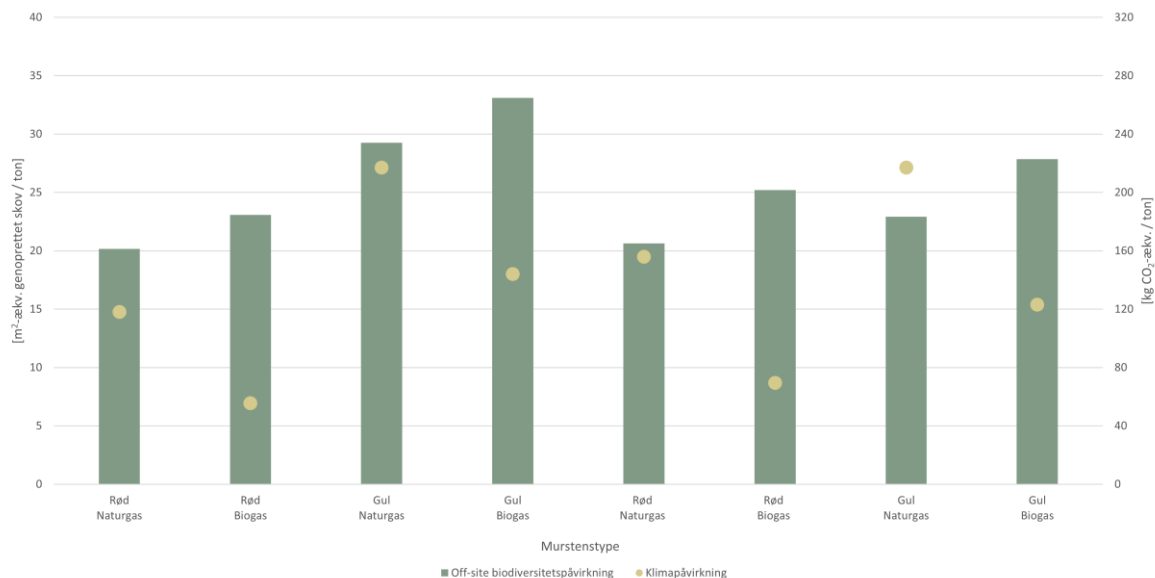
**Beregning for materialer.** Ligesom for byggerier kan påvirkningen af enkelte materialer også beregnes. Materialerne, der er anvendt i de 107 projekter, er inddelt i en række materialekategorier.

Påvirkningen fra de forskellige materialekategorier kan ses i forhold til hele byggeriet. Figur 20 viser den gennemsnitlige påvirkning af de forskellige materialekategorier anvendt i de 107 cases. Mængden per m<sup>2</sup> bebygget areal kan aflæses af tabellen i højre hjørne. Grafen viser, at beton står for størstedelen af både klima- og off-site biodiversitetspåvirkningen, dog ses det også af tabellen med vægten per m<sup>2</sup>, at beton udgør klart størstedelen af byggeriets masse. Træ er den næstmest påvirkende materialekategori, efterfulgt af metal; dog er den meget lavere klimapåvirkning fra træ iøjnefaldende sammenlignet med dens høje påvirkning på off-site biodiversitet. Ler, herunder tegl, er placeret langt nede på listen og har derfor både et lille klima- og biodiversitetsaftryk i forhold til det samlede byggeri sammenlignet med de andre materialekategorier.



Figur 20: Gennemsnitlig påvirkning af materialekategorier i 107 cases fra Sweco's LCA-database. Biodiversitetspåvirkningen kan aflæses af de grønne søjler og venstre akse, og klimapåvirkningen kan aflæses af de gule cirkler og højre akse.

Derudover kan der tages udgangspunkt i en EPD eller en anden LCA, som er materialespecifik. Denne vurdering kan bruges til at analysere påvirkningen på biodiversitet og klimænderinger samt sammenholde de to resultater (se Figur 21). Resultaterne viser, at røde tegl generelt har en lavere påvirkning end gule tegl. Desuden er brugen af biogas til produktion mere fordelagtig for klimaet, men medfører udfordringer i forhold til biodiversitet.



Figur 21: Vurdering af klima- og biodiversitetspåvirkningen for forskellige teglprodukter. Biodiversitetspåvirkningen kan aflæses af de grønne søjler og venstre akse, og klimapåvirkningen kan aflæses af de gule cirkler og højre akse.

Denne indsigt kan danne grundlag for mere dybdegående analyser af reduktionstiltag, der har en positiv indvirkning på både klimænderinger og biodiversitet.

## 7 Konklusion

Rapporten præsenterer en omfattende analyse af tegl som byggemateriale med fokus på klimapåvirkning, ressourceforbrug og genbrugspotentiale. Tegl som byggemateriale har en lang historie og fortsætter med at spille en vigtig rolle i byggeriet. Tegl har gennem tiden været et populært valg i Danmark på grund af dets lange levetid, minimale vedligeholdelse, lokale produktion og genbrugsmuligheder. Netop den lange levetid understreges også, idet over en tredjedel af etageboligerne i Københavns kommune har eksisteret i mere end 100 år.

Rapporten fremhæver betydningen af at anvende specifikke miljødata frem for generiske data, da dette giver mere retvisende livscyklusvurderinger og kan føre til CO<sub>2</sub>-besparelser i byggeprojekter. I forlængelse heraf er der identificeret besparelspotentialer i ressourceforbrug og klimapåvirkning, gennem forskellige initiativer, hvor særligt fremme af genbrug af mursten skal fremhæves. Genbrugstegl er den variant af teglsten med den laveste klimapåvirkning, hvilket understreger vigtigheden af cirkulære tiltag i byggebranchen. Det er ligeledes påvist, at der kan være betydelige forskelle i klimapåvirkningen mellem forskellige typer af teglsten, og valget af teglsten i byggeprojekter kan have stor indvirkning i potentialet for reduktion af klimapåvirkninger.

Gennemsigthed i miljødata og informerede valg fra byggeriets aktører er essentielle for at reducere klimapåvirkningen. Rapporten understreger også, at der er potentiale for tegl til at bidrage yderligere til reduktion af klimapåvirkningen, blandt andet ved muligheden for anvendelse af lokalt producerede teglprodukter (livscyklusmodul A4).

Desuden belyser rapporten potentialet i de forskellige livscyklusmoduler og deres relevans for bygningers klimapåvirkning, herunder B1 der i øjeblikket ikke medtages i livscyklusvurderinger. Livscyklusmodulet er særligt interessant, da det belyser om produkter binder eller udleder drivhusgasser i brugsfasen. Det fremhæves, at der er behov for mere varierede data, for at kunne inkludere flere moduler i fremtidige metoder til livscyklusvurderinger.

Biodiversitet nævnes også som en vigtig faktor, da mange rådgivere og materialeproducenter allerede arbejder med klimapåvirkning som en del af certificeringer og i forbindelse med de nye klimakrav i Bygningsreglementet.

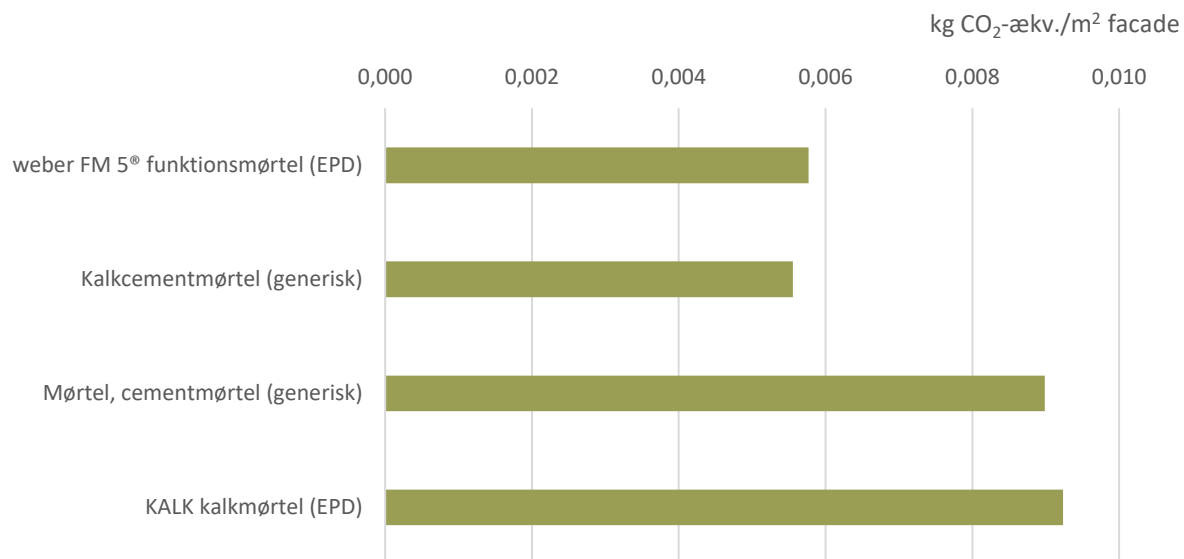
Det er afgørende, at branchen fortsætter med at fokusere på miljømæssig bæredygtighed og at byggebranchen understøtter denne indsats gennem informerede valg og anvendelse af miljødata af høj kvalitet. Teglbranchen har allerede taget et skridt i denne retning ved at dokumentere klima- og miljøpåvirkninger gennem miljøvaredeklarationer (EPD'er), hvilket har forbedret transparensen og muliggjort mere informerede valg i byggeprojekter.

Med et stigende fokus på bæredygtighed og cirkulær økonomi er det afgørende, at byggeri og materialevalg tilpasses de kommende krav og standarder. Sammenfattende viser rapporten, at der ved at træffe de rette valg på et oplyst grundlag kan være muligheder for at reducere klimapåvirkningen, samtidig med at der tages hensyn til ressourceforbrug og biodiversitet. Valg af materialesammensætning, herunder tegl, kan bidrage til en øget cirkulær økonomi og dermed støtte en mere bæredygtig byggeindustri.

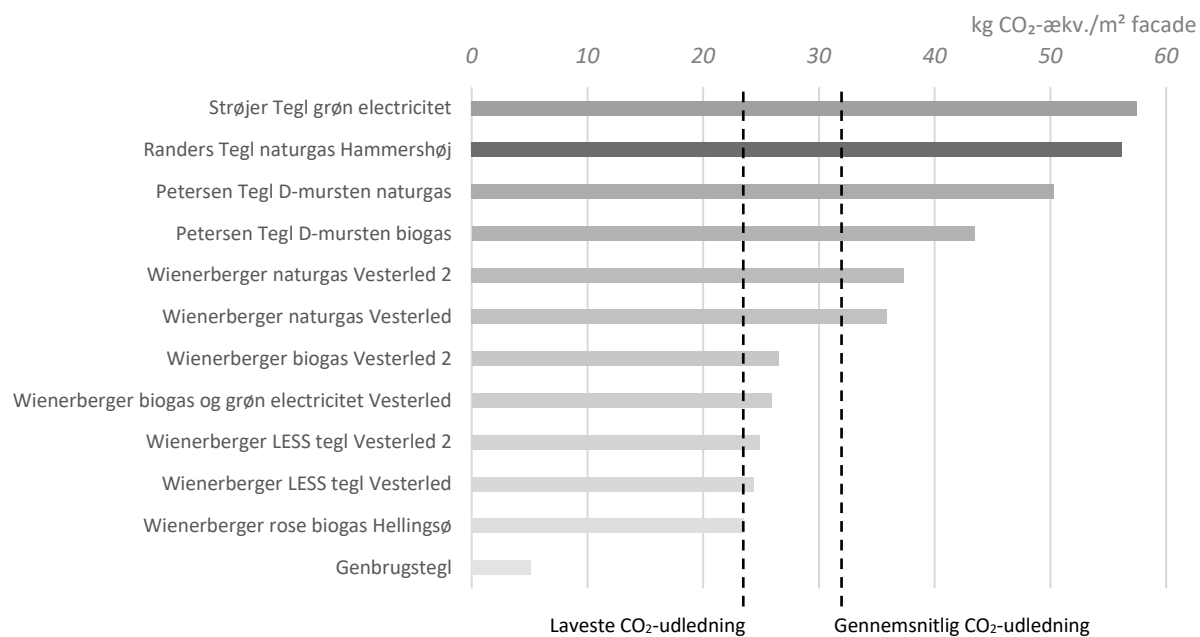
# Appendix 1

Analyse af tilgængelige miljødata for mørtel og teglsten sorteret efter farvenuancer. Hertil er laveste og gennemsnitlig CO<sub>2</sub>-udledning markeret, til brug i Figur 6. Resultaterne er baseret på miljødata der har været gældende ved udarbejdelsen af indeværende rapport. Det anbefales at man altid tjekker om miljødataene er gyldige samt nyeste på markedet, inden de anvendes.

## Mørtel

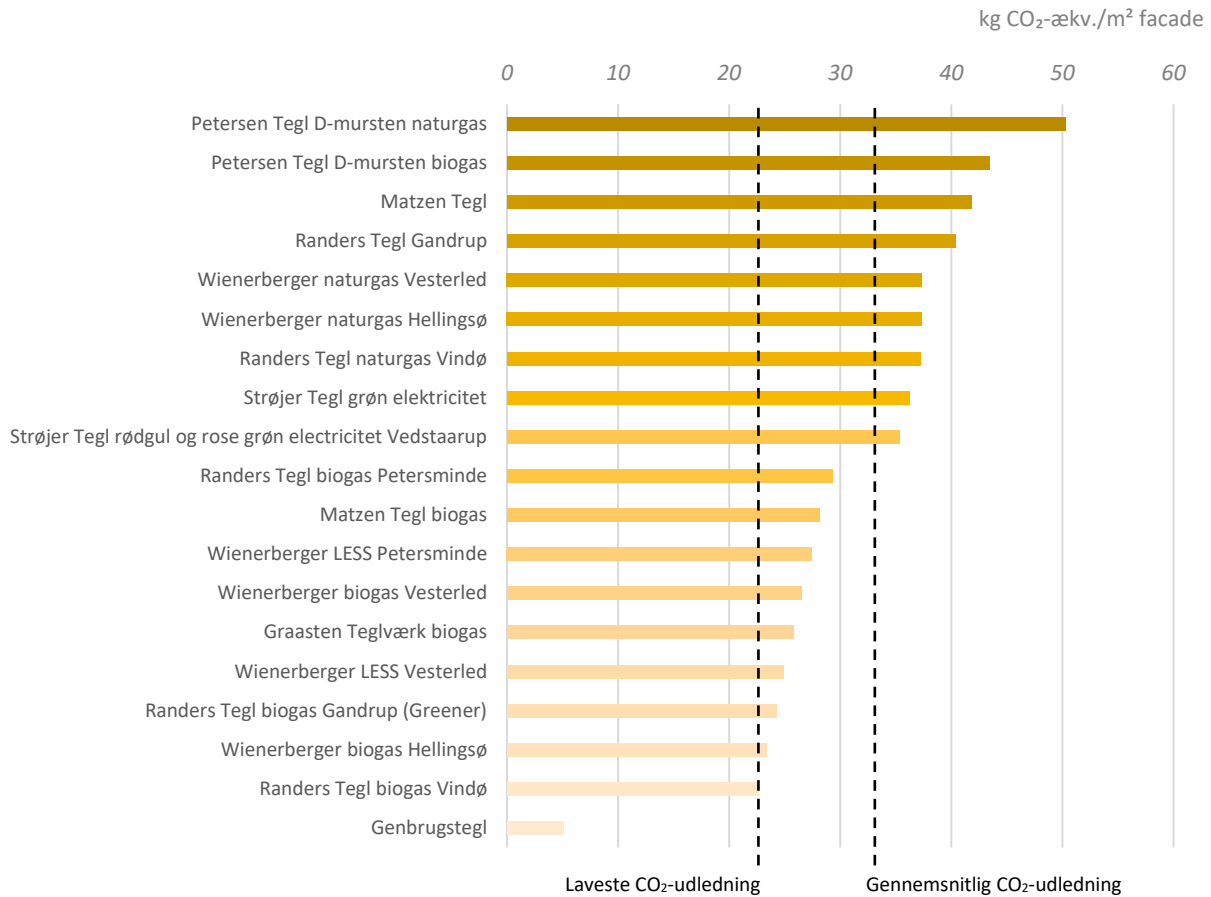


## Grå teglsten

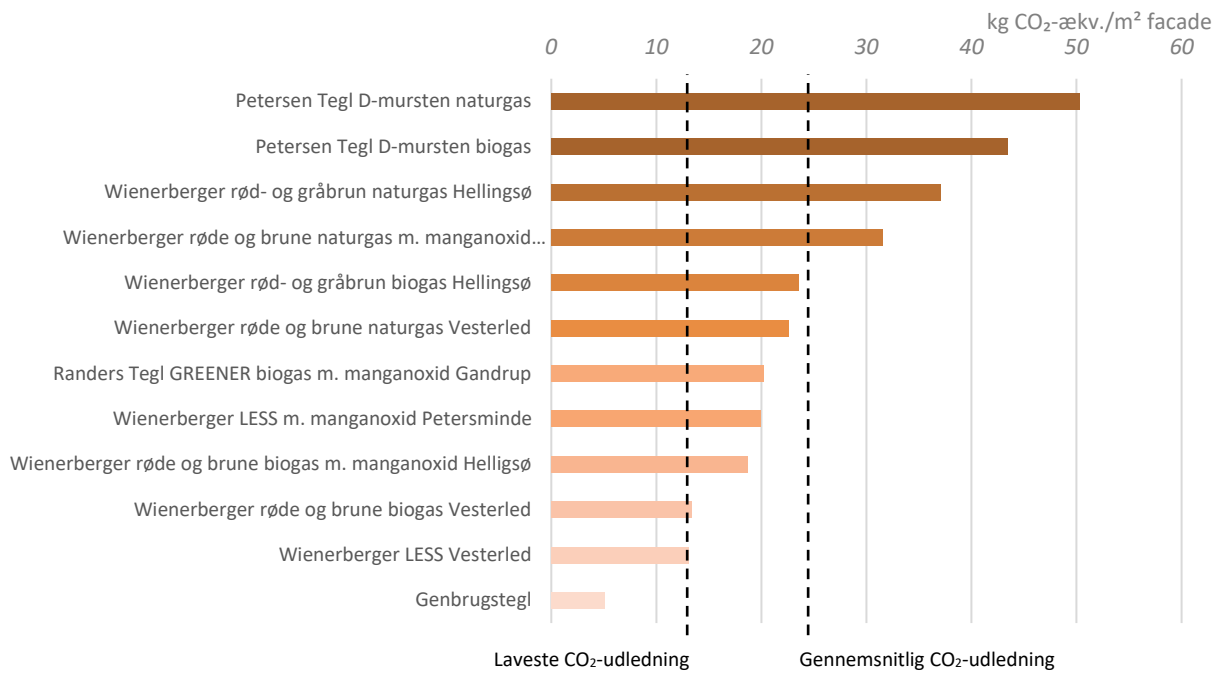




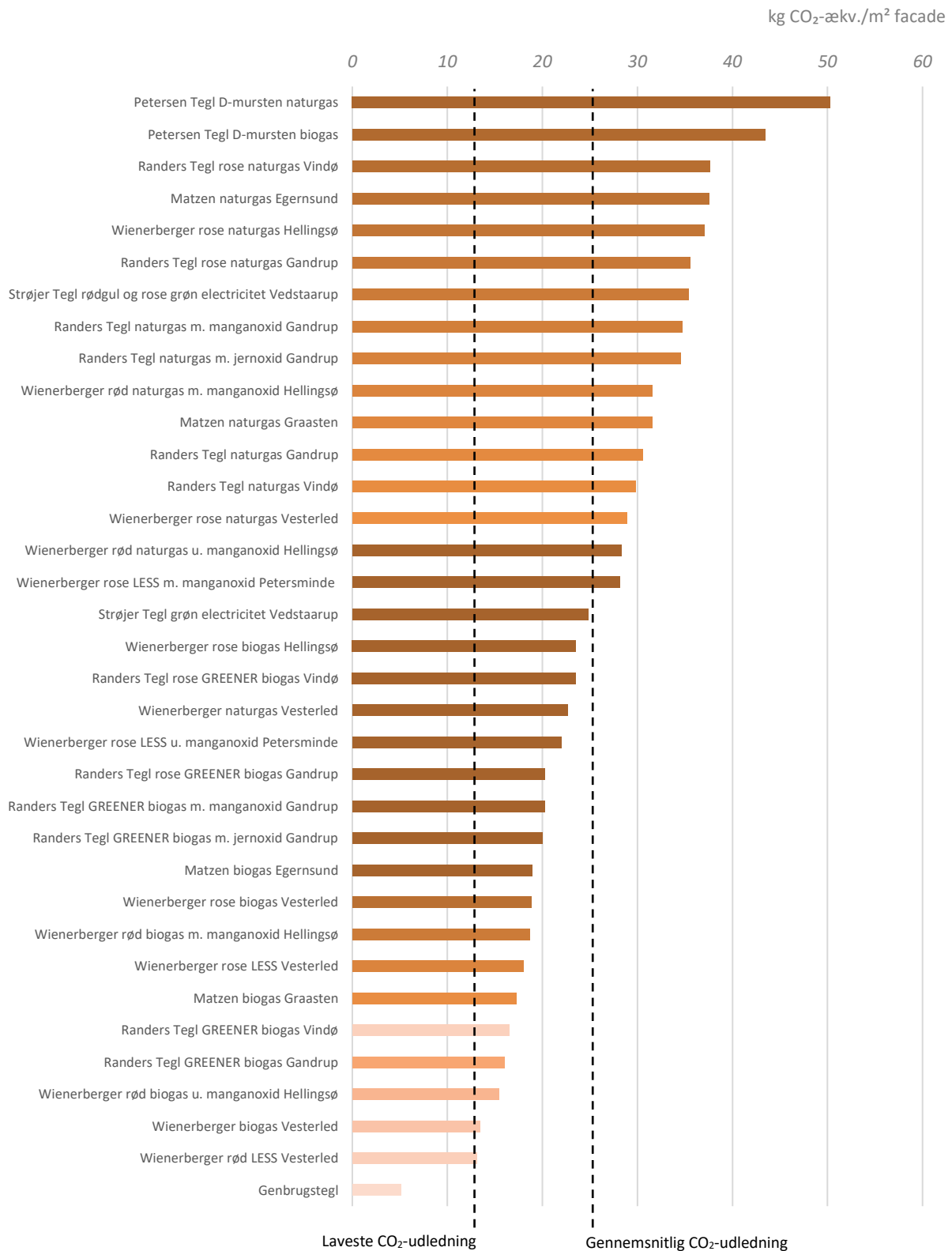
## Gule og sandfarvede teglsten



## Rødbrune teglsten

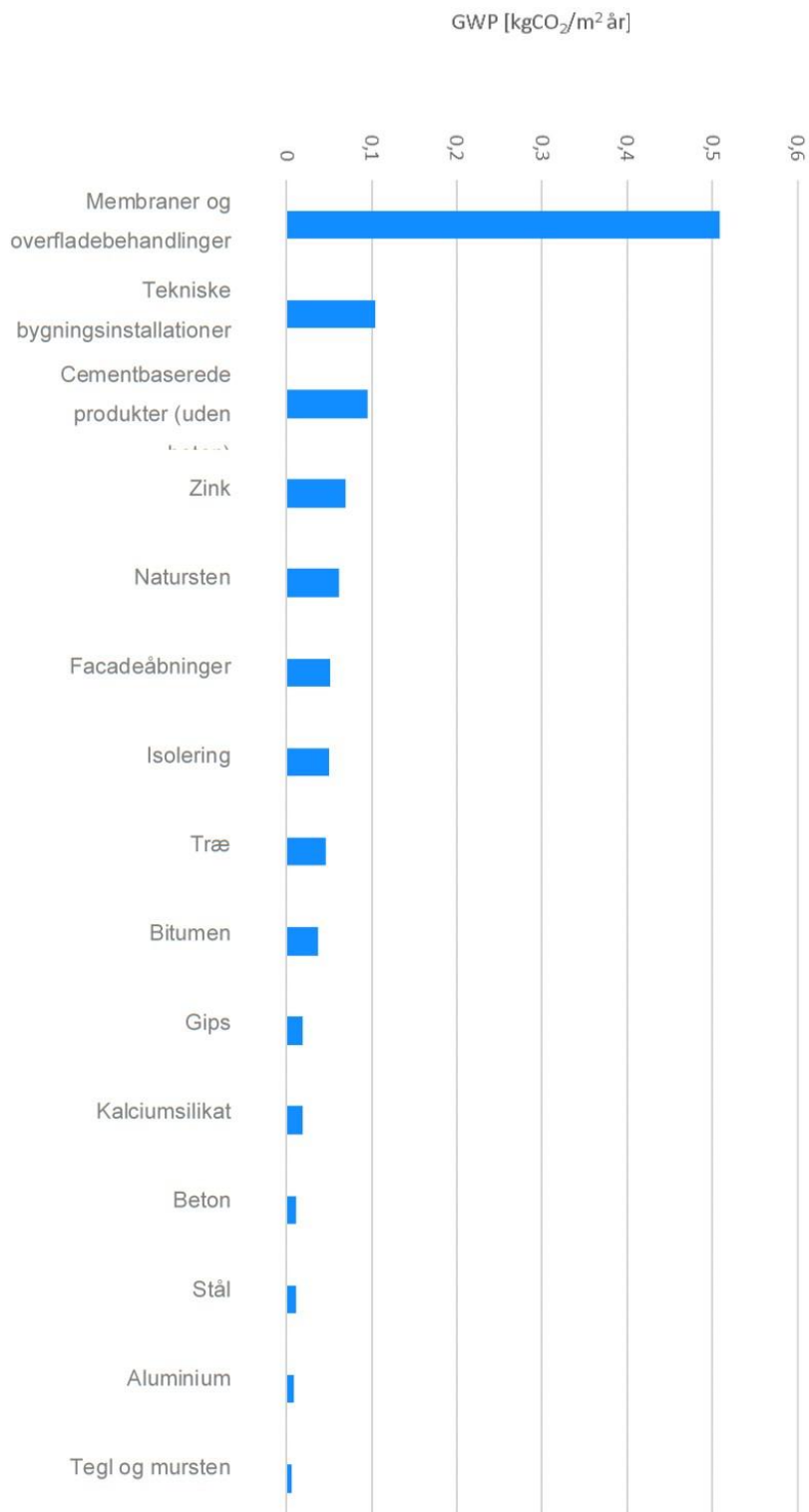


## Røde og rose teglsten



# Appendix 2

## Transport af tegl – livscyklusmodul A4



Together with our clients and the collective knowledge of our 22,000 architects, engineers and other specialists, we co-create solutions that address urbanisation, capture the power of digitalisation, and make our societies more sustainable.

Sweco – Transforming society together