



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

CIVITAS 

Lavutslippsmaterialer i bygg Barrierer og muligheter

NIBIO RAPPORT | VOL. 6 | NR. 20 | 2020



Eivind Selvig¹⁾, Elin Enlid¹⁾, Asbjørg Næss¹⁾, Gry Alfredsen²⁾, Lone Ross Gobakken²⁾,
Knut Magnar Sandland²⁾

¹⁾Civitas og ²⁾NIBIO, Divisjon for skog og utmark, avdeling treteknologi

TITTEL/TITLE

Lavutslippsmaterialer i bygg. Barrierer og muligheter

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Eivind Selvig, Elin Enlid og Asbjørg Næss, Civitas

Gry Alfredsen, Lone Ross Gobakken og Knut Magnar Sandland, NIBIO

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
08.06.2020	6/20/2020	Åpen	51308	19/00943
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-02519-1	2464-1162	68		

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Klima- og Miljødepartementet

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Kristian Rasmussen

STIKKORD/KEYWORDS:

Byggematerialer, klimagasser, klimagassregnskap, lavutslipp

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Byggematerialer, klimagassregnskap

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Foreliggende rapport er utarbeidet av NIBIO og Civitas på oppdrag for Klima- og miljødepartementet. Oppdraget har vært å beskrive status og barrierer for bruk av lavutslippsmaterialer i byggebransjen i dag, samt mulige tiltak og virkemidler for å øke bruken av slike materialer. Med lavutslippsmaterialer forstås her materialer som gir lave klimagassutslipp.

Hva menes med lavutslippsmaterialer og hvordan beregne utslippene? Innledningsvis gjennomgås tilgjengelige beregningsverktøy, standardiserte beregningsmetoder og aktuelle innfallsvinkler for beregning av livsløpsbaserte klimagassutslipp fra materialer, fra henholdsvis sammensatte produkter, bygningsdeler og fra hele bygninger.

Gjennomgangen viser at egnet beregningsmetodikk er på plass (standardisert) og tatt i bruk av en rekke aktører og byggeprosjekter. Mange hensyn og grensesnitt må gjennomgås for de enkelte «case» for å avklare hva som er hensiktsmessig å ha med i klimagassberegninger. Noen typer klimagassberegninger er låst via standarder, mens andre forhold er valgfrie. Ved sammenligning av beregninger for ulike bygg og materialer er det vesentlig å kjenne til hva som inngår i klimagassberegningene, slik at en ikke sammenligner epler og pærer.

Hva som til syvende og sist gir de laveste utslippene fra en bygning eller bygningsdel, er avhengig av konteksten materialet inngår i, hvilke andre kvaliteter og funksjoner som skal oppnås og en samlet vurdering av hvilke utforming og konstruksjonsprinsipper som egner seg i hvert enkelt tilfelle.

Det understrekes at det er stort potensial for utslippsreduksjoner fra materialbruk i bygninger hvis man gjør valg basert på utslippsberegninger i et livsløpsperspektiv. Valgene bør innebære vurderinger av design, konstruksjonsprinsipper, mengdeberegninger, helhetlige løsninger,

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

materialtyper, ombruksmuligheter, osv. Det må også tas hensyn til andre forhold som valg av tomt og byggegrunn, lokalisering mht. transportløsninger, energibehov og –forsyning.

Ombruk av materialer omtales stadig oftere som strategi for å minimere klimagassutslipp fra bygningsmassen. Rapporten introduserer gjeldende rammevilkår for ombruk, samt utfordringer og muligheter.

Både myndigheter og ulike bransjeaktører har tatt en rekke initiativ de senere årene for å redusere klimagassutslippene fra byggebransjen. Rapporten omfatter en kort oppsummering av disse initiativene.

I utredningsarbeidet er det utført en omfattende intervjuundersøkelse der personer innenfor ulike aktørgrupper i byggenæringen er intervjuet om barrierer og muligheter for bruk av lavutslippsmaterialer.

Barrierer og hindringer for å ta i bruk løsninger og materialer med lave utslipp av klimagasser, avdekket i litteraturgjennomgangen og intervjuene:

Kunnskap og fakta: Mangel på kunnskap generelt og om metoder og modeller for beregning av klimagassutslipp, samt om vedlikehold, drift og levetid for materialer og produkter. Usikkerhet rundt miljødeklarasjoner/EPDer.

Tekniske forhold og mangel på produkter: Begrenset tilgang til materialer med lave klimagassutslipp, tekniske barrierer for enkelte produkter og generell skepsis til å ta i bruk nye løsninger i hele verdikjeden.

Beregningsverktøy og modeller for planlegging og prosjektering: Mangel på enkle beregningsverktøy for henholdsvis hele bygninger, bygningsdeler og produktgrupper inkludert ombruksløsninger og resirkulerte materialer. Usikkerhet knyttet til om dokumentasjon og beregningsresultater er til å stole på. Behov for nye arbeidsprosesser medfører forskyvninger av arbeidsmengde i prosjektgjennomføringen.

Kostnader: Innovasjon medfører økte kostnader i form av risikoprising. Myter og magesfølelse om at det som omtales som lavutslippsmaterialer/løsninger er usikre, dyrere, og dårlige kvalitetsmessig på andre områder. Manglende økonomiske incentiver og støtteordninger.

Regelverk: Manglende regelverk og krav for å redusere klimagassutslipp fra materialer.

Aktuelle **tiltak og virkemidler**, de viktigste, som kan bidra til å øke bruken av løsninger og materialer med lave utslipp. De gjenspeiler gjerne hva som oppfattes som barrierer.

Kunnskap og fakta: Utarbeide kunnskapsgrunnlag, veiledere og retningslinjer for alle aktører i bransjen. Kunnskap bør omfatte sammenhengen mellom materialer og klimagassutslipp og andre utslipp/miljøbelastninger knyttet til materialer. Veiledning, informasjon og kunnskap må utformes slik at det bidrar til å redusere risikofrykten ved nye løsninger og innovasjon.

Anskaffelser: Økt anvendelse av entreprisereformert som bidrar til å spre risikoen på flere aktører, både ansvars- og økonomisk risiko, for på denne måten å stimulere til innovasjon. Styrket bestillerkompetanse, f.eks. gjennom videreutvikling av Difis portal for offentlige anskaffelser.

Økonomiske incentiver og støtteordninger: Etablere ordninger og incitament som utjevner prisforskjeller ved bruk av nye lavutslippsmaterialer i en overgangsfase, f.eks. etter samme mal som Enovas støtteordninger innenfor energi. Støtteordninger til innovasjonsprosjekter. Økonomiske incitament på avfallsregelverket knyttet opp til ombruk.

Regelverk: Krav til materialprodusenter om dokumentasjon av klimagassutslipp i form av en EPD eller lignende, jf. krav til helse- og miljøfarlige stoffer. Etablere byggherrekrav til materialer og klimagassutslipp, f.eks. at det skal gjennomføres klimagassberegninger for alle bygninger samt innføre rammekrav (xx kg CO₂-ekv./m²), som del av teknisk forskrift (TEK). Innfasing av krav bør følges opp med sanksjoner dersom man ikke oppfyller kravene. Sanksjoner kan være økonomiske eller i form av utsettelse av tillatelser til å gjennomføre prosjektet. Klargjøre hva som kan stilles av krav ved reguleringsplaner (bestemmelsene) og hva som bestemmes i TEK.

Ombruk og gjenbruk: Etablere et rasjonelt system for kvalitetskontroll (CE-merking) av brukte materialer og bygningsdeler, enten i bygningen eller etter demontering/rivning. Tiltak for å få på plass en velfungerende markeds plass og databaser som viser tilgjengelige produkter i markedet.

Økte krav til kildesorteringsgrad ved rivning evt. kombinert med krav om kartlegging av ombrukbare produkter i bygget. Vurdere krav om en andel (%) av bygningsdeler og andre byggevareprodukter skal klargjøres for ombruk, med utgangspunkt i kartlegging. Nye krav bør også her følges av sanksjoner.

LAND/COUNTRY:	Norge
FYLKE/COUNTY:	Akershus
KOMMUNE/MUNICIPALITY:	Ås
STED/LOKALITET:	NIBIO-Ås

KVALITETSSIKRET AV /QUALITY CONTROLLER

Erik Larnøy

NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Knut Magnar Sandland

NAVN/NAME



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

Denne rapporten er utarbeidet av NIBIO og Civitas på oppdrag for Klima- og miljødepartementet. Hovedtema for arbeidet har vært å beskrive viktige barrierer for bruk av lavutslippsmaterialer i bygg, samt mulige tiltak og/eller virkemidler for økt bruk av lavutslippsmaterialer i offentlige og private byggeprosjekter.

Arbeidet har blitt utført ved å gå gjennom relevant dokumentasjon, samt innhenting av synspunkter fra personer i ulike aktørgrupper innenfor byggenæringen. På denne måten har mange bidratt til rapporten, og herved takkes alle bidragsyttere.

Ås/Oslo, 11.12.2019

Knut Magnar Sandland (NIBIO) og Eivind Selvig (Civitas)

Innhold

Forord	5
1 Bakgrunn og formål	8
2 Materialer og klimagassutslipp	9
2.1 Livsløpsanalyser – Standardiserte beregningsmetoder.....	9
2.2 Funksjonen må være den samme ved sammenligninger av produkter og materialer.....	11
2.3 Variasjon innenfor samme type materiale	12
2.4 Variasjon mellom ulike materialtyper	13
2.5 Produkter og produktgrupper – bygningskontekst og funksjon.....	15
2.5.1 Produkter og produktgrupper	15
2.5.2 Bygningskontekst og funksjon.....	16
2.6 Karbonbinding og lagring av biogent karbon i trebaserte produkter og karbonatisering i betong.....	18
2.6.1 Biogent karbon – binding og lagring i trebaserte produkter.....	18
2.6.2 Karbonatisering	19
2.7 Helhetlig klimagassutslipp fra en bygning	19
2.8 Usikkerhet og variasjon i forutsetninger	22
2.9 Kan det etableres et sett kriterier for å definere hva som er lavutslippsmaterialer?	23
3 Ombruk og materialgjenvinning.....	24
3.1 Introduksjon – rammevilkår	24
3.2 Avfallsminimering.....	24
3.3 Ombruk og materialgjenvinning – utfordringer og muligheter	25
3.4 Demontering, håndtering, lagring og bearbeiding	26
4 Strategier i offentlig og privat sektor	27
5 Oppsummering av intervjurunden	34
5.1 Hva forbinder du med begrepet lavutslippsmaterialer (lave klimagassutslipp)?	34
5.2 Nevn eksempler på det som oppfattes som lavutslippsmaterialer	35
5.3 På en skala fra 1-5 der 5 er viktigst: Hvor viktig synes du bruk av lavutslippsmaterialer er?.....	36
5.4 Har din virksomhet ambisjoner på feltet? Og i så fall hvorfor? Gi eksempler.....	36
5.5 Nevn viktige barrierer og tiltak for å benytte det som blir nevnt som lavutslippsmaterialer	37
5.5.1 Tekniske	38
5.5.2 Økonomi og kostnads-/prispress	39
5.5.3 Prosjektets størrelse og økonomiske muskler	41
5.5.4 Lovregulering og krav	42
5.5.5 Holdninger og verdier	44
5.5.6 Kompetanse i bransjen.....	45
5.5.7 Prosjektutvikling – framdrift og faseinndeling	45
5.5.8 Manglende miljødokumentasjon	47
5.5.9 Manglende tilgjengelighet i markedet	48
5.5.10 Kunnskap og kompetanse i bransjen – alle ledd	49
5.6 Anskaffelser	50
5.7 Hvilke muligheter ser du for deg å bygge med lavutslippsmaterialer?	52
5.8 Hva er viktigst å prioritere i din næring mht. reduksjon av klimagassutslipp?.....	52

6	Erfaringer med styring av materialbruk	54
6.1	Krav – lovregulering og krav	54
6.2	Miljøstyring – Breeam, Svanemerket, mm.	56
7	Entreprisemodeller og offentlige anskaffelser	57
7.1	Entreprisemodeller	57
7.1.1	Utførelsesentreprise	57
7.1.2	Totalentreprise.....	58
7.1.3	Samspillsentreprise	58
7.2	Offentlige anskaffelser	59
8	Kostnader og gevinster.....	61
9	Barrierer og mulige tiltak og virkemidler – oppsummerende kommentarer	63
9.1	Barrierer	63
9.2	Mulige tiltak og virkemidler.....	64
10	Referanser	67

1 Bakgrunn og formål

I Meld. St. 41 (2016-2017) Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid står det at "Regjeringen vil bidra til økt bruk av tre i bygg, og vurdere tiltak som kan bidra til å øke lageret av karbon i langlevde treprodukter". Dette gjentas i strategien for grønn konkurransekraft. Regjeringen vil "stimulere byggebransjen til nyskaping og bruk av tre som byggemateriale", jf. Granavolden-plattformen.

Som ledd i oppfølging av disse punktene, ønsker Klima- og miljødepartementet å gjennomføre en utredning av hva som er status for bruk av lavutslippsmaterialer, barrierer, mulige tiltak og virkemidler for å øke bruken av alle typer byggematerialer med lave klimagassutslipp. Livsløpsperspektiv i bygningskontekst ligger til grunn.

Utredningen ser på om det er mulig eller hensiktsmessig å definere et sett med kriterier for å beskrive lavutslippsmaterialer, eller om begrepet i seg selv kan være misvisende.

Det drøftes også hvor konkurransedyktige lavutslippsmaterialene/-løsningene kan forventes å bli framover, med og uten nye tiltak, og da hvilke tiltak og virkemidler som kan redusere barrierer og gi økt bruk av lavutslippsmaterialer og løsninger.

Det er sentralt at innføring av tiltak/virkemidler ikke medfører vesentlig økte kostnader for det offentlige, eller er vesentlig fordyrende eller bidrar til økt byråkrati.

Utredningen gir en gjennomgang og drøfting av følgende:

- Hvilke materialer gir lave klimagassutslipp og hva er status med hensyn til bruk og utvikling av disse?
- Hvordan dokumenteres materialenes klimagassutslipp, både som et produkt og i en bygningskontekst?
- Hvilke barrierer hindrer bruk av lavutslippsmaterialer i offentlige og private byggeprosjekter?
- Hva kan og mener aktørene i bransjen om bruk av lavutslippsmaterialer?
- Hva er mulige tiltak og virkemidler som kan redusere barrierene?

En betydelig del av arbeidet har bestått av å foreta en intervjuundersøkelse av personer innenfor byggenæringens ulike aktørgruppe for å få en oppdatert beskrivelse av hvordan næringen som helhet ser på bruk av lavutslippsmaterialer i dag og i framtiden, samt hva som blir sett på som de viktigste barrierene i dag og i framtiden. Dette materialet gir et verdifullt bidrag for å kunne si noe om byggenæringens syn på hva som er viktige tiltak og muligheter framover når det gjelder å øke bruken av materialer med lavt klimagassutslipp. Intervjuundersøkelsen er summert opp i et eget kapittel, men i tillegg danner undersøkelsen et viktig grunnlag for det som er beskrevet i kapitlet angående mulige tiltak og virkemidler for å øke bruken av denne typen materialer.

2 Materialer og klimagassutslipp

Når man skal kvantifisere klimagasseffekten av ulike bygningsmaterialer eller bygningskomponenter, finnes det flere nivåer å måle dette innenfor, og ulike verktøy.

For å kunne svare på spørsmålet om hvilke materialer som kan kalles «lavutslippsmaterialer», må det anvendes beregningsmetoder og et sett med forutsetninger slik at materialer og produkter kan sammenliknes på et likt grunnlag. Det betyr blant annet at man må kjenne til hvordan materialene anvendes i en bygningskontekst. Livsløpsanalyser (LCA) anvendes til å studere miljøbelastninger av enkeltmaterialer, produkter, bygningsdeler og bygninger.

På overordnet nivå er f.eks. følgende metoder tilgjengelig for treprodukter: Harvested wood products (HWP) under Land use, land-use change and forestry (LULUCF) til The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC): Norge rapporterer årlig, gjennom National Inventory Report (NIR), Norges samlede klimagassregnskap til FN. Norge rapporterer både under konvensjonen og under den mer detaljerte Kyoto Protokollen. For treprodukter kan man velge ulike rapporteringstilnærminger (approaches) og ulike detaljeringsgrader for rapportering (Rüter et al., 2014). Norge bruker Production approach og Tier 2. Kort fortalt rapporterer Norge på de tre HWP-kategorier: trelast, trebaserte plater og papir- og kartong produkter. Rapporteringstillene inkluderer nasjonal produksjon og eksport, import er ikke inkludert. Hovedtallet som rapporteres er netto årlig endring i CO₂. Historisk har HWP bidratt med netto årlig lagring. Men i perioden 2009-2016 bidro HWP til netto årlig utslipp. Dette skyldes finanskrisen samt nedleggelse av papirfabrikker siden 2006. Nedleggelsene av papirfabrikker har ført til at tømmer eksporteres som rundvirke og dette tas ikke med i NIR rapporteringen for HWP. Det er kun karbon som inkluderes og ikke den totale miljøbelastningen slik som i en LCA eller EPD.

NIR-rapporteringen (National Inventory Report) er en nasjonal rapportering som inkluderer overordnede produktkategorier og er ikke et verktøy for enkeltprodukter eller enkeltbygg. Metoder for vurdering av enkeltprodukter vil være livsløpsanalyser (LCA) som diskuteres under.

2.1 Livsløpsanalyser – Standardiserte beregningsmetoder

Når to eller flere materialer skal sammenlignes, må de kunne oppfylle de samme funksjons- og kvalitetskrav enten alene eller i kombinasjon med andre materialer. Da blir det ikke bare det enkelte materialet som sammenlignes, men en løsning sammensatt av flere materialer.

Om et materiale gir lave eller høye klimagassutslipp, må derfor alltid sees i sammenheng med hvilke andre materialer som kan bidra til å løse den samme oppgaven (funksjonen og kvaliteten). Det kan jo også være at det finnes helt andre måter å løse den samme oppgaven på.

Et eksempel på det siste er «isolasjon i yttervegg» der funksjonskravet kan være en gitt isolasjonsevne og gitt brannmotstand. Her vil ulike isolasjonsprodukter kunne oppnå samme isolasjonsevne, men med svært ulike tykkelser, tetthet og kombinasjoner med andre materialer. Alle materialer som inngår i løsningene vil medføre klimagassutslipp som samlet sett bidrar til «løsningens klimagassutslipp». Det kan blant annet medføre at klimagassbelastningen skjer i ulike faser av livsløpet fordi de har ulike levetider, ombruks- og gjenvinningsegenskaper.

Livsløpsvurdering (Life Cycle Assessment) er oppsummert av Asplan Viak (2015) som en metode for å beregne de totale (direkte og indirekte) miljøkonsekvensene knyttet til å levere en bestemt funksjon – en løsning. Videre heter det at metoden er blitt standardisert i ISO 14040:2008 og ISO 14044:2008, og at det i kjølvannet av disse har tilkommet et større antall standarder og guidelines som søker å gjøre metoden mer spesifikk for bestemte typer anvendelser eller for bestemte produktgruppe, men at «moderstandardene» for livsløpsbaserte miljøvurderinger er de to nevnte ISO-standardene.

LCA er synonymt med «helhetlige miljøvurderinger» fra «vugge til grav», og kan skjematisk inndeles i følgende steg (Asplan Viak 2015):

- Definisjon av mål og omfang for analysen. Dette inkluderer å definere funksjonell enhet, hvilken kontekst resultatene skal brukes i, allokeringsprinsipper, datakilder, etc.
- Inventaranalyse innebærer å samle inn spesifikke miljødata for de delene av systemet som er relevant i henhold til mål og omfang, og strukturere dette på en slik måte at man kan regne ut totale utslipp fra hele livsløpet.
- Konsekvensanalyse innebærer å oversette den lange listen med livsløpsutslipp fra inventaranalyse til aggregerte miljøpåvirkningskategorier. Et eksempel er globalt oppvarmingspotensial (GWP₁₀₀) som er den vanligste måleenheten for klimapåvirkning. Utslipp av CO₂, CH₄, N₂O, osv. regnes om til CO₂-ekvivalenter ved hjelp av GWP-verdier.
- Tolkning og analyse for å gjøre resultatene beslutningsrelevante. Dette innebærer å finne de viktigste bidragsyterne i systemet («hot spots»), det kan være sensitivitetsanalyser for å teste ut konsekvensen av variasjon i usikre forutsetninger, eller usikkerhetsanalyser.

Asplan Viak (2015) beskriver at for bygg og byggevarer er det spesielt ISO 14025¹, ISO 21930² NS EN 15804³, PAS2050⁴, samt standardene for økologisk fotavtrykk som er under utvikling i EU (PEF, <https://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/footprint/PEF%20methodology%20final%20draft.pdf>), som er aktuelle referansedokumenter. Videre heter det i rapporten at i Norge har byggsektoren vært en pioner i forhold til å benytte LCA som analyseverktøy, og ulike varianter av LCA-metodikk er innarbeidet i populære verktøy og initiativ som BREEAM, FutureBuilt, Zero Emission Buildings (ZEB), Zero Emission Neighborhood (ZEN), klimagassregnskap.no (Statsbygg-initiativ som er overført til One Click LCA) og EPD-Norge.

Norsk standard NS EN 15804 er standarden som ligger til grunn for utarbeidelse av miljødeklarasjon, Environmental Product Declaration (EPD). Det lages først produktkategoriregler (PCR-dokumenter) som spesifiserer omfang og forutsetninger for beregningene innenfor ulike grupper av materialer og produkter, f.eks. bygningsplater, isolasjon, betong, trepanel, teglstein, osv. Deretter utarbeides det EPD for spesifikke produkter ved spesifikke produksjonssteder. Det utarbeides også mer generelle EPD'er som gjelder for en gruppe produkter fra samme produksjonssted. Produktene kan bestå av et enkelt materiale eller være sammensatt av en rekke materialtyper.

Norsk Standard NS 3720 Metode for klimagassberegning for bygninger (første gang utgitt høst 2018) angir metode og rammer for hvordan klimagassberegninger skal utføres for en hel bygning eller elementer/bygningsdeler i en bygningskontekst. Den angir blant annet hvordan informasjonen fra EPD'er (i hht. fra NS EN 15804) skal anvendes i beregninger, og krav som bør innfris hvis man vil sammenligne to produkter, materialer eller bygninger.

NS 3720 bygger på en rekke standarder og normer som inngår helt eller delvis i kravene til klimagassberegninger for bygninger. Det vises til NS 3720 for en opplisting av de ulike standardene som er vesentlige i vurderingen av klimagassutslipp fra materialer i en bygningskontekst.

En livsløpsberegning er bygget opp av en rekke faser og moduler gjennom produktets livsløp. Det starter med utvinning av råvarer som transporteres til en fabrikk for videreforedling av materialene. Videre produseres et produkt ved å sette sammen flere materialer. Fra fabrikkporten transporteres produktet til en forhandler og en kunde som f.eks. monterer produktet som del av en bygning. Produktet brukes i

¹ Environmental labels and declarations -- Type III environmental declarations -- Principles and procedures

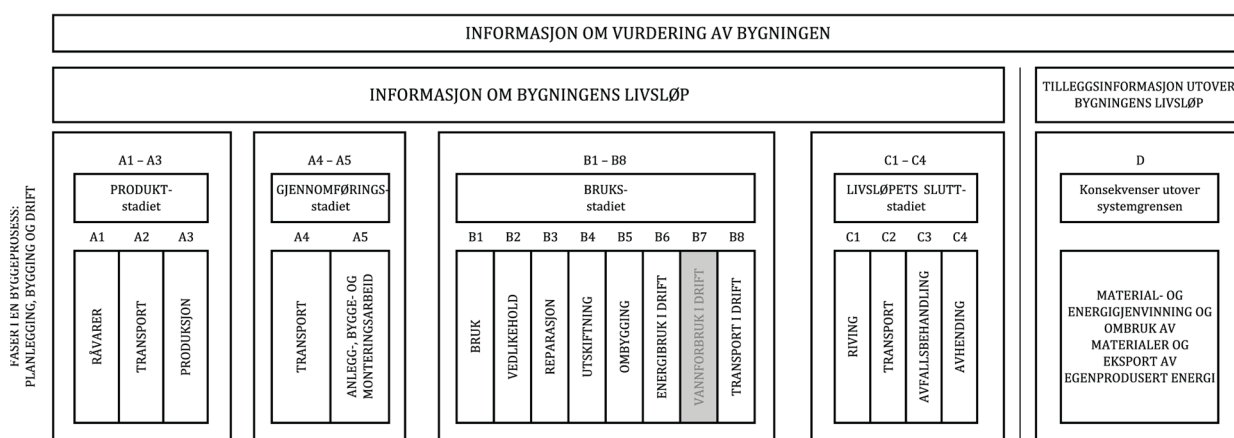
² Sustainability in building construction -- Environmental declaration of building products

³ Miljødeklarasjoner (EPD) - Bærekraftige byggverk - Grunnleggende produktkategoriregler

⁴ Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services

bygningen gjennom produktets levetid, som kan være kortere eller like lang som bygningen. Når bygningen rives/demonteres, går produktet enten til ombruk, materialgjenvinning, forbrenning med eller uten energiutnyttelse eller deponering. Går det f.eks. til ombruk kan det substituere andre nye produkter, og gir dermed en redusert miljøbelastning.

Figur 2-1 viser alle stadiene og modulene som en livsløpsanalyse inneholder. Denne grunnstrukturen anvendes for alle produkter fra et enkelt materiale til kompliserte sammensatte produkter som en bygning. Figuren er hentet fra NS 3720 Metode for livsløpsberegninger av bygninger. Sistnevnte har en modul B8 som heter «Transport i drift» som ikke er relevant for materialer, men for en bygnings helhetlige klimagassutslipp der også utslipp fra reiser til/fra bygningen gjennom hele brukstiden skal inngå. Denne modulen er utviklet og kun tatt i bruk i Norge. I resten av rapporten refereres det til både livsløp, levetider, stadier og spesielt modulene A1-D.



- A1-C4 moduler som livsløpet kan inndeles i
- D omfatter tilleggsinformasjon utover bygningens livsløp
- B8 ny modul sammenlignet med NS-EN 15978 – modul for transport av brukere av bygningen
- B7 omfattes ikke av denne standarden, med unntak av den energibruk som kreves for distribusjon og oppvarming av forbruksvann som inngår i modul B6.

Figur 2-1. Informasjon om en bygnings livsløp (illustrasjonen er fra NS 3720 og er tilpasset fra NS-EN 15978). Livsløpet er inndelt i stadier der hvert stadium er underinndelt i moduler.

2.2 Funksjonen må være den samme ved sammenligninger av produkter og materialer

En vesentlig forutsetning ved sammenligning av to materialer eller produkter er at de kan fylle den samme funksjonen. I LCA-språket betegnes dette som den «funksjonelle ekvivalenten til objektet». Det er en kvantifisering av de tekniske egenskapene og funksjonene som kreves av objektet (produktet). Den funksjonelle ekvivalenten gjør det mulig å utlede en referanseenheter som brukes til å framstille resultater fra beregninger (eksempel: per m², per år, per ansatt, per rom, per år, per m² per år).

Sammenligninger av klimagassberegninger skal bare gjøres på grunnlag av objektenes funksjonelle ekvivalent. Dette krever at de funksjonelle kravene beskrives sammen med tiltenkt bruk og relevante tekniske krav. Funksjonell ekvivalent til en bygning eller en del av en bygning skal minst omfatte:

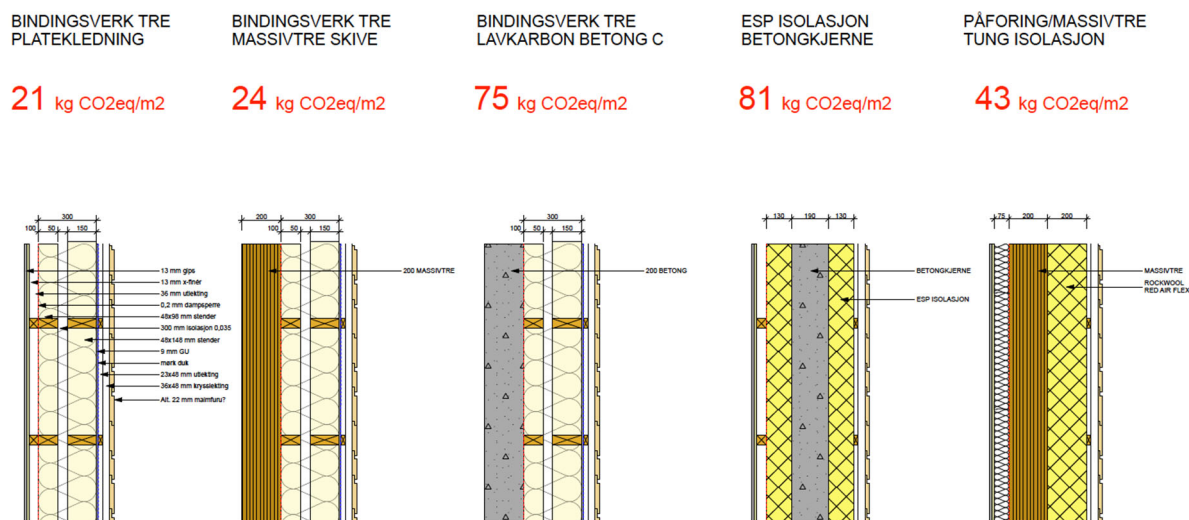
- bygningstype
- tekniske og funksjonelle krav
- bruksmønster
- påkrevd levetid
- totalt bruttoareal (m² BTA)

- totalt bruksareal (m² BRA)
- totalt oppvarmet bruksareal (m² BRA oppv.)

Dette er klart definert, men som nevnt i innledende kapitler, er det ikke alltid enkelt å avgrense sammenligningen til et enkelt materiale eller produkt. Ved valg av ulike produktsammensetninger og kombinasjoner av materialer, kan man løse oppgaven eller funksjonen som kreves på helt ulike måter som resulterer i ulike utslippsnivåer. Da løftes sammenligningen opp til å gjelde en sammensatt løsning, en hel bygning. Det er dermed i mange tilfeller ikke relevant å sammenligne utslippsnivået for ett og ett materiale eller produkt.

Andre ganger kan det være helt rett fram å sammenligne enkeltprodukter, f.eks. gulvbelegg, keramiske fliser, ulike teglstein, ulike trepanel/ytterkledninger, osv., fordi produktene hver for seg fyller den samme funksjonen.

Et eksempel som illustrer at det er viktig å se på hele oppbygningen kan være en yttervegg (se Figur 2-2). Denne veggen skal f.eks. tilfredsstille et gitt varmetap, en gitt styrke, en brannklasse, en lydtransmisjon. Det er en rekke måter å bygge opp denne veggen med ulike materialer som samlet sett tilfredsstillere angitte krav, men gir svært ulike utslipp av klimagasser.



Figur 2-2: Sammenligning av ytterveggkonstruksjoner med samme funksjon, tilfredsstillere de samme kravene til varmetap, lydtransmisjon og bæring. Her er kun livsløpsmodulene A1-A3 inkludert, dvs. produksjonen av materialene som inngår. Illustrasjon og beregninger, Bård Solem, Eggen arkitekter.

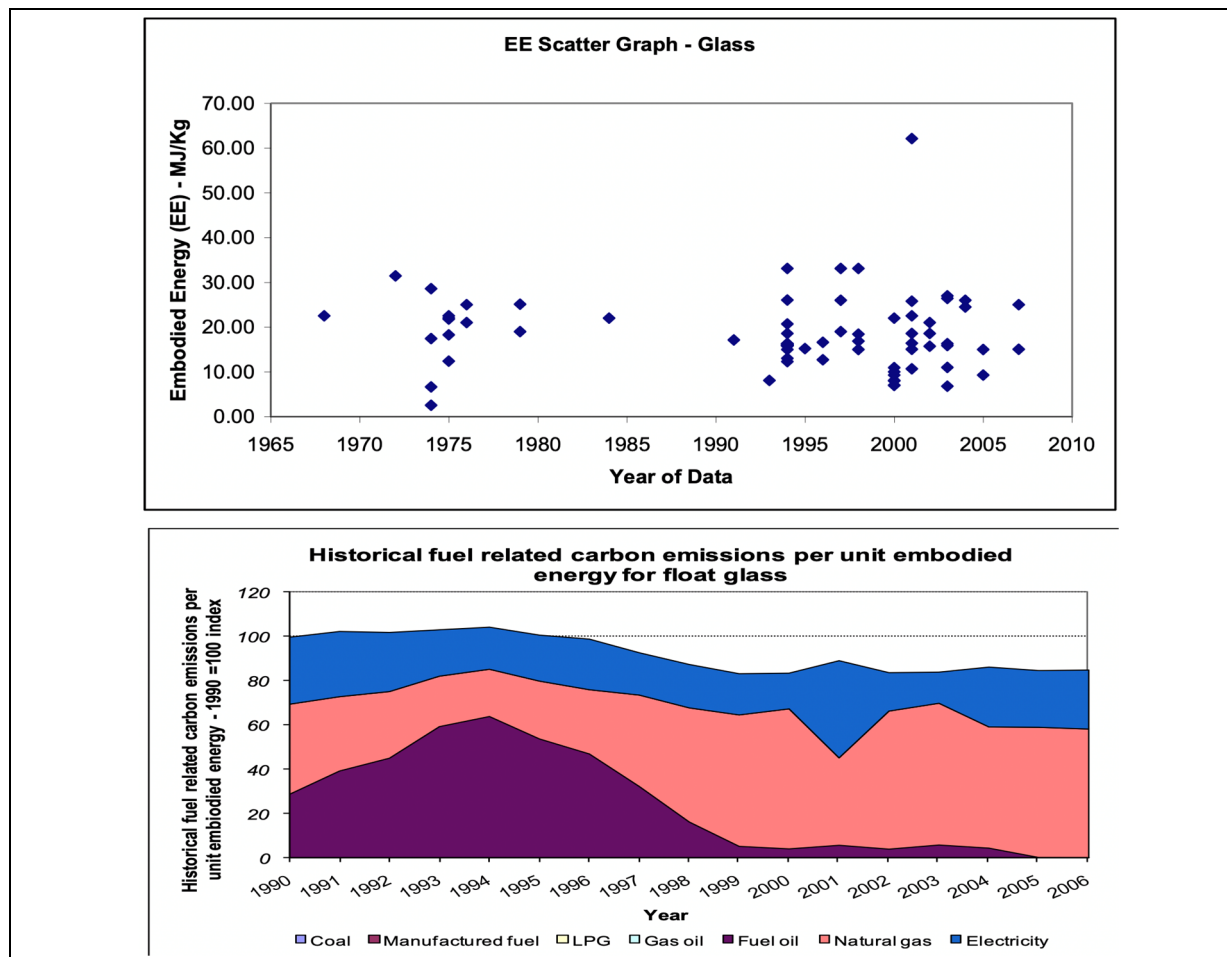
2.3 Variasjon innenfor samme type materiale

NS 15804 definerer omfang, avgrensninger og en rekke forutsetninger for beregningene i miljøvaredeklarasjonene (EPD) for et materiale (bygningmateriale). Innenfor en materialtype, f.eks. trevirke, jern, pukk eller glass, kan det være store variasjoner i klimagassutslippet avhengig av hvor råvaren er utvunnet og hvordan den er transportert og foredlet til et materiale som kan gå inn i en ytterligere videreforedling til et sluttprodukt eller inn i en videre produksjon.

Hvis jernet er fra primærproduksjonen, er råvarene et mineral som krever en omfattende og energikrevende prosess før det foreligger som anvendbart jern til videre foredling. Utslippene er høye – både utslipp fra energibruken, men også fra den kjemiske prosessen som er nødvendig. Her anvendes det ulike prosesser som gir ulikt utslipp, så det kan være store variasjoner mellom produksjonsbedrifter. Både energieffektiviteten og produksjonsprosessene er forbedret gjennom historien, og det tilkommer

stadig nye og bedre produksjonsmåter. Det kan gi store forskjeller i utslipp fra jern produsert ved ulike fabrikker. Hvis jernet er produsert fra skrapjern, dvs. materialgjenvinning av et jernprodukt som er skrapet, så er prosessen for å omdanne dette til anvendbart jern for videre foredling, svært mye mindre energikrevende og tilnærmet uten prosessutslipp.

Figur 2-3 viser hvordan energibruk i glassproduksjon varierer både i tid og rom (mellom bedrifter) innenfor samme år, og videre hvordan valg av energikilder (i gjennomsnitt) endrer seg i bransjen fra 1990 til 2006.

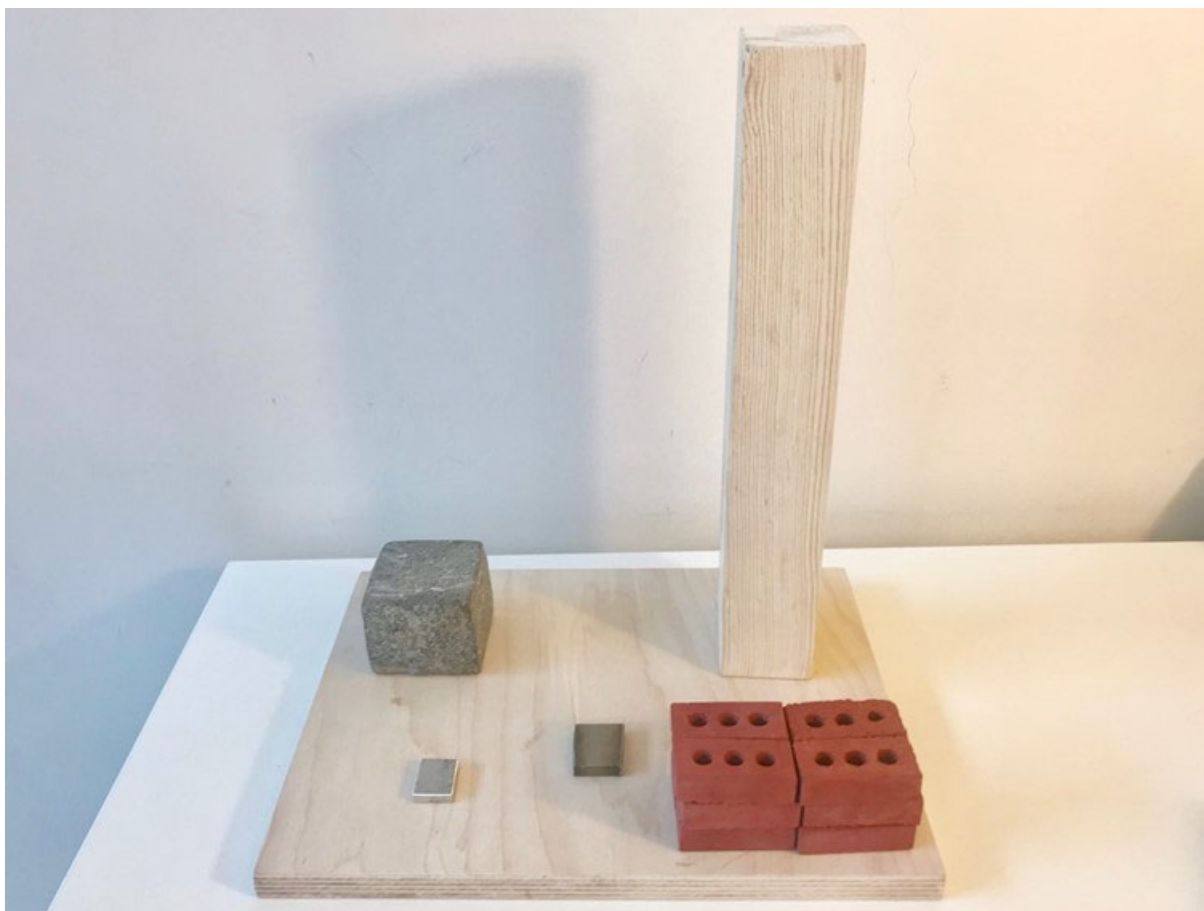


Figur 2-3: Energibruk og energikilder i produksjon av glass (A1 til A3) i Storbritannia viser stor variasjon mellom fabrikker innen samme år, men også endring i energikilder i bedriftene. Begge deler påvirker klimagassutslippet som kan knyttes til materialet glass. Valg av produsent kan derfor være avgjørende for hvilket utslipp som kan knyttes til glasset. Kilde: Inventory of Carbon & Energy (ICE) v.2.0 2011.

2.4 Variasjon mellom ulike materialtyper

Formålet med utredningen er å se nærmere på «lavutslippsmaterialer» og om det kan fastsettes noen kriterier for eller definisjoner på hva et lavutslippsmateriale er. Det er store variasjoner i utslipp fra produksjon og foredling av ulike materialer. Noen har råvareuttak som er energi og transportkrevende, andre ikke. Noen videreforedlingsprosesser er energikrevende, mens andre er svært enkle og krever lite energi. Noen produksjonsprosesser krever kjemiske reaksjoner som medfører utslipp, osv.

Hver materialtype har en «typisk» produksjon, vanlig produksjonsmåte. Ved å legge denne til grunn for hver materialtype, kan man få fram et typisk utslipp knyttet til å produsere ett kg eller en m³ av et materiale. Her kan det gjøres en sammenligning av utslippsintensitet. Det kan også illustreres ved å angi et utslipp og spørre: Hvor mye materiale får jeg for 70 g CO₂ekv-utslipp? Figur 2-4 illustrer dette.



Figur 2-4: Illustrasjon av hvor mye materiale man «får for 70 g CO₂ekv». ⁵ Kilde/Foto: Bård Solem, Eggen arkitekter, 2019.

Det gir imidlertid ikke hele sannheten fordi det her ikke er skilt på materialenes egenskaper, f.eks. brannmotstand eller styrke. Det må kanskje noe mer m³ tre sammenlignet med m³ betong for å bære samme vekt (laster). Da kan det være at selv om tre har lavt utslipp per m³ så blir sluttresultatet for en konstruksjon av tre like mye utslipp som ved bruk av betong.

I tillegg kommer det inn den store variasjonen det kan være mellom produksjonssteder som produserer samme materialtype. Velger man «feil» produsent så kan utslippet være vesentlig høyere enn gjennomsnittet og kanskje 2, 3, 4, ... ganger høyere enn det beste på markedet (se delkapittel 2.3).

Men dette gir heller ikke hele bildet fordi bruk av tre og betong har ulike egenskaper og kan danne grunnlag for helt ulike løsninger. Løsninger som medfører at det ikke nødvendigvis trengs å bruke flere m³ med tre enn m³ med betong.

⁵ Materialene på bildet er: Massivtre Splitkon 1000 cm³ (70 kg CO₂ekv/m³, EPD-deklarasjon), Limtre Moelven prosjektlimtre 935 cm³ (72 kg CO₂ekv/m³, EPD-deklarasjon), Betong armert B30 M60 Lavkarbon B ikke resirk. armering 160 cm³ (440 kg/m³, iht. publ. NB37), Stål (13-20 % resirk.) 3,5 cm³ (2,62 kg CO₂ekv/kg, gjn.snitt av 6 leverandører), Aluminium (ny alu.) 2,0 cm³ (13,0 kg CO₂ekv/kg, varierer fra 4-20 kg CO₂ekv/kg globalt), Tegl (hulltegl) 200,0 cm³ (220 kg CO₂ ekv/tonn, tilsv. gjn.snitt dansk, belgisk, engelsk produksjon).

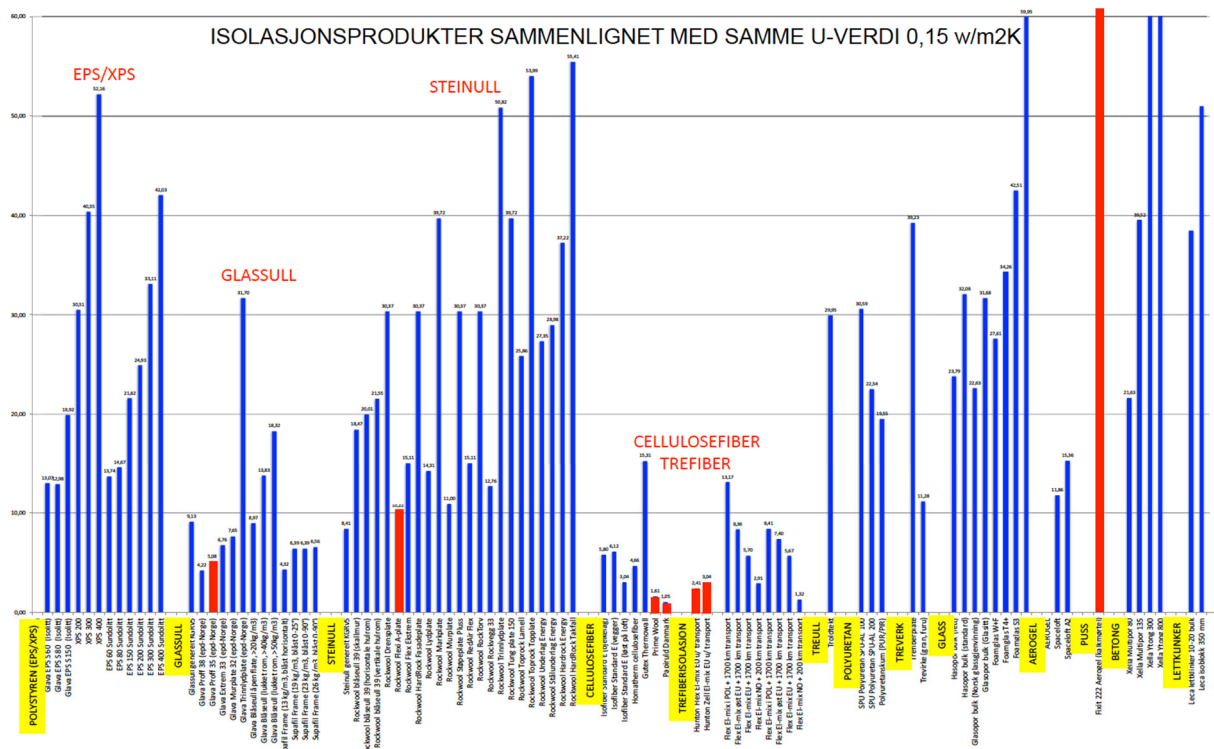
2.5 Produkter og produktgrupper – bygningskontekst og funksjon

2.5.1 Produkter og produktgrupper

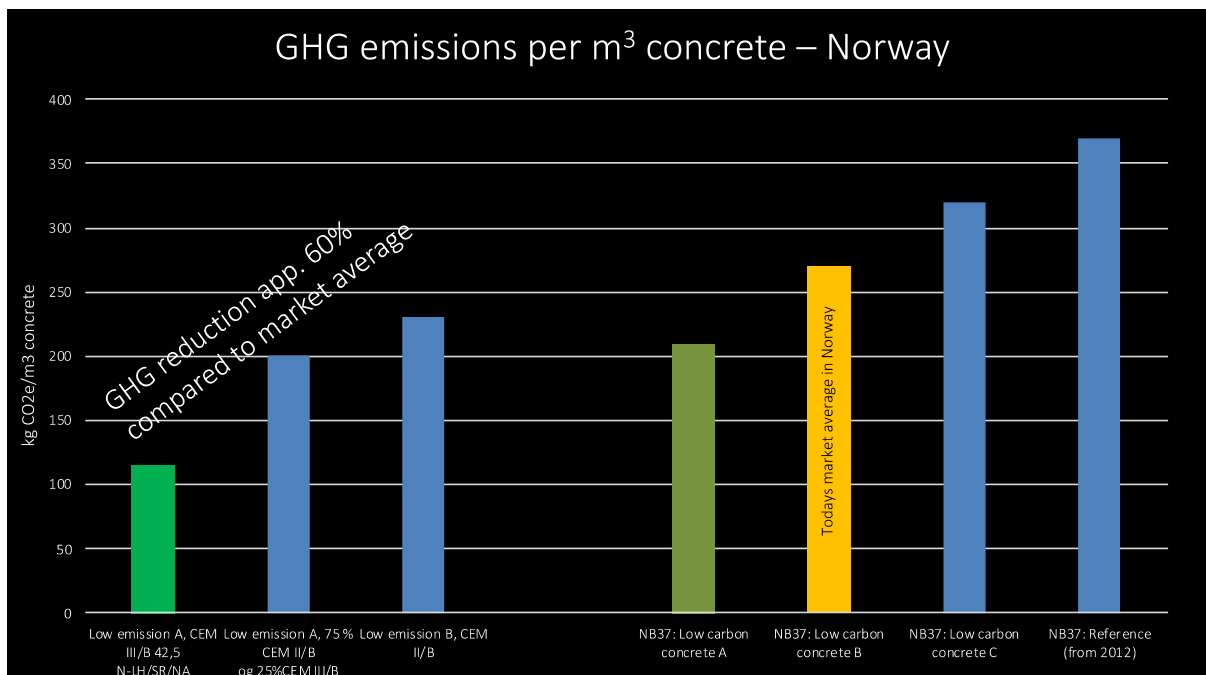
Innenfor en produktgruppe lages det en PCR for LCA-beregninger for produktene. Det gjøres for å sikre at alle produsenter beregner med samme forutsetninger av systemavgrensninger, omfang, osv. Det betyr at produkter innenfor samme gruppe, men produsert ved ulike fabrikker, kan sammenlignes. Eksempler på produktgrupper er vinduer, isolasjon, gulvbelegg, betongelementer, plasstøpt betong og ytterkledning i tre. Antallet er i prinsippet uendelig.

Figur 2-5 illustrerer at det på et gitt tidspunkt kan være store variasjoner innenfor en produktgruppe, her isolasjonsprodukter med utslipp fra produksjonsstadiet, dvs. modulene A1-A3 (råvare til fabrikkport). Produksjonsprosesser effektiviseres og produktsammensetningene utvikler seg, og det tas forbehold om at det kan være endringer i utslippene for flere av produktene. Figur 2-6 viser en sammenligning av betong med ulike resepter, men som har samme kvaliteter forøvrig.

Slike sammenligninger må hele tiden gjøres basert på de sist tilgjengelige EPD'er som er gyldige. En EPD har en gyldighetsperiode på fem år. I tillegg må øvrige egenskaper og kvaliteter trekkes inn slik at man er sikker på at produktene som sammenlignes kan fylle samme funksjon. Hvis det er nødvendig med kombinasjoner av ulike andre produkter, bør dette også tas med i vurderingene.



Figur 2-5: Klimagassutslipp fra isolasjonsprodukter, modulene A1-A3. Sammenligning er gjort med samme U-verdi. Produktene har store forskjeller i andre egenskaper så de er ikke alle reelle «konkurrenter», men det illustrerer den store variasjonen det kan være innenfor en produktgruppe. Illustrasjon og beregninger: Bård Solem, Eggen arkitekter, 2019.

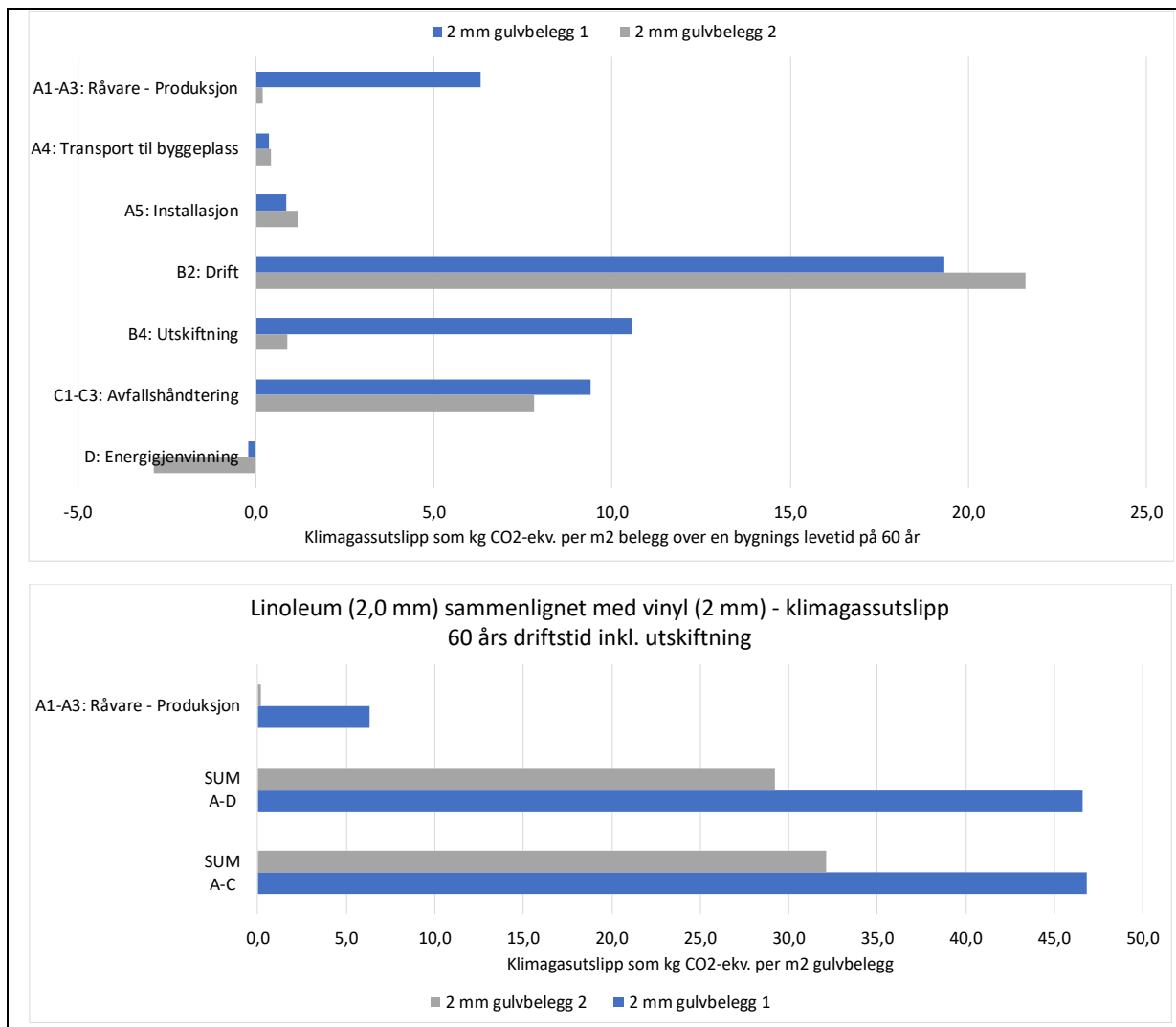


Figur 2-6: Betong og utslippsforskjeller mellom ulike resepter. Kilde: Eivind Selvig, Civitas, 2019.

2.5.2 Bygningskontekst og funksjon

Figur 2-7 illustrer hvordan forholdet mellom to produkter endres når man i sammenligningen trekker inn flere stadier i livsløpet og setter dem i en bygningskontekst. Data er hentet fra konkrete EPD'er der det er lagt inn ett års drift og samme levetid. Ser man bare på A1-A3 er utslippet for gulvbelegg 1 ca 30 ganger høyere enn for gulvbelegg 2. Trekker man inn flere stadier øker totalutslippet, utslippene fra andre stadier blir dominerende og forskjellen i totalutslipp jevner seg noe ut. Gulvbelegg 2 har fortsatt lavere utslipp enn for gulvbelegg 1. Forskjellen er imidlertid vesentlig mindre, gulvbelegg 1 ca. 1,6 ganger høyere enn for gulvbelegg 2, når man legger inn «drift» og «utskiftning» over en 60 års periode.

Gulvbelegg er et eksempel på produkter som har høyt driftsutslipp, slites og skiftes ut gjennom livsløpet. Andre produkter som har samme levetid som bygningen trenger ikke å skiftes ut, og mange av slike produkter har heller ikke vedlikehold gjennom driftsperioden på 60 år. Eksempler på dette er normalt de bærende konstruksjonene i en bygning – grunn og fundamenter, bjelker, søyler og dekker. Her vil da utslippet fra modulene A1-A3 være helt avgjørende i en sammenligning.



Figur 2-7: Sammenligning av to gulvbelegg med samme bruksområde. Klimagassutslipp fra ulike stadier i livsløpet (modulene A-C), samt potensielle effekter etter endt livsløp (modul D). Data er hentet fra konkrete EPD'er, men anonymisert fordi poenget er å vise hvordan forholdet mellom de to endrer seg når hele livsløpet og tilleggs effekter trekkes inn i sammenligningene. Illustrasjon og beregninger: Eivind Selvig, Civitas, 2019.

Figur 2-7 viser sammenligning mellom to produkter med en enkel funksjon i en bygningskontekst. Det er kun informasjon fra en EPD per alternativ man trenger å forholde seg til.

Kompleksiteten øker når flere produkter settes sammen for å oppnå ønsket funksjon i en bygningskontekst, en sammensatt bygningsdel. Eksempelet med yttervegg (Figur 2-2) viser noe av denne kompleksiteten. Det må tas hensyn til informasjon fra en rekke EPD'er i sammenligningene, materialene i hvert produkt kan ha ulike levetider, drifts og vedlikeholdsbehov, samt egenskaper ved avhending. Løsningsvalg – design – og samlet konstruksjon spiller også inn på de totale mengdene av materialer som inngår for å oppnå ønsket funksjon.

Typiske funksjonsegenskaper – kvaliteter som man må ta hensyn til er ulike minimumskrav gitt i teknisk forskrift (TEK) til plan- og bygningsloven, f.eks. brann, lyd/akustikk, styrke, emisjoner til innemiljø av helse- og miljøskadelig stoffer, dagslys, isolasjonsevne og luftlekkasje, mv.

2.6 Karbonbinding og lagring av biogent karbon i trebaserte produkter og karbonatisering i betong

2.6.1 Biogent karbon – binding og lagring i trebaserte produkter

I nyere EPD'er inkluderes biogent karbon som en del av utslippsbildet for tre/plantebaserte produkter. NS 3720 spesifiserer også at dette skal inkluderes, men oppgis separat i resultatpresentasjonen og dermed ikke inngå i livsløpsutslippet.

Trær og planter binder karbondioksid (CO_2) i vekstfasen, og fungerer dermed som karbonlager. I et kilo trevirke er det bundet karbon tilsvarende omlag 1,8 kg CO_2 .

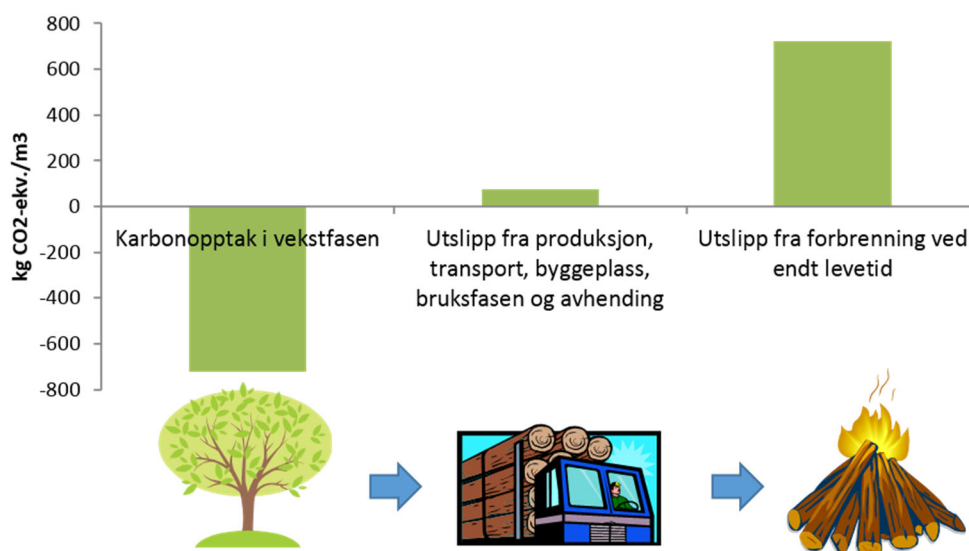
Bundet biogent karbon i trebaserte produkter er ikke permanent fordi det før eller senere, helt eller delvis, vil brennes eller råtne (oksideres til CO_2 eller CH_4). Noe biogent karbon vil bli bundet i aske og jordsmonn, men det er en svært liten andel som i liten grad er forsøkt kvantifisert.

Det viktigste bidraget er at treprodukter så lenge de er i anvendelse f.eks. som bygningsmateriale, bidrar til å forsinke utslipp. Treprodukter kan betraktes som en form for karbonfangst, midlertidig lagret.

I EN NS 15804 (EPD-standard) og PCR for treprodukter er prinsippet at biogent bundet karbon som kommer inn som råstoff i A1, slippes ut ved forbrenning ved avfallsbehandling C3 og avhending i C4. Figur 2-8 viser i prinsipp at dette blir et tilnærmet nullsumspill. Dette skal imidlertid synliggjøres og rapporteres separat.

Mengden bundet karbon i tre/plantebaserte produkter overgår i de fleste tilfeller CO_2 -utslippene fra produksjon, transport, bruk og avhending. Hvis karbonbinding tas hensyn til i vurderingen av trematerialer, vil dette spille en betydelig rolle ved sammenligning med ikke bio-baserte produkter.

I rapportering til FN's klimakonvensjon inkluderes karbonlagring i treprodukter i de nasjonale regnskapene (fra 2015). Lagring av karbon i treprodukter kan inngå i et nasjonalt regnskap dersom landet kan dokumentere at eksisterende lagre av langsiktig skog ikke reduseres. Det er tilfelle i Norge, og det inkluderes i dag i det nasjonale utslippsregnskapet.



Figur 2-8: Prinsipp for karbonlagring i tre slik det beregnes i EPD'er per i dag. (Illustrasjon: Mie Fuglseth 2014).

2.6.2 Karbonatisering

I nyere EPD'er inkluderes karbonatisering som del av livsløpsutslippet for betongprodukter, men da bare før avhending og eventuelt knusing. Den karbonatiseringen som skjer i bruksfasen er svært liten grunnet at man av kvalitetsmessige hensyn ikke ønsker denne effekten. NS3720 spesifiserer også at dette skal inkluderes i beregningene hvis det finnes tilstrekkelig datagrunnlag for det.

Ved framstilling av sement og kalk, frigjøres CO₂ som del av den kjemiske kalsineringsprosessen. En del av karbonet som frigis, kan senere tas opp igjen i betongen gjennom såkalt karbonatisering og lagres som kalsiumkarbonat (CaCO₃).

Sement anvendes til framstilling av betong, og omlag halvparten av de totale klimagassutslippene fra betong stammer fra de kjemiske utslippene, prosessutslipp, fra sementproduksjonen.

Karbonatisering i betong er normalt uønsket fordi prosessen vil når den går dypt nok inn i betongen gi korrosjon/rustskader på innstøpt stålarming. Det fører til svekkelser og redusert levetid for konstruksjonene, dvs. en ikke ønsket prosess.

Prosessen binder imidlertid karbon som hentes fra CO₂ i luft og er en «miljøfordel» over livssyklusen. Karbonatiseringsprosessen er dokumentert i en rekke forskningsarbeider og omtalt blant annet i Engelsen & Justnes (2014), Lyng (2014), Bramslev & Hagen (2017) og Norsk betongforening (2018).

Hvor mye karbon fra luften som reagerer med betongkonstruksjoner over levetiden, avhenger av materialsammensetning i betongen og luft-eksponering (Engelsen & Justnes, 2014). Det er først når betong knuses til mindre partikler i etterbruksfasen at lufttilgangen kan bli tilstrekkelig for at effekten kan ha en praktisk betydning. For å oppnå sitt fulle potensial må den knuste betongen spres utover slik at alle partikler er eksponert for luft. Om lag 40% av den CO₂ som slippes ut i kalsineringsprosessen under produksjonen av sement kan da potensielt absorberes. I Grønn materialguide er effekten av karbonatisering anslått til mellom 5 og 20% av CO₂ som ble sluppet ut i sementproduksjonen.

For at karbonatisering skal kunne regnes som miljømessig gunstig, er det altså en forutsetning at betongen knuses i etterbruksfasen og at partiklene ligger spredt slik at partiklene har god lufttilgang. Begge disse forutsetningene er usikre da knust betong ofte brukes som underlag for p-plasser, bærelag for veier, osv., og erstatter da pukk og grus. Oksygentilgangen vil da være mer begrenset og karbonatiseringen vil gå langsommere og ikke omfatte like store deler av betongen. Likevel er dette prosesser som må medregnes når klimagassregnskapet skal «gjøres opp».

2.7 Helhetlig klimagassutslipp fra en bygning

NS 3720 Metode for klimagassberegninger for bygninger spesifiserer hvordan beregningene skal utføres med hensyn på systemgrenser, omfang av bygningens materialer og systemer, levetider, bruk av EPD-data osv. Det er gjennomført en rekke beregninger for ulike bygninger i Norge og andre land basert på omlag de samme prinsipper.

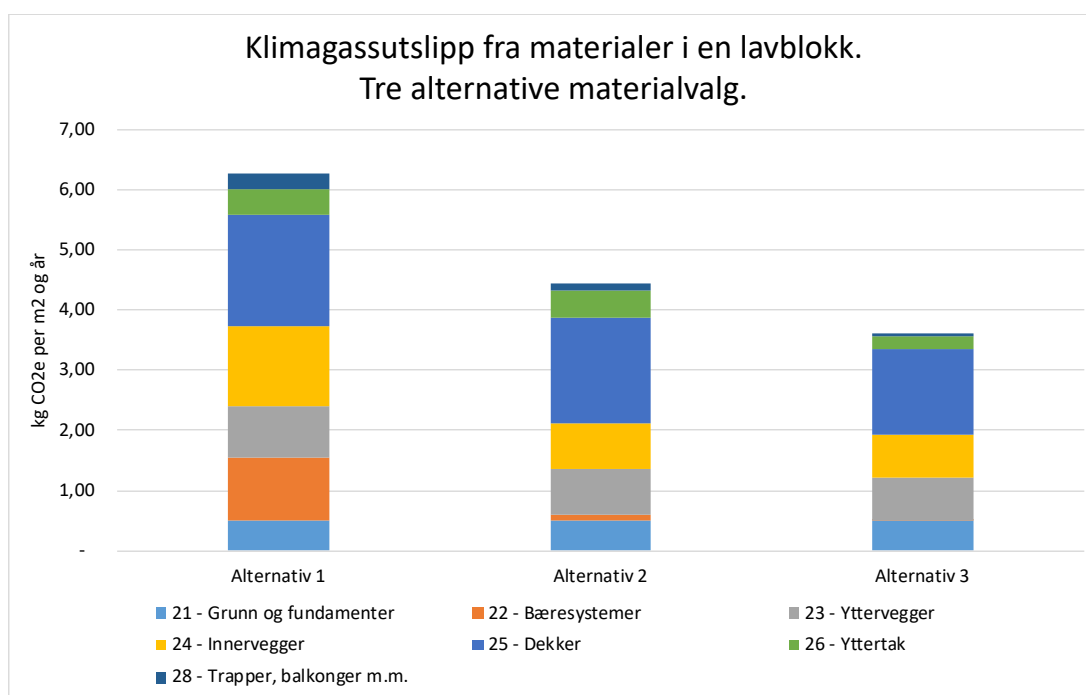
Figur 2-9 viser resultater for et konkret prosjekt der det er beregnet både en bygning med et utvalg av tradisjonelle materialer, alternativ 1 og 2, der alternativ 1 er et modellbygg, alternativ 2 er prosjektert/tilpasset bygg og i alternativ 3 er det lagt vekt på å redusere utslippet fra materialene. I alternativ 3 er det blant annet valgt massivtre (CLT) og lavkarbonbetong. Alternativ 1 er et tradisjonelt betong- og stålbygg uten vektlegging av lavutslippskvaliteter av disse materialene.

Utslippene for materialer omfatter A1-C4 i dette eksempelet, og er knyttet til råvareutvinning med transport og videreforedling, transport til byggeplass, selve byggearbeidene, vedlikehold og utskiftning i løpet av byggets levetid, samt avhending av materialene på slutten av levetiden. Beregningene er utført i henhold til NS 3720.

Forskjellen mellom alternativene 2 og 3 er ikke så stor, og noe av forklaringen i dette eksempelet er at man i alternativ 2 har valgt et produkt med lang transportavstand fra fabrikk til byggeplass. Forskjellen

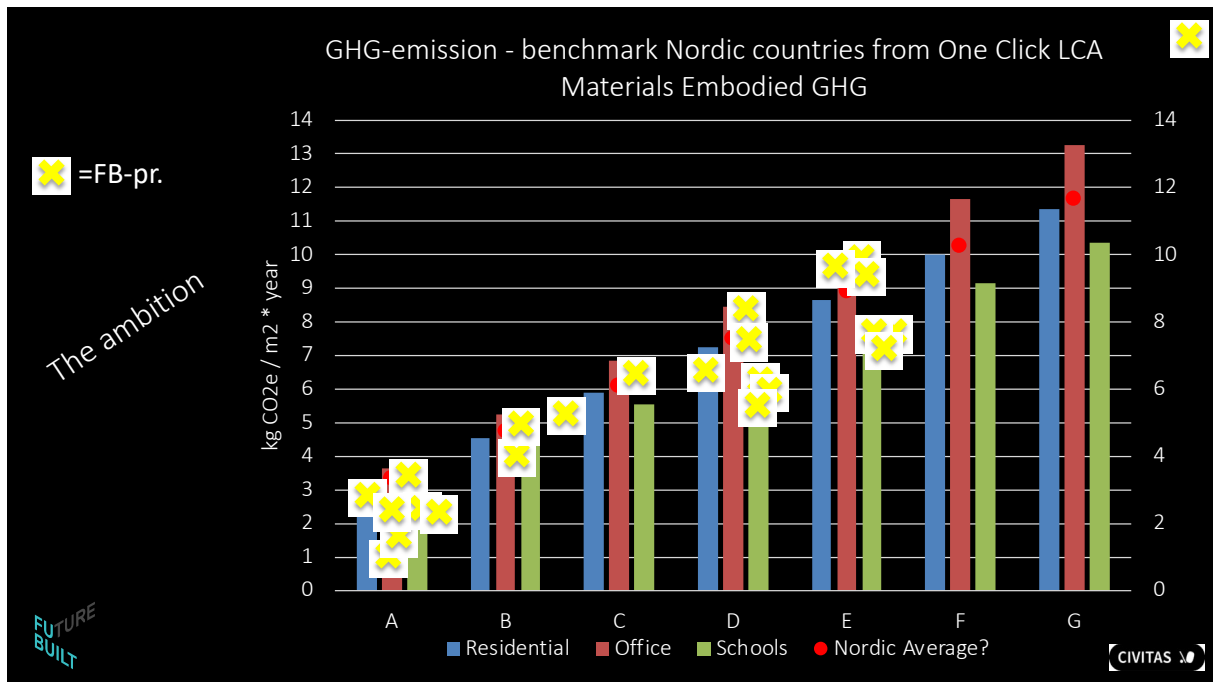
mellom alternativ 1 og alternativ 3 er ca 40-45 prosents reduksjon for sistnevnte. Dette er et potensial for utslippsreduksjoner som er identifisert i en rekke pilotprosjekter i programmene FutureBuilt og ZEB.

Hvis vi ser nærmere på resultatene og utslippsfordelingen på bygningsdeler, fremgår det at «22 Bæresystem», «23 Yttervegger», «24 Innervegger» og «25 dekker» er de største postene. I alternativ 3 er det f.eks. valgt å legge bæringen i ytter- og innervegger, så her er utslipp fra øvrig bæresystem fjernet. Materialvalg kan gi slike muligheter. Da er det ikke kun substitusjon av materialer som bidrar til reduserte utslipp, men også endrede løsninger som følge av andre materialvalg. Forskjellen mellom alternativ 1 og 2 er i all hovedsak andre konstruktive løsninger, men med de samme materialvalgene. Det illustrer hvilke muligheter som ligger i å optimalisere løsningene for å redusere materialmengdene.



Figur 2-9: Klimagassutslipp fra en bygning fordelt på bygningsdeler for tre alternative løsninger og materialvalg. LCA-modulene A1 til C4 inngår i beregningene. Oppnådd utslippsreduksjon ca. 40-45 prosent, alternativ 3 sammenlignet med alternativ 1. Kilde: Civitas, 2019.

Når det gjelder potensial for utslippsreduksjoner på bygningsnivå, viser Figur 2-10 et eksempel på oppnådd utslippsreduksjon for materialbruk på ca. 45 prosent mellom beste og dårligste alternativ. Det er dokumentert utslippsreduksjoner i en rekke prosjekter som har levert klimagassrapporter fra både referansebygg, prosjektering, som bygget og i drift. Prosjektbeskrivelser og dokumentasjonsrapporter finnes i Future Built's prosjektdatabaser og pilotprosjekter som del av forskningsprosjektet Zero Emission Building, samt hos en rekke byggherrer som Statsbygg, Undervisningsbygg i Oslo kommune, Bergen kommune, Trondheim kommune, Entra, PowerHouse alliansen, m.fl. Figur 2-10 viser utslipp fra materialer i et utvalg FutureBuilt-prosjekter (gule kryss) sammenlignet med nordisk benchmarking av tilsvarende bygninger beregnet med modellen One Click LCA. Eksemplene er hentet fra Future Built's ti år lange prosjektperiode (Selvig, 2019).

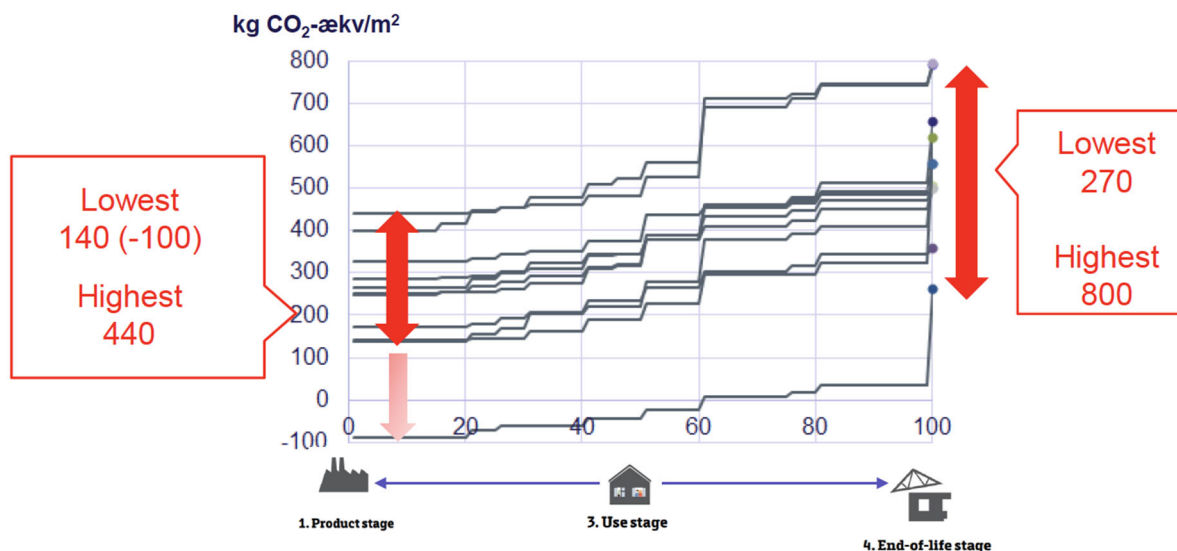


Figur 2-10: Klimagassutslipp for materialer i ulike Future Built-prosjekter (boliger, kontorer og skoler) vist som gule kryss, sammenlignet med benchmark for de nordiske landene i modellen One Click LCA. Kilde: Eivind Selvig, Civitas, 2019.

I regi av forskningsprosjektet Zero Emission Neighbourhood gjennomføres nå et omfattende analysearbeid av mer enn 100 norske prosjekter som har utført klimagassberegninger for materialbruken i bygningene. De aller fleste av disse prosjektene viser stort potensial for utslippsreduksjoner sammenlignet med det som anses å være standard byggemåte (konstruksjonsprinsipper og materialvalg). Det foreligger foreløpig ingen samleresultater fra analysene, og prosjektet skal pågå ut 2020 (Selvig pers med., ZEN-case, 2019).

I en dansk studie der det er beregnet klimagassutslipp over livsløpet for en rekke bygninger med samme funksjon, systemavgrensninger og modell, viser resultatene at de med lavest utslipp per kvadratmeter ligger 60-70 prosent lavere enn de med høyest utslipp (Birgitsdottir, 2019), Figur 2-11. Tilsvarende resultater er rapportert også i en stor multinasjonal studie av 80 utført som del av et IEA-prosjekt (Moncaster et al., 2019).

There is a large potential to reduce the embodied impacts



Figur 2-11: Klimagassutslipp bundet i materialer i bygninger. En analyse av 60 bygninger med samme funksjon, systemavgrensning og modell. Kilde: Birgitsdottir, 2019.

2.8 Usikkerhet og variasjon i forutsetninger

Det er en rekke faktorer i LCA analyser som er usikre. Forutsetninger er utslippsfaktorer for energi som anvendes i produksjonen. For eksempel elektrisitet som kan produseres på mange ulike måter med svært forskjellig utslipp. Ved produksjon på et kullkraftverk kan utslippet være 1000 gram per kWh, alternativt hvis det er vannkraft så kan utslippet være rundt 20-30 gram per kWh. Hvilken miks som anvendes kan derfor være avgjørende hvis produksjonen krever mye elektrisitet.

Transportavstander og -måter fra råvareuttak til fabrikk og fra fabrikk til byggeplass kan variere mye avhengig av hvor fabrikkene ligger og hvor produktet brukes (bygningen bygges). Det kan også bli store variasjoner for et produkt hvis man skifter råvareleverandør.

Produksjonsprosessene utvikler seg over tid, normalt til lavere utslipp per enhet. Hvis da et produkt har en levetid som fører til utskiftning om 20-40 år så vet vi ikke i dag hvor stort utslippet fra dette produktet i ny versjon vil være. I de fleste tilfeller anvendes dagens utslippsnivå også ved utskiftninger. En teknologiforbedring kan legges inn, men det gir også usikkerhet.

Flere av forutsetningene om hva som skjer med produktet etter at det er produsert, baserer seg på scenarier, dvs. at det alltid vil finnes andre alternativer enn de som er anvendt i beregningene. Det gjelder spesielt drift, vedlikehold, utskiftning, avhending og eventuelle substitusjonseffekter/gevinster etter endt livsløp for bygningen.

Når det gjøres en klimagassberegning for en hel bygning, har det også stor betydning om det finnes EPD'er for alle, eller en stor del, av de materialene som inngår i bygget. Det er en rekke produkter og produktgrupper hvor det ikke er utarbeidet EPD'er, f.eks. tekniske systemer. Det betyr at utslippsberegningene for en bygning per i dag vil være ufullstendig. Dette bringer også inn en usikkerhet knyttet til om de prioriteringer av tiltak som gjøres basert på dagens beregninger er de riktige. Hvor robuste er beslutningene mot slike usikkerheter? Dette er vanskelig å slå fast med sikkerhet, men skiller seg ikke fra andre områder der det må tas beslutninger under usikkerhet. Det viktigste er å være klar over situasjonen og hvilke faktorer som har størst betydning, og undersøke disse nærmere som del av beslutningsprosessen.

2.9 Kan det etableres et sett kriterier for å definere hva som er lavutslippsmaterialer?

Gjennomgangen i kapitlene 2.1 til 2.8 belyser ulike sider av hvordan man beregner livsløpsbaserte klimagassutslipp fra materialer (embodied greenhouse gases), fra sammensatte produkter, bygningsdeler og fra hele bygninger.

Det anbefales å ikke definere kriterier eller grenser for hva som er et lavutslippsmateriale. Årsakene er, som nevnt ovenfor, at hva som til syvende og sist gir de laveste utslippene fra en bygning eller bygningsdel er avhengig av konteksten materialet inngår i, hvilke andre kvaliteter og funksjoner som skal oppnås og en samlet vurdering av hvilke utforming og konstruksjonsprinsipper som egner seg i hvert enkelt tilfelle.

Det understrekes likevel at det er stort potensial for utslippsreduksjoner fra materialbruk i bygninger hvis man gjør valg basert på utslippsberegninger i et livsløpsperspektiv. Valgene bør innebære vurderinger av design, konstruksjonsprinsipper, mengdeberegninger, helhetlige løsninger, materialtyper, ombruksmuligheter, osv. Det må også tas hensyn til andre forhold som valg av tomt og byggegrunn, lokalisering mht. transportløsninger, energibehov og forsyning herunder lokal produksjon på eller ved bygningen.

3 Ombruk og materialgjenvinning

3.1 Introduksjon – rammevilkår

Det er et klart mål, både nasjonalt og internasjonalt, at mengden avfall skal reduseres, og at avfallet som genereres enten skal materialgjenvinnes eller ombrukes. Avfallshierarkiet, ett viktig prinsipp i norsk avfallspolitikk, det vil si i fallende prioritert forebygging og avfallsminimering før ombruk, materialgjenvinning, forbrenning med og uten energiutnyttelse og deponering. EUs avfallsdirektiv (EU 2008) har en målsetting om at 70 prosent (i vekt) av avfallet fra bygge- og anleggsvirksomhet skal materialgjenvinnes innen 2020. Denne målsettingen omfatter ikke materialgjenvinning av farlig avfall, eller forbrenning med energiutnyttelse.

Miljøverndepartementet lanserte en ny nasjonal avfallsstrategi i 2013 som blant annet pekte ut bygg- og anleggsavfall og de utfordringene som er knyttet til målsetningene i EUs avfallsdirektiv som et prioritert område (MD 2013). Stortingsmeldingen 'Avfall som ressurs – avfallspolitikk og sirkulær økonomi' (KMD 2017) presenterer avfallspolitikkenes rolle i en sirkulær økonomi, og vektlegger enda sterkere avfallsforebygging, økt ombruk og materialgjenvinning. Igjen ble det påpekt behovet for utvikling med hensyn på bygg- og anleggsavfall.

Total avfallsmengde i Norge i 2017 var på 11,7 millioner tonn, og 25 prosent av totalen ble generert ved bygge- og anleggsvirksomhet. Mengde avfall fra nybygging, rehabilitering og rivning har økt de siste årene - fra 1,8 millioner tonn i 2013 til 1,9 millioner tonn i 2017 (SSB 2019). Samtidig har materialgjenvinningen sunket fra 1 million tonn til 0,6 millioner tonn (SSB 2019). Det betyr at utviklingen for avfall fra bygge- og anleggssektoren (BA-sektoren) de siste årene har gått i motsatt retning av nasjonale og Europeiske materialgjenvinningsmål.

I 2017 sto riveaktivitet for 40 prosent av de totale avfallsmengdene fra BA-sektoren, og andelen har økt gradvis de siste årene. Tyngre fraksjoner (tegl, betong og metaller) utgjorde 50 prosent av den totale mengden, blandet avfall sto for 15 prosent og asfalt og tre utgjorde henholdsvis 10 og 13 prosent. Av total avfallsmengde fra BA-sektoren, ble 34 prosent levert til ombruk/materialgjenvinning i 2017 (SSB 2019).

3.2 Avfallsminimering

I avfallshierarkiet har forebygging og avfallsminimering høyeste prioritet (MD 2013). Forebygging og avfallsminimering innebærer at man allerede i planleggingsprosessen av et nybygg eller en rehabilitering optimaliserer riktig mengde materialer (ikke for mye og ikke for lite), vurderer prefabrikkerte løsninger og setter i system et eventuelt salg av overskuddsmateriell som har dokumenterte egenskaper.

Prefabrikkerte løsninger er blant annet prekutt av materialer til riktig lengde/bredde for direkte innmontering, større eller mindre elementer gjerne sammensatt av ulike materialer og større moduler slik som ferdigstilte baderomskabiner. Ved å velge prefabrikkerte løsninger, vil avfallsgenereringen flyttes fra byggeplass til produksjonsbedrifter av løsningene. På produksjonsbedriftene antar man at mengden generert avfall vil være lavere enn på byggeplassen når tilsvarende applikasjon/konstruksjon monteres.

Emballering av leverte materialer, produkter og moduler på byggeplassen utgjør også en stor del av avfallet fra byggenæringen. Et utviklet samarbeid mellom entreprenør og materialleverandører om ulike logistikk- og lagringsløsninger om minimering av emballering og/eller endring i emballeringspraksis bør ha en god effekt.

3.3 Ombruk og materialgjenvinning – utfordringer og muligheter

De samme kvalitets- og byggetekniske krav utløses ved ombruk av byggevarer i bygg som ved bruk av nye materialer i nybygg. Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK 2016) setter krav til dokumentasjon og omsetning av alle produkter til bygg. Byggevareforordningen er en del av denne forskriften som regulerer CE-merking av byggevarer etter en harmonisert standard eller en europeisk teknisk bedømmelse av varen. Dokumentasjonskravet i DOK gjelder for brukte byggevarer som omsettes. Om man ombruker byggematerialer på stedet ved rehabilitering, utløses ikke kravet siden materialet ombrukes direkte av samme eier. Miljøprestasjonen til bygg i Teknisk forskrift (TEK 2017) regulerer bestemmelser som blant annet har betydning for ressursbruk og avfallsbehandling. Effektiv og tilrettelagt ombruk av byggevarer er utfordrende under dagens regelverk, og en tilpasning av regelverket slik at det harmoniserer mer med en sirkulær kvalitetsforståelse og ønsket fremtidig praksis er under vurdering av myndighetene. En rekke regulatoriske systemer og standarder er knyttet til avfall som går videre til energi- og materialgjenvinning. Disse regulerer gjerne kvalitet og innhold (f.eks. grenseverdier for kjemiske komponenter og ulike fraksjoner av farlig avfall) i avfallet som går videre inn i nye omdannede produkter eller som energi.

Byggenæringens Landsforening og NHP-nettverket (Nasjonal handlingsplan for bygg- og anleggsavfall) engasjerte Asplan Viak i 2018 til å utrede tekniske, juridiske, miljømessige og markedsmessige barrierer og muligheter for ombruk av byggevarer og tekniske installasjoner (Asplan Viak 2018). I tillegg til de rent regulatoriske og juridiske forholdene, slik som beskrevet over, peker rapporten på barrierer som inkluderer et ikke-utviklet marked for profesjonelle aktører og manglende informasjon og kvalitetssikring av brukte byggevarer. Nasjonale mål om reduksjon av klimagassutslipp fra bygg er en av de viktigste drivkreftene til ombruk. For enkelte prosjekter vil ombruk ha potensialet til å bidra vesentlig i klimaregnskapet dersom det benyttes i stort omfang. Endring av regulatorisk/juridiske rammeverk, bruk av økonomiske insentiver, kompetansebygging, etablering av markedsplass, kontrollordninger og risikohåndtering er foreslått som tiltak for å fremme ombruk.

Asfalt, metaller og papp/papir er fraksjonene som har høyest grad av materialgjenvinning. I totalvekt levert til materialgjenvinning, bidrar fraksjonene asfalt og tegl/betong/tyngre bygningsmaterialer mest. Trevirke utgjør 14 prosent av BA-avfallet, hvorav 99 prosent av dette energiutnyttes og kun én prosent materialgjenvinnes.

Tegl- og betongavfall utgjør altså den største andelen (i vekt) av BA-avfall. Deler av dette avfallet kan inneholde miljøgifter. For å legge til rette for økt ombruk må det tydeliggjøres når avfallet kan ombrukes uten tillatelse fra miljømyndigheter og når det er nødvendig med tillatelse. Miljømyndighetene har derfor de senere år videreutviklet og tilpasset regelverket med tanke på å øke nyttig og miljøforsvarlig bruk av avfall og lett forurensede masser. Ombruk av hulldekker i betong anses som en god strategi for ombruk av betong (Naber 2012), og i Norge har oppmerksomheten om, og interessen for, ombruk av hulldekker økt kraftig de siste årene. Flere prosjekter gjennomføres nå med tanke på ombruk av hulldekkebetong, bl.a. ble hulldekker fra R4-bygget i Regjeringskvartalet benyttet ved rehabilitering/transformering av bygg i Kristian August gate 13 i Oslo. Betong blir også materialgjenvunnet inn i nye produkter. I tillegg kommer muligheter for ombruk av andre typer betongelementer, samt plasstøpt betong ved at det skjæres ut elementer/deler av betongkonstruksjonen.

De økonomiske og miljømessige produksjonskostnadene ved framstilling av murstein i tegl er relativt høye. Teglstein har imidlertid lang levetid (avhengig av kvalitet) og er et modulært produkt som passer godt til ombruk. Opp gjennom tidene har man da også en tradisjon for ombruk av teglstein og takstein i Norge, om enn ikke i en stor skala. Som en av få material-/produkttyper, er det via European Organisation for Technical Approvals utstedt en 'European Assessment Document' (EAD) for ombrukt murstein av tegl, som dermed gir grunnlaget for en frivillig European Technical Assessment (ETA) og

CE-merking (Miljøstyrelsen 2018). Ombruk av murstein i tegl, som krever lite forbehandling (ikke ombrenning) og rensing, kan potensielt ha en stor miljøeffekt.

Bærende stålkonstruksjoner er dokumentert å være godt egnet til ombruk. Det er imidlertid fremdeles en del barrierer for effektiv ombruken. Mangel på kunnskap, mangel på forskrifter som regulerer ombruk av stål og hensiktsmessige tekniske løsninger blir av Widenoja et al. (2018) pekt på som barrierer for økt ombruk. Det er imidlertid lange tradisjoner for materialgjenvinning av stål, aluminium og andre metaller, og teknologien og effektivitet rundt disse prosessen er moden og utviklet. Aluminium er et godt eksempel på dette siden mesteparten av alt aluminium som hittil er produsert er fremdeles i bruk.

Det er en utfordring å øke ombruket og materialgjenvinningsgraden for trevirke, og på kort sikt kan man ikke forvente like høy materialgjenvinningsgrad for tre som for annet bygg- og anleggsavfall. En av årsakene er at forbrenning av treavfall gir energi som kan erstatte fossile energikilder. Videre har det hittil vært vanskelig å oppnå økonomi ved materialgjenvinning av treavfall siden Norge har mye jomfruelig tremateriale. Imidlertid er det et tydelig push fra myndigheter, interkommunale og kommersielle avfallsaktører, treindustri og byggebransje om å utløse innovasjoner med hensyn til minimering av avfall (kundetilpassede lengder på sagkvaliteter, elementer i krysslåst tre, byggesett m.fl.), ombruk (laftetømmer, krysslåst tre, design for demontering, ombrukskledning m.fl.) og materialgjenvinning (trebaserte plater, biokull og biokarbon, komposittmaterialer m.fl.) av tre og trebaserte materialer. I 2018 startet Arbor prøveproduksjon av trebaserte plater med innskudd av treavfall som råvare fra (Avfall Norge 2018), og man forventer at andre produsenter også vil teste ut lignende strategi. Videre er det flere utviklingsprosjekter der treavfall inngår som råstoff i nye produkter bl.a. i produksjon av biokarbon for smelteverksindustrien (NIBIO 2018) og kjernelag i krysslåst tre (Rüther 2018).

3.4 Demontering, håndtering, lagring og bearbeiding

I teorien kan man tenke seg at det er mulig å ombruke og materialgjenvinne tilnærmet alle komponenter i et bygg, men innsatsen, både miljø- og energimessig og økonomisk, vil være svært høy. Prosessen med å ta ett materiale fra et rivningsbygg frem til det er montert i et nytt bygg eller omdannet til et nytt produkt kan være lang og inneholde mange elementer, slik som: planlegging for demontering, demontering, sortering, mellomlagring, transport, ny mellomlagring, ny sortering, kvalitetskontroll, oppredning, produksjon, ny kvalitetssikring, transport, lagring, montering. I tillegg kommer ulike utfordringer i de ulike trinnene som for eksempel at påstøp gjør det komplisert å ombruke hulldekkeelementer, samt hvor demonterbare koblinger mellom ulike bygningsdeler er. Hver og en av aktivitetene vil ha et tilhørende klimaavtrykk og kostnad som vil bli tillagt materialet i en livsløpsyklus. Derfor er det avgjørende å følge strategien om ombruk og gjenvinning av de materialer som krever lavest innsatsfaktorer med hensyn på energibruk, miljø, klima og økonomi.

4 Strategier i offentlig og privat sektor

Det foreligger ikke noen helhetlig strategi i offentlig regi for byggematerialer med hensyn til reduserte klimagassutslipp. Norge har forpliktet seg til å redusere sine utslipp med 40 prosent innen 2030 i forhold til 1990 og å bli et lavutslippssamfunn i 2050. Norge har imidlertid i dag høyere utslipp enn i 1990. Behovet for omstilling er stort, og tiden er knapp (Grønn konkurransekraft 2016).

Regjeringen arbeider sammen med EU for å oppfylle Parisforpliktelsen. Gjennom et slikt samarbeid vil 2030-målet for ikke-kvotepiktige utslipp nås med hovedvekt på innenlandske utslippsreduksjoner og med nødvendig bruk av EU-regelverkets fleksibilitetsmekanismer. De ikke-kvotepiktige utslippene kommer i hovedsak fra transport, jordbruk, bygg og avfall, men også fra industrien og petroleumsvirksomheten. Regjeringens strategi for 2030 legger til rette for betydelige utslippsreduksjoner nasjonalt (Meld. St. 41, 2016-2017).

I flere utredninger er det vist til ulike barrierer og tiltak som kan påvirke bruk av materialer med lave klimagassutslipp i bygg. Nedenfor er det gitt en oppsummering av foreslåtte tiltak fra meldinger, strategier og rapporter relatert til å kutte i norske utslipp knyttet til materialbruk i byggsektoren. I referansene finnes det en rekke punkt som omhandler forhold utover materialbruken, men her fokuseres det på materialbruk i bygg. Disse utredningene med anbefalinger om tiltak og virkemidler utgjør en viktig del av grunnlaget for videre arbeid med å redusere barrierene og øke bruken av løsninger og materialer som gir lave klimagassutslipp og lave miljøbelastninger generelt.

Grønn konkurransekraft

Utgangspunktet for rapporten var hvordan Norge kan skape grønn konkurransekraft (Regjeringens ekspertutvalg for grønn konkurransekraft 2016. (<https://www.gronnkonkurransekraft.no/files/2016/10/Strategi-for-gr%C3%B8nn-konkurransekraft.pdf>). Ekspertutvalget ga anbefalinger om hvordan Norge kan omstilles til et lavutslippssamfunn og samtidig skape verdier og nye arbeidsplasser.

Ekspertutvalget lister ti prinsipper for utforming av politikk (de prinsippene som er mest relevante for byggematerialer er referert i mer detalj):

1. Forurensere skal betale.
2. Utslipp og andre eksterne effekter skal prises.
3. Det vi vil ha mindre av, skal skattes mer. Det vi vil ha mer av, skal skattes mindre.
4. Det skal legges til rette for at forbrukere kan foreta informerte beslutninger.
5. Offentlige anskaffelser skal være grønne.
6. Offentlig sektors innkjøpsmakt må benyttes for å akselerere det grønne skiftet. Utgangspunktet må være at alle offentlige anskaffelser skal være grønne. Samtidig må offentlige anskaffelser brukes som verktøy for å drive innovasjon. Innkjøpsprosessen må bidra til å skape markeder for nye produkter, tjenester, teknologier og løsninger.
7. Planlegging og investeringer skal ta utgangspunkt i målet om å bli et lavutslippssamfunn i 2050.
8. Stat og kommuner må ta hensyn til utslipp av klimagasser og velge en tidshorisont og en rentesats for sine beregninger som avspeiler klimautfordringens langsiktige karakter og faren for irreversibel oppvarming. Dette gjelder særlig store investeringer i infrastruktur. Stat og kommuner må også bruke dagens kunnskap om konsekvenser av klimaendringene for å minimere fremtidige tilpasningskostnader.
9. Livssyklusperspektivet skal legges til grunn for offentlige investeringer og anskaffelser.
10. Det offentlige må i egne beslutninger om investeringer og anskaffelser legge kostnader og miljøvirkninger i et livssyklusperspektiv til grunn. Kostnadene over hele levetiden må inngå i

beslutningsgrunnlaget. Det sikrer at beslutningene er i tråd med lavutslippssamfunnet, og vil også bidra til at forbrukere og næringsliv blir bevisste på konsekvenser i et livssyklusperspektiv. Det offentlige bør bidra til at det utvikles gode metoder for beregning av livssykluseffekter.

11. Nye lovforslag skal inkludere en vurdering av CO₂-effekter der det er relevant.
12. Dette vil bidra til å skape bevissthet rundt samfunnets felles omstillingsutfordring og at det er avgjørende at alle viktige veivalg er i tråd med og støtter opp under lavutslippssamfunnet.
13. Grønn konkurransekraft skal bygges på velfungerende markeder.
14. Det skal rapporteres på det vi vil oppnå og det vi vil unngå.

De anbefalingene fra ekspertutvalget som anses å være mest relevante for byggematerialer er:

- Lavutslippsløsninger skal prioriteres gjennom hele virkemiddelapparatet.
- Virkemiddelaktørene må samarbeide bedre og strekke seg langt for å støtte opp under felles mål.
- Sivas aktiviteter bør integreres i Innovasjon Norge slik at innovasjonsaktiviteten samles på ett sted.
- Offentlig sektors innkjøpsmakt må benyttes for å akselerere det grønne skiftet og stimulere til innovasjon og teknologiadopsjon.
- Ambisiøse funksjonskrav bør legges til grunn for offentlige anskaffelser med potensiell klimagevinst.
- Det må gjøres livssyklusanalyser, med beregninger av de samlede omkostning av anskaffelsen i løpet av dens forventede levetid.
- Det bør opprettes et nasjonalt senter for innkjøpskompetanse.
- Det må settes klare målsettinger for avfallsreduksjon og økt materialgjenvinning i Stortingsmeldingen om avfall og sirkulær økonomi (publisert 2017).
- Ved offentlige innkjøp skal levetid og resirkulerbarhet vektlegges spesielt.
- Myndighetene kan og bør premiere byggeiere som går foran.
- Det må utvikles treffsikre virkemidler for å nå Stortingets målsetning om 10 TWh redusert energibruk i eksisterende bygningsmasse.
- Det må utvikles enklere og mer egnede omforente metoder for livsløpsbetraktninger som fremmer gode forbrukervalg.
- Norge bør øke bruken av tre i bygg, blant annet ved å videreutvikle standarder og styrke samarbeidet mellom treindustrien og FoU-miljøene om forskning, innovasjon og kompetanseutvikling.

17 sektorer har levert inn egne veikart for grønn konkurransekraft. De som anses som mest relevante for bygg er listet under (finansnæringen, eiendomssektoren og skog og trenæringen).

Veikart for grønn konkurransekraft i finansnæringen.

Finansnæringens veikart for grønn konkurransekraft (Finans Norge 2018

(<https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/dep/kld/nyheter/2018/veikart-for-gronn-konkurransekraft/id2604070/>) går ikke spesifikt inn på byggematerialer, men gir seks premisser som må oppfylles for at visjonen, som inkluderer klimamål, skal oppnås.

Visjon: «Finansnæringen i 2030 er lønnsom og bærekraftig. Vi finansierer, forvalter og forsikrer med kunnskap om klima. Slik skaper vi verdier og bidrar til grønn konkurransekraft. For finansnæringen i 2030 betyr dette:

- Åpenhet og tilgang til data og informasjon.
- Beslutninger basert på kunnskap om klimarisiko og muligheter.
- Økt innovasjonstakt og grønt næringsliv.

For at finansnæringen skal kunne nå visjonen har de laget et veikart som bygger på seks premisser:

1. Myndighetene lever opp til klimaforpliktelsene i Paris-avtalen og i den norske klimaloven.
2. Vurderinger av klimarisiko inngår som en naturlig del av finansnæringens forvaltningsansvar.
3. Forurenser betaler.
4. Finansnæringen og myndighetene spiller på lag.
5. Finansnæringen må være «grønn» i 2030 for at Norge skal være et lavutslippssamfunn i 2050.
6. Omstillingen må skje i et fornuftig og forutsigbart tempo.

Veikart for grønn konkurransekraft for skog og trenæringen

Verdikjedesamarbeid 2016 (AHO, Norsk bioenergiforening, Treindustrien, Norskog, TTB, Norges skogeierlag, Maskin entreprenørenes forbund, Fellesforbundet, Kystskogbruket, <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/dep/kld/nyheter/2018/veikart-for-gronn-konkurransekraft/id2604070/>) har foreslått følgende tiltak som er relevante for alle typer lavutslippsmaterialer:

- Offentlige innkjøpere må stille krav til fornybare løsninger ved alle relevante prosjekter, både nye- og renoveringsprosjekter.
- Byggregelverket må være konkret og tydelig på prinsippene i sirkulær økonomi.
- Lavutslippsløsninger skal prioriteres gjennom hele virkemiddelapparatet.
- Virkemiddelaktørene må samarbeide bedre og strekke seg langt for å støtte opp under felles mål.
- Ved offentlige innkjøp skal levetid og resirkulerbarhet vektlegges spesielt.

Eiendomssektorens veikart mot 2050

Rapporten Grønn Byggallianse og Norsk Eiendom 2016

(<https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/dep/kld/nyheter/2018/veikart-for-gronn-konkurransekraft/id2604070/>) er ment som en anbefaling til eiere og forvaltere av yrkesbygg i Norge om hvilke valg de bør gjøre på kort og lang sikt. Målet er at eiendomssektoren skal bidra til et bærekraftig samfunn i 2050. Rapporten fungerer også som et innspill til Regjeringens utvalg for Grønn Konkurransekraft.

Ti anbefalte strakstiltak for små og store byggeiere:

1. Miljøfyrtårnsertifisere organisasjonen (ISO 14001 eller miljøfyrtårn for mindre bedrifter).
2. Fjerne fossil oppvarming (olje og gass), også til topplast.
3. Kun kjøpe bygningsprodukter uten innhold av helse- og miljøfarlige stoffer.
4. Innføre miljøledelsessystem, for eksempel en BREEM-In-Use gjennomgang, på hele porteføljen og sette opp plan for kontinuerlig forbedring av byggene.
5. Gjennomføre en utredning om hva takflatene kan og bør brukes til, som for eksempel overvannshåndtering, energiproduksjon, rekreasjonsareal eller birøkt.

Spesifikt for nybygg og rehabiliteringer:

6. Premiere innovative løsninger og diskutere risikohåndtering, for eksempel gjennom å sette av en egen post i budsjettet for risiko ved utprøving av nye løsninger.
7. Kreve at arkitekten utarbeider plan for hvordan materialene kan demonteres og gjenbrukes ved ombygging eller riving og tilstrebe å finne løsninger og materialer som gir minst mulig avfall.

8. Bestille energibudsjett for beregnet reelt energibruk (i tillegg til beregningskrav i TEK) og dokumentasjon av hvilke tiltak som er gjort for å få ned forventet reelt energiforbruk i drift av bygget.
9. Etterspørre og prioritere bygningsprodukter som har lave klimagassutslipp (dokumentert gjennom EPD (Environmental Product Declaration)).
10. Etterspørre fossilfri byggeplass.

Ti anbefalte strakstiltak til myndighetene:

Incentiver. Grønne bygg, det vil si bygg som tilfredsstiller gitte miljøkrav, bør premieres gjennom incentivordninger som:

1. Egen byggesaksbehandler som bidrar til prioritert og løsningsorientert saksbehandling.
2. Reduserte byggesaksgebyrer.
3. Handlefrihet til økt utnyttelsesgrad i reguleringsplaner.
4. Lavere eiendomsskatt.

Økonomiske støtteordninger

5. Videreutvikle Enova-støtte til ambisiøse forbildeprosjekter og eksisterende bygningsmasse, med krav om måloppnåelse i reell drift.
6. Innføre ENOVA-støtte til energiledelse i bygg.

Reguleringer

7. Etablere en rehab-TEK med funksjonskrav tilpasset eksisterende bygg.
8. Etablere dokumentasjonskrav til eksisterende miljøkrav til materialer i TEK.
9. Innføre komponentkrav i tråd med Klimaforliket.
10. Innføre krav om å dokumentere klimagassutslipp fra bygg i TEK, inklusive utslipp fra energibruk og materialer.

Barrierer er gitt i rapporten og de som anses å ha relevans for bygningsmaterialer er følgende:

- Våre bebyggelsesmønstre som er spredt og ikke samordnet med kollektiv infrastruktur.
- Våre materialvalg, der vi i veldig liten grad stiller krav til produktenes miljøegenskaper, selv om noe av dette er lovkrav allerede.
- Vår holdning til avfallsreduksjon og til avfall som ressurs.
- Energibruk i eksisterende bygningsmasse som i snitt er ca. 2,5 ganger så høy per kvm som nye bygg forventes å bruke.

Andre poeng fra rapporten relatert til bygningsmaterialer:

- Velg material med lave utslipp, og planlegg for å bruke minimalt med materialer.
- Velg riktig levetid og kortreiste materialer.
- Still funksjonskrav og dokumentasjonskrav til produktene.
- Lag et klimagassregnskap for bygget.
- Samfunnstrender som kan være til hjelp: urbanisering, digitalisering, industrialisering, forenkling av regulering, forenkling av bygg, fleksibilitet og individualisering.
- Ingen virkelig store samfunnsendringer har kommet som følge av lovendringer alene. Det har alltid vært et samvirke mellom næringsliv, myndigheter og samfunn, men som regel er det næringslivet

som har ledet an. Kreativitet har alltid vært en drivkraft for produktutvikling. De næringslivsaktørene som har hatt suksess, har vært de som har vært åpne for nye ideer og trender, kombinert med en evne til å tenke langsiktig og visjonært.

- Det vil imidlertid kreve sterke ledere som har kunnskap og forståelse for hvilke endringer som kreves i tiden framover. De må kunne stå imot sterke lobbykrefter, for det vil alltid være tapere ved store samfunnsendringer.
- I Norge forventes en befolkningsvekst på ca. 30 % fram til 2050. Også i Norge forventes befolkningsveksten å komme i og nær de største byene.

Kjente ressurser – uante muligheter – Regjeringens bioøkonomistrategi

Gjennom en målrettet og koordinert innsats kan bedre utnyttelse av de fornybare biologiske ressursene bidra til ny vekst og et grønt skifte i norsk økonomi. Regjeringen har derfor utarbeidet en nasjonal bioøkonomistrategi (Regjeringens bioøkonomistrategi 2016.

(https://www.regjeringen.no/contentassets/32160cf211df4d3c8f3ab794f885d5be/nfd_biokonomi_strategi_uu.pdf).

De tiltak og samarbeid som anses å være mest relevante for byggsektoren er listet under:

- Ressursene skal brukes og gjenbrukes mest mulig effektivt.
- Ressursene skal brukes på en mest mulig lønnsom måte.
- Benytte offentlige virkemidler på en mer helhetlig og koordinert måte, på tvers av sektorer og ledd i verdikjeden.
- En offentlig anskaffelsespraksis som bidrar til å redusere skadelig miljøpåvirkning og fremme klimavennlige løsninger der dette er relevant, blant annet ved at det tas hensyn til livssykluskostnader.
- Det offentlige skal være forbilde og motivator for miljøvennlige byggeløsninger.
- Overordnede mål: 1) økt verdiskapning og sysselsetting, 2) reduksjon i klimagassutslipp, 3) mer effektiv og bærekraftig ressursutnyttelse.
- Bedre informasjon om biobaserte produkter, redusere markedsusikkerhet
- Økt ressursutnyttelse og -gjenvinning.
- En viktig forutsetning for verdiskapning basert på fornybare biologiske ressurser, er at det finnes nasjonale/internasjonale markeder som etterspør og verdsetter fornybare biobaserte produkter, blant annet som alternativ til produkter basert på fossilt karbon. Regjeringen vil legge til rette for dette gjennom bedre informasjon om fornybare bio-/plantebaserte produkter og redusert markedsusikkerhet.
- Regjeringen vil fortsatt stimulere til økt industrialisering i produksjon av treprodukter gjennom virkemidler gjennom blant annet Innovasjon Norge.

Foreslåtte samarbeid på tvers av sektorer, næringer og fagområder:

- Økt samarbeid innenfor og mellom verdikjeder.
- Økt tverrfaglighet og samfunnsdialog.

Markeder for fornybare biobaserte produkter:

- Bedre informasjon om biobaserte produkter.
- Redusert markedsusikkerhet.

Effektiv utnyttelse og lønnsom foredling av fornybare biologiske ressurser:

- Økt foredling mot produkter med høy avkastning.
- Økt ressursutnyttelse og -gjenvinning.
- Bærekraftig produksjon og uttak av fornybare biologiske ressurser.
- Økt lønnsom og bærekraftig produksjon og uttak.
- Gode rammer for bærekraftig produksjon og uttak.

Meld. St. 41 (2016-2017) Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid

Meldingen (<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-41-20162017/id2557401/>) omhandler ikke byggematerialer, men fokuserer på energi til oppvarming av bygg. Regjeringens klimapolitikk bygger på følgende:

- Forurenser skal betale. Virkemidler bør velges ut fra kriteriet om at den som forurenser eller skader miljøet skal betale for skaden som forvoldes.
- Effektive virkemidler. Virkemidlene bør innrettes slik at miljømålene oppnås med størst mulig sikkerhet og til lavest mulige kostnader for samfunnet. Miljøavgifter, omsettelige kvoter, direkte reguleringer, avtaler, informasjon og subsidier må kombineres mest mulig effektivt.
- Støtte til teknologiutvikling. Å utvikle og ta i bruk klima- og miljøvennlige teknologier er viktig for å møte klima- og miljøutfordringene, og kan også gi norsk næringsliv nye markedsmuligheter.
- Globale effekter avgjørende. Virkemidlene i klimapolitikken må bidra til at globale utslipp går ned.
- Et lavutslippssamfunn, ikke et lavinntektssamfunn. Vi må utnytte mulighetene som ligger i det grønne skiftet.

Under er utdrag fra meldingen som omhandler klimagasseffekten fra energibruk i byggsektoren samt betraktninger angående materialvalg.

«Byggsektoren står i dag for om lag 40 prosent av netto innenlands energibruk i Norge, men bare om lag 2 prosent av de samlede klimagassutslippene. I 2030 forventes utslippene å utgjøre 0,7 prosent av klimagassutslippene. Dette står i sterk kontrast til land der fossile energibærere fortsatt dominerer varme- og kraftforsyningen. Energieffektivisering i bygg vil derfor ha liten effekt på klimagassutslipp i Norge ettersom det meste av det stasjonære energiforbruket i Norge dekkes av fornybare kilder. Effektiv og klimavennlig bruk av energi er imidlertid en sentral del av energipolitikken frem mot 2030, som ble lagt frem i Meld. St. 25 (2015–2016).» Det minnes om at nye bygg skal stå lenge, og de valgene som gjøres i dag vil påvirke energibruken og hvilken fleksibilitet vi har i energisystemet frem i tid.

«Regjeringen vil også bidra til økt bruk av tre i bygg og vurdere andre tiltak som kan bidra til å øke lageret av karbon i langlevde treprodukter. Økt bruk av tre i bygg gir også substitusjonseffekter i andre sektorer. De fleste tiltakene i sektoren gir først og fremst effekt på lengre sikt, ut over 2030. Det er likevel viktig å gjennomføre tiltak også i skog og arealbrukssektoren frem mot 2030, for å legge til rette for økt opptak og reduserte utslipp på lengre sikt.»

«Norge har lange tradisjoner for bruk av trevirke i eneboliger og andre mindre bygg, som mindre næringsbygg og driftsbygninger. De siste årene har utvikling av ny teknologi også gjort det mulig å bruke trevirke i større bygg og konstruksjoner. Ved bruk av massivtrekonstruksjoner eller limtrekonstruksjoner er det blitt mulig å bygge i høyden, også i urbane strøk. Utfordringene ved brannsikkerhet, holdbarhet og bæreevne, som tidligere har begrenset trebruken, er nå i hovedsak løst. Likevel viser studier at barrierer som blant annet manglende standardisering og industrialisering, manglende kompetanse hos aktører i næringen og mangel på preaksepterte løsninger er til hinder for en omlegging til økt bruk av tre i større og urbane bygg og konstruksjoner. Dette er forhold som også Skog 22 og Ekspertutvalget for grønn konkurransekraft har pekt på.»

«Selv om trebruk ofte ikke er dyrere enn alternativene, blir tradisjonelle og utslippsintensive byggematerialer ofte valgt. Regjeringen vil bidra til økt bruk av tre i bygg og vurdere tiltak som kan bidra til å øke lageret av karbon i langlevde treprodukter i klimarapporteringen.»

5 Oppsummering av intervjurunden

Her er det gitt en oppsummering av hovedtrekkene i intervjurunden – uten å gå inn på hvert enkelt intervju. Det er tilstrebet en geografisk fordeling som dekker hele landet, men et flertall av intervjuobjektene har base på Østlandet. Både miljøeksperter og helt ordinære aktører uten særskilt kjennskap til lavutslippsmaterialer har blitt intervjuet. Det er totalt gjennomført 34 intervjuer der personer fra følgende grupper er representert:

- Offentlige og private byggherrer
- Ferdighusprodusenter
- Entreprenører med underleverandører
- Rådgivende ingeniører
- Byggevarekjeder – utsalg
- Material- og byggevareprodusenter
- Arkitekter
- Interesseorganisasjoner
- Offentlige instanser
- Eiendomsmeglere
- Pilotprosjekter innen bærekraft

For hvert spørsmål er det gjort en oppsummering av svarene fra intervjuene. Det er først gitt en vurdering ut fra helhetsinntrykket fra intervjurunden og deretter er det gitt en oppsummering av de svarene som har kommet for å vise mangfoldet. Det er ikke gjengitt hva den enkelte har svart, men det er foretatt en sammenstilling av svarene, og hvert kulepunkt kan derfor representere flere svar med samme innhold.

5.1 Hva forbinder du med begrepet lavutslippsmaterialer (lave klimagassutslipp)?

Vurdering

Mange er usikre på hva lavutslippsmaterialer er. Begrepet tolkes både som klimagassutslipp, forurensning til ytre miljø og emisjoner til inneklimate.

Mange uttrykker at lavutslippsmaterialer ikke bør knyttes til noe spesielt materiale. Det bør legges til grunn en objektiv og «godkjent» regnemåte for karbonutslipp – i hele produktets livsløp.

Det gis også uttrykk for at det ikke er kun ett svar på dette, men at beregninger må til for å avgjøre hva som er best i hvert prosjekt. Hvilke forutsetninger som blir satt for beregningene og at man inkluderer utslippene fra transport til byggeplass, blir sett på som viktig. I tillegg pekes det på at hele livsløpet må inkluderes, også avhending og potensiale for ombruk.

Trevirke, naturmaterialer, lavkarbonbetong, resirkulert materialer og ombruk av materialer blir ofte nevnt. Mange svarer bare trematerialer.

Oppsummering av svar

- Må være basert på dokumentasjon der hele livsløpet er vurdert, inkludert etterbruk og transport.
- Konkurransedyktige materialer med hensyn på utslipp internt i en materialgruppe.
- Det handler ikke om spesifikke materialer, men ytelser, og kunne dokumentere ytelser. Mindre utslipp av karbon enn det en normalt har.
- Forbinder lavutslippsmaterialer med mye mer enn trebruk.
- I utgangspunktet naturmaterialer, men at det også kan være andre materialer. Materialer med liten grad av tilvirkning og lite bearbeiding før det kan benyttes.
- Tre og betong med lavt klimafotavtrykk.
- Materialer med lavt karbonavtrykk. Det meste er trebasert, selv om det ofte er transportbasert (transporten er lang fra produsent til bruker), så vil en forbinde lavutslippsmaterialer med trematerialer.
- Det er først og fremst tre, men en tenker også på resirkulerte materialer, eller andre materialer der en spesielt har gjort noen grep slik at en har lavere utslipp.
- Materialer som er naturlige, kortreiste og der det er brukt lite energi ved framstilling.
- Det alle tenker på er bruk av tre, fordi det selges inn som dette (lavutslippsmaterialer).
- Byggematerialer som slipper ut mindre miljøfarlige stoffer og har mindre negativt «avtrykk» mht. miljø og bærekraft.
- Treverk.
- Lavkarbonbetong.
- Lavt energiforbruk ved produksjon.
- Ombruk av materialer. Resirkulerte materialer.
- Minimering av materialmengde og slanke konstruksjoner.
- Klimagassutslipp og emisjoner.
- CO₂-lagring.
- Kortreiste varer.

5.2 Nevn eksempler på det som oppfattes som lavutslippsmaterialer

Vurdering

Har ulike aktører i bransjen samme oppfatningene av hva som er et lavutslippsmateriale eller er synet sterkt påvirket av ståsted og rolle?

Svarene spriker, spredningen er stor, og er trolig et uttrykk for at det er flere veier/strategier til lave klimagassutslipp. Flere understreker imidlertid at de ikke har noe særlig kunnskap om dette, og derfor er svært usikre på hva de her skal svare. Det synes som om det er større kunnskap hos aktørene som bygger næringsbygg enn de som bygger boliger.

Tre og trebaserte produkter nevnes av nesten alle. Materialer med høy resirkuleringsgrad og ombrukte materialer trekkes fram av mange som vel så viktig som lavt utslipp i første gangs produksjon. En annen viktig påpekning fra flere, er at de fleste materialer har mulighet til å bli lavutslippsmaterialer hvis dette vektlegges i utviklingen av nye resepter og produksjonsmåter. Betongbransjen trekkes fram som et eksempel der det de siste årene er utviklet betong med vesentlig lavere klimagassutslipp enn det som inntil nå har vært normalen. Det er oppnådd reduksjoner på 30 til 60 prosent (se Figur 2-6) gjennom innovativ produktutvikling. Det vises til at det jobbes godt med ulike typer produkter for å redusere klimafotavtrykket.

Et viktig poeng som er nevnt av mange, er at utslippsforskjellene mellom produsenter av samme produkt/materiale, kan være vesentlig større enn forskjellene mellom ulike produktgrupper/materialer. Valg av produsenter kan derfor være like utslagsgivende for klimagassregnskapet som valg av produkt/materialtype.

Det nevnes også at det er like viktig å slanke konstruksjonene og redusere materialmengdene.

Oppsummering av svar

- Tre og trebaserte produkter.
- Tre har vært materialet en forbinder med dette i bygg, men etter hvert har betongnæringen kommet etter, og det skjer mye spennende på stålsiden og betongsiden. Gjenbruk av stål og betong. Bruk av leire innenfor sementindustrien er spennende.
- I utgangspunktet tenker en på tre, men det kommer også bedre betongkvaliteter. Gjenbruk av stål er bedre enn nytt stål.
- Der det har vært størst positiv utvikling er betong. Hele betongbransjen har redusert sine utslipp.
- Må bruke betong i bygg, men må benytte den med lavt karbonfotavtrykk.
- Sterk konkurranse på klima innenfor isolasjon.
- Innenfor gips jobbes det med dette.
- Resirkulert gips, glass/glassull, stål, aluminium.
- Bevisstheten medfører reduksjon i alle deler av næringen.
- Viktig å se forskjeller mellom produsenter innenfor hvert materiale- også innenfor treprodukter. Må på en smart måte fremme de produsentene som ligger «godt an».
- Alle materialer har potensial til å bli det. Sirkulærøkonomi kan bli viktig. Betongelementer i gjenbruk er et eksempel. Det er ikke gitt at tre er best bestandig. Får bruk for alle materialer i framtiden.
- Treverk. Resirkulerte materialer. Resirkulert aluminium. Resirkulerte materialer generelt.
- Kan egentlig være alt. Tre ubehandlet. Tegl. Naturmaterialer. Stein. Lavkarbonbetong.
- Trefiberisolasjon.
- Produkter som varer lenge uten vedlikehold, men som også har lavt utslipp i produksjon, og som kan gjenbrukes,
- Naturmaterialer uten mye bearbeiding – og lite vedlikehold.
- Må optimalisere bygget med hensyn til klimagassutslipp. Varierer fra situasjon til situasjon, for eksempel med hvilke krav det er til brann og lyd.
- Slanke konstruksjoner og minimering av materialer.
- Steinmaterialer.
- Lavkarbonbetong.
- CLT (Cross Laminated Timber).
- Konstruksjonsvirke av tre.
- Norsk trevirke (det må tas hensyn til transportavstander ved bruk av trematerialer).

5.3 På en skala fra 1-5 der 5 er viktigst: Hvor viktig synes du bruk av lavutslippsmaterialer er?

Intervjuobjektene svarene at klimagassutslipp og lavutslippsmaterialer vektlegges og det oppfattes som en vesentlig faktor å ta hensyn til. Flere understreker at de tror dette blir enda viktigere i årene som kommer.

Ca. 85 prosent av intervjuobjektene svarte at bruk av lavutslippsmaterialer er viktig (svaralternativ 4-5). De resterende 15 prosent fordeler seg jevnt over verdiene 1-3.

5.4 Har din virksomhet ambisjoner på feltet? Og i så fall hvorfor? Gi eksempler

Vurdering

De aller fleste sier at deres virksomhet har ambisjoner på feltet, men ambisjonene er i mange tilfeller ikke veldig spesifikke. Begrunnelsene er imidlertid ulike og spenner fra rent forretningsmessige vurderinger som konkurransefordel og omdømmefaktor til et klart ønske om at virksomheten skal bidra til de globale klimagassreduksjonene i tråd med Parisavtalen. I en del tilfeller blir klimaaspektet inkludert i en større sammenheng der det er målsettinger om å drive bærekraftig og/eller miljøvennlig.

Det blir pekt på at dokumentasjon av klimagassutslipp kan være et konkurransefortrinn for norske byggevarerprodusenter som blant annet anvender elektrisitet fra fornybare kilder (vannkraft, vind).

Oppsummering av svar

Svarene er gruppert i to; en gruppe med svar som peker på klare ambisjoner om å redusere klimagassutslipp fra sin virksomhet, og en annen gruppe som har uklare, eller ikke har, ambisjoner.

Svar fra intervjuobjekter i virksomheter med klare klimaambisjoner:

- Det er etterspørsel etter dette.
- Det er et konkurranseelement.
- Svært viktig, og konkurransen mellom produktene må være reell og riktig.
- Strategi og tilbud til kundene.
- Viktig med produksjon i Norge for å unngå transport, samt bruke norsk el og lokalt råstoff som er klimavennlig. Flytte produksjon nærmere markedet og lokale råvarer.
- Stimulert til konkurranse mellom produsenter for å utvikle stadig nye løsninger med lavere karbonfotatrykk.
- Globale og nasjonale klimamål som utgangspunkt for fokuset på det.
- Få det inn i kommunenes planer er viktig.
- Samfunnsansvar hos eierne, viktig samfunnsmessig sett.
- Omdømmefaktor.
- Bruk av trevirke i lavere bygg, tre skal vurderes i alle bygg, men nødvendigvis ikke velges.
- Bruker klimagassregnskap på prosjekterte bygg og tar beslutninger ut fra dette.
- Mål om nullutslippsbygg og fossilfrie byggeplasser.
- Fokus på gjenbruk.
- Tilegne seg kunnskap for å benytte «nye» materialer.
- Prøver å bruke så «grønn» betong så mye som mulig.
- Eierne forventer at det vil være en riktig investering fordi kundene vil velge det som er mest klimavennlig. Vil være en del av den framtidige løsningen.
- Ønsker å jobbe innovativt og meningsfylt med nye løsninger.
- Høye ambisjoner, og jobber mot investorer, markeder, anskaffelser og kommunikasjon.
- Har visjon om at alt skal være bærekraftig av det som blir levert/foreslått av løsninger der klima er et av de viktigste kriteriene. Skal ha en egen bærekraftsansvarlig person på større prosjekter.
- Store ambisjoner, og jobber konkret med å få enklere beregninger med hensyn til hva som er riktig materialvalg med hensyn til klimagassregnskap, og at hele livsløpet må inn i regnskapet.
- Strategi for å foreslå løsninger for å minimere bruken av materialer. I alle prosjekter skal oppdragsgiver tilbys å gjøre en miljøprofil.
- Forholdet mellom materialene må bli bedre.
- Kortreiste produksjonssteder og marked. Viktig å hjelpe kunder til å velge riktig.

Svar fra intervjuobjekter i virksomheter som har uklare, eller ikke har, klimaambisjoner:

- Har ikke definert egne mål, men er opptatt av temaet.
- Ja, for ikke å bli akterutseilt, men har ikke konkrete målsettinger.
- Har fokus på bærekraft, men ikke konkrete mål. Tiltak i forbindelse med transport.
- Nei
- Nei, ikke isolert sett, men kan inngå i noen prosjekter som en «pakke». Bygherrer vil av og til ha «grønne bygg».
- Nei, boligkundene forventer at nybygg er «state of the art» på området.
- Kan mangle forankring i ledelsen. Redsel for at det vil koste mer.

5.5 Nevn viktige barrierer og tiltak for å benytte det som blir nevnt som lavutslippsmaterialer

I det følgende har vi valgt å sortere de barrierer og tiltak som intervjuene har avdekket inn i kategoriene:

- Tekniske
- Økonomi og kostnads-/prispress
- Prosjektets størrelse (og økonomiske muskler)

- Lovregulering og krav
- Holdninger (verdier)
- Kompetanse i bransjen – motvilje mot endring
- Prosjektutvikling – framdrift og faseinndeling
- Manglende miljødokumentasjon
- Manglende tilgjengelighet i markedet
- Kunnskap og kompetanse

Der det er identifisert en barriere vil det samtidig åpne seg muligheter for å iverksette tiltak for å overkomme barrieren. Vurderingene inneholder derfor både en påpekning av hva som vurderes som barrierene og mulige tiltak. Siden dette er oppsummering av intervjuene, er dette et bilde på de intervjuedes oppfatning av dagens situasjon.

5.5.1 Tekniske

Vurdering

Intervjuene avdekker at det ikke er mange tekniske hindre for å ta i bruk lavutslippsmaterialer, men at barrierene er manglende kjennskap, manglende tekniske godkjenninger og preaksepterte løsninger. På grunn av disse manglene må prosjektet bruke mye tid på å dokumentere og vurdere om de nye løsningene er tilfredsstillende. Det oppleves som for høy prosjektrisiko ved å benytte løsninger som ikke er utprøvd. Med prosjektrisiko menes her økonomiske og fremdriftskonsekvenser.

De fleste ser det som fullt ut mulig å bruke ulike kombinasjoner av lavutslippsmaterialer, også med hensyn til kritiske egenskaper/funksjoner som lyd og brann. Mange er imidlertid usikre på spennlengder og -retninger ved bruk av trekonstruksjoner (massivtre/CLT) sammenlignet med betong- og stålkonstruksjoner.

Foreslåtte tiltak som har kommet fram i intervjurunden er blant annet:

- Å få flere av løsningene som har vist seg å fungere i pilot-/eksempelprosjekter, dokumentert og preakseptert blant annet mht. styrke, stabilitet, levetid, brann, lyd, akustikk, energi, spennretning, spennlengder, geometri, mv.
- At det gis støtte til eksempeprosjekter og innovasjonsprosjekter for å etablere slike løsninger og utvikle retningslinjer basert på kunnskapen fra disse prosjektene.
- At det utvikles flere beregningstekniske hjelpemidler der byggets eller bygningsdelens klimagassregnskap kommer tydelig fram, og der en kan optimalisere klimagassbudsjettet med ulike kombinasjoner av materialtyper og -mengder. Her må hele levetiden inkluderes.
- At usikkerhet i beregningene utforskes og dokumenteres, f.eks. knyttet til vedlikeholdsbehov og eventuelle egenskapsforandringer over tid.
- Å utarbeide en veileder for hvordan en bør gå fram for å bygge klimavennlig – ulike strategier, løsninger, helhetlige materialkonsepter og kombinasjoner, herunder hvordan redusere kapp og svinn (avfall).

Oppsummering av svar

- Godkjenninger må være på plass, og så er det usikkerhet mht. eventuelle egenskapsforandringer over tid når materialer blir brukt på nye måter, eller nye materialer erstatter eksisterende.
- Usikkerhet mht. vedlikeholdsbehov er en barriere for å endre materialbruken.
- Manglende dokumentasjon av produktegenskaper (brann, lyd, energi, inneklima, ventilasjon)
- Brann og akustikk ved bruk av tre. Det finnes løsninger, men hva skal velges? Mangler erfaring mht. hva som fungerer, og da blir det en barriere å ta tak i en slik problemstilling. Ved strenge krav til lyd, må det inn mange tiltak ved bruk av tre slik at det vil ødelegge en del for CO₂-avtrykket. Når det gjelder stabilitet i høye bygg, må tre brukes i kombinasjon med betong for å få nok tyngde.
- Opplevelsen av tre.
- Det må legges andre forutsetninger til grunn ved bruk av tre, f. eks. andre spennvidder enn ved betongkonstruksjoner. Det er behov for mer kunnskap om preaksepterte løsninger for brann, RIB, takhøyde, brann, spenn, etc.
- Etasjeskiller i tre er tykkere enn i betong. Dette kan gi konflikt med regulerte høyder. I noen tilfeller kan fukt være en utfordring ved bruk av trevirke.
- For lavkarbonbetong kreves det noe annet utstyr, samt andre herdetider.
- Ønskelig med et verktøy for å gjøre tidligvurderinger i et prosjekt. Gode og nøytrale sammenligninger mellom de ulike oppbyggingsmetodene av en konstruksjon med hensyn til klimaregnskap. Hele funksjonen må inngå i analysen, ikke bare enkeltmaterialer. Å bare se på enkeltmaterialer blir en barriere i seg selv.
- Å måtte gjøre beregninger på klimaeffekt er en barriere – det rent beregningstekniske. Det er tidkrevende, og derfor ønsker en å unngå det. Derfor blir det også vanskelig å gi tilbud fordi en vet ikke helt hva som skal leveres før en analyse er utført.
- Behov for en veileder med hensyn til hvordan en skal gjøre de rette valgene og vurderingene dersom en har ambisjoner om bygging med lave klimagassutslipp (f.eks. hva må rives, hva kan benyttes på nytt, etc.).
- Det må på plass flere eksempler i flere kategorier for å få erfaring, og disse må støttes gjennom ulike støtteordninger. Dette må gi et erfaringsgrunnlag som gjør det tryggere å bygge med lavutslippsmaterialer i ulike kombinasjoner.
- Tenke hele livsløpet når det gjelder materialkvalitet, der også avhending og avfallshåndtering inngår, og at bygg kan tilpasses på en fleksibel måte til endret bruk i framtiden. Det er utfordrende å bygge fleksible bygg som kan vare lenge med ulik bruk.
- Det innebærer en ukjent helhet å bygge med andre materialer. Vil ha liten risiko for å få reklamasjoner.
- Hva er teknisk mulig med hensyn til å bygge med slankere konstruksjoner?
- Ulike materialer har ulike tekniske fortrinn og ulemper/funksjonsbegrensninger. Alt kan ikke brukes til alt – uansett klimagassutslipp.

5.5.2 Økonomi og kostnads-/prispress

Vurdering

Klimagassreduksjoner er kommet inn som et «nytt hensyn» i byggebransjen. Alle nye hensyn og krav som skal innarbeides medfører nye/andre kostnadsposter og fordelinger enn man er vant til. I en omstilling vil det derfor som regel være «oppstartskostnader» før det er bygget opp tilstrekkelig med erfaringer i bransjen og hos aktørene.

Mange av de intervjuede personene peker på risikoen ved å ta i bruk nye løsninger og materialer, og understreker at denne risikoen prises når det stilles krav om klimagassreduksjoner sammenlignet med dagens praksis.

Det er også usikkerhet vedrørende levetid og vedlikeholdsbehov på de «nye» produktene og materialene. Denne usikkerheten prises også inn.

Flere av de intervjuede er usikre på om materialer med lavt klimagassutslipp er dyrere enn de tradisjonelle, og om økt innkjøpskostnad kompenseres av mindre vedlikehold eller at kostnaden øker

ytterligere på grunn av økt vedlikehold og utskiftningstakt. Noen uttaler at det er en myte at det er vesentlig dyrere å bygge et lavutslippsbygg. Årsaken til økte byggekostnader er ikke nødvendigvis økte materialkostnader eller reelle byggekostnader, men økt risikopåslag fra alle involverte som ikke har erfaring med de nye løsningene.

For boligmarkedet er det vanskelig å vinne fram med lavutslippsløsninger dersom det medfører høyere boligpriser.

Prisen blir sett på som svært viktig pr. i dag, men flere nevner at de yngre kundene (kjøpere og leietagere) antagelig vil vektlegge klimagassutslipp høyere enn tilfellet er i dag. Dette vil trolig kreve at lavutslippsløsninger selges inn aktivt i markedsføring og i vektlegging fra myndighetenes side.

For næringsaktører er det enklere å vinne fram med lavutslippsløsninger, selv om de er dyrere fordi det finnes en del aktører som ønsker å profilere seg som foregangsaktører på området.

Foreslåtte tiltak som har kommet fram i intervjurunden er blant annet:

- Få erfaring gjennom eksempelbygg og få på plass preaksepterte løsninger slik at risikoen, inkludert den økonomiske risikoen, reduseres.
- Anvende f.eks. statlige støtterordninger (Enova, etc.) i en overgangs-/utviklingsfase for å få mer erfaring, og redusere risikoen, med lavutslippsløsninger.
- Premiere bygninger med lave klimagassutslipp, eller
- Legge inn klimaavgift på løsninger med høye klimagassutslipp.

Oppsummering av svar

- Mangel på kunnskap fører til risiko på kostnadssiden. Risikovurderingen står sterkt. Dersom denne kan prises realistisk så kan en gå inn på det. Risikoprisingen vil avta etter hvert som en får erfaring. Når kompetanse og kunnskap blir bedre vil det bli billigere.
- Det er dyrere å bygge boliger med lavutslippsmaterialer, eller: Er lavutslippsmaterialer reelt sett dyrere, eller er det en myte?
- Pris er viktig for kjøper/utbygger, og viktig i markedet, og da blir materialbruk med hensyn til klimagassregnskap underordnet, men det er en økende bevissthet hos kjøperne. Sluttkunden eller byggherren må overbevises om at det er fornuftig å bruke mer penger på lavutslippsmaterialer.
- Pris må sees i sammenheng med varighet. Mangel på konkrete tall hva kostnadene vil innebære, inkludert vedlikehold, med nye materialer. Hele livsløpet må inkluderes.
- Prisnivået på betong er i ferd med å bli ganske likt. Lavkarbonbetong blir vanligere og vanligere. Lang herdetid kan indirekte gi økte kostnader.
- Anskaffelseskonkurranser der premisser for materialvalg allerede er lagt er uheldig.
- Klima-/miljøregnskap burde følges opp på samme måte som økonomien blir fulgt opp.
- Premiering: F.eks. lavere byggesaksgebyr på prosjekter med god miljøprofil, eller CO₂-skatt/avgift på bakgrunn av klimagassregnskap.
- Økonomien i å bygge med lavutslippsmaterialer henger sammen med kompetanse, og litt med marked. Markedet for stål og betong er gjennomarbeidet. Tresystemene er fremdeles i sin barndom.
- Overraskende liten betalingsvilje for grønne produkter. Prestisjeprosjekter er villige til å betale, men ikke de store volumene av «vanlige» prosjekter.
- Ikke/liten betalingsvillighet for mer miljøvennlige boliger.
- De første prosjektene må ta utviklingskostnaden.
- Dokumentasjon av produkter for ombruk er et hinder. Kostnadsdrivende.
- Masseproduksjon må til for å få ned enhetskostnadene. De første byggene blir dyre.
- Det er ressurskrevende å dokumentere nye løsninger.
- Boligutviklere skal ikke betale driftskostnadene selv, i motsetning til næringsbygg, der det er større mulighet for å se på livsløpskostnader.
- Tilskudd fra f.eks. Enova kan bidra til å fremme bruk av lavutslippsmaterialer. Dette vil bidra til å redusere risikoen ved å gjøre nye ting.
- Trenger bedre kunnskap om økonomiske konsekvenser av lavutslippsmaterialer.

- Hvis det ikke er miljøkrav fra byggherre, blir det bygd som «vanlig», men med støtteordninger/økonomiske incentiver, hadde dette vært annerledes.
- Både pisk og gulrot bør brukes på de som ikke henger med i bruken av lavutslippsmaterialer.
- For boligbygg må det bli etterspørsel fra kjøpere/leietakere for at en byggherre tar hensyn til det.
- Utfordringen er å få kjøper/leietaker til å bli bevisst på dette, men med sterkere mediafokus og oppmerksomhet kan det også bli mer bevissthet om dette.

5.5.3 Prosjektets størrelse og økonomiske muskler

Vurdering

De store statlige og kommunale byggherrene samt profesjonelle eiendomsutviklere med økonomiske muskler har gått foran i å ta klimaansvar. Det er dels på grunn av politiske ambisjoner og oppdrag, og dels på grunn av profesjonelle store leietakeres og brukeres ønske om bygninger med lave miljøbelastninger. Deler av det offentlige og enkelte private næringsaktører har betalingsvilje og evne til å prioritere denne kvaliteten ved bygningene. De har også hatt økonomiske muligheter til å gjennomføre utvikling og testing av nye løsninger som del av prosjektutviklingen ved å bruke tid og kostnader på rådgivere og forskere tidlig i planleggingen, gjennom å varsle markedet (byggevareprodusenter og forhandlere) om at kommende tilbudsforespørsler vil inneholde krav om klimagassutslipp. Det er også tatt i bruk utviklingsanskaffelser.

I denne omstillingsfasen, er det derfor i de store næringsbyggene og offentlige bygninger at klimagassbudsjett og -regnskap har blitt utarbeidet som et grunnlag for valg av materialer og konstruksjonsløsning. Fram til i dag har dette i liten grad vært gjort for boligprosjekter og småhusmarkedet. Teknisk sett blir det framhevet fra flere at ulike materialer og kombinasjoner med lave klimagassutslipp har vist seg å fungere svært godt for store bygg, og at det dermed ikke er en tekniske eller økonomisk barriere lengre.

Foreslåtte tiltak som har kommet fram i intervjurunden er blant annet:

- Dokumentere løsningene og erfaringene – vise overføringsverdi til småhussegmentet
- Støtteordninger
- Byggherre må stille krav
- Kjøper og/eller leietaker må stille krav – påvirke markedet

Oppsummering av svar

- Vedlikehold er viktig å ta med, og det er mangel på dokumentasjon og erfaring på en del av materialer/løsninger.
- Mer bevissthet rundt dette ved nybygging, men målsettingen gjelder også ombygging.
- I boligsektoren har det vært en fraværende etterspørsel etter klimaløsninger – dette gjelder mest småhus med mange beslutningstakere. Nå kommer de store aktørene, og de vil drive den øvrige utviklingen i boligsektoren.
- BREEAM har vært viktig for å utvikle markedet for bærekraftige næringsbygg, men et problem har vært at «klimapoengene» oppleves som krevende og kostbare å oppnå og har derfor blitt nedprioritert. For store næringsbygg har man tatt seg råd til å gjøre det, mens i mindre prosjekter har det blitt bestemt konkrete materialvalg uten å gjøre denne typen vurderinger for å sanke klimapoeng i BREEAM-sertifisering.
- Pris betyr mer i noen bygningstyper enn andre, f.eks. for lagerbygg er det stort prispress på byggekostnader. Vanskelig å konkurrere på annet enn pris, og det kan være utfordrende i forhold til eksisterende «standardløsninger»
- Ved bruk av lavkarbonbetong eller gjenbruksstål, så har byggstørrelse ingen betydning.
- Mest mulig bør bygges i tre – ikke noe stor begrensning teknisk, men man må tenke annerledes med hensyn til arkitektur, konstruksjonsprinsipper, spennlengder, geometri, osv. Må ha noe masse(tyngde) for

å ta vindlast, jordskjelv etc. For massivtre har det vært utfordringer med å oppfylle kravene i TEK til lydtransmisjon og brann, men man tror at det finnes løsninger og at det i hovedsak står på kompetansen og viljen hos rådgiverne for å få det til. Det er enklere å levere tilbud på standardløsninger enn nyutviklede løsningsalternativer.

- Ikke så stor forskjell i antall materialtyper som benyttes når det gjelder store og små bygninger. Noen bygg er avhengig av mer materialer av en viss type, f.eks. store bygg må ha en del mer stål og betong enn mindre bygninger. For små bygninger er det større fleksibilitet.
- Mindre innvirkning av dette i dag. Barrieren ligger kanskje mest hos innstillingen til folkene/rådgiverne og enn i de tekniske mulighetene. Ikke kommende leietakere som stiller spørsmål om dette.
- Ulike materialer er riktige ut fra byggets geometri, størrelse, funksjon, etc.
- Spesifikasjoner fra kommuner om fokus på lavt CO₂-utslipp for småhus må være mer forankret i hvordan det totale bildet er, og ikke bare legge på krav.
- Det burde vært mer spesifikt hva som er energi og klima – differensiering.
- For store bygg på utleiemarkedet begynner det å bli viktig å ha et miljøsertifisert bygg.
- Byggstørrelse i seg selv er ikke noen hindring på grunn av at det er vist at både tre og lavkarbonbetong fungerer, samt at materialer må kombineres. Men spesialbygg koster ofte mer.
- Større etterspørsel etter miljøbygg for næringsbygg enn for bolig. Ingen etterspørsel etter miljøbygg innen boligsektoren.
- BREEAM kommer, men ikke sikkert man henter poeng på klimatiltak.
- De største, tyngste delene f.eks. bæring har mest å si. Bygningsdeler knyttet til tidslinje. Hvis teglfasade eller bæring er bestemt tidlig, er handlingsrommet lite for entreprenør.
- Det varierer hvilke materialer som er hensiktsmessige. Små bygg kan enklere utføres med trekonstruksjoner. Høye bygg ofte mer hensiktsmessig med betong.
- Gode lavutslippsalternativer for fundamentering og grunn er vanskelig å finne.

5.5.4 Lovregulering og krav

Vurdering

Det pekes på som en barriere at det i dag ikke er krav til klimagassbudsjett eller rammekrav for utslipp fra materialer ved nybygg eller rehabilitering. Det er også uklart hvor langt en kommune kan gå i å stille krav til materialbruk i en reguleringsplan.

Mange av de intervjuede gir uttrykk for at det må settes myndighetskrav, lovregulering og tekniske krav, f.eks. en maksimumsgrenser for CO₂e-utslipp for bygninger, materialer og andre kilder. Noen mener at det må komme inn krav også på arealplannivå.

Det har kommet konkrete forslag til hvordan et slikt krav kan utformes; XX kg CO₂e/m². Det pekes på teknisk forskrift til plan- og bygningsloven (TEK) og at når denne skal revideres så bør det komme inn krav til klimagassberegninger og kanskje nivå som differensieres mht. byggtipe/-størrelse. Dokumentasjon og beregninger må ikke være for kompliserte. Det bør medfølge sanksjoner hvis kravene ikke innfris. Det blir uttrykt fra flere at det er viktig at et krav ikke fører til økte byggekostnader. I tillegg må kravene settes slik at det ikke blir svært komplisert å beregne og dokumentere at kravene oppfylles.

Enkelte av de intervjuede mener at hvis man ønsker å få til et grønt skifte så kreves reguleringer i første omgang, men på lengre sikt er det bedre at bransjen ordner det selv. Det regulatoriske peker ut en retning og det gir likhet for loven. I tillegg må man gjøre det attraktivt å skille seg ut, f.eks. ved sertifikater som sier at et produkt er bedre enn andre. Dette skaper betalingsvillighet, og da er det drevet videre. Regulatoriske krav er viktige for å initiere prosessen med å ta klimagasshensyn ved valg av konsept, konstruksjonsløsninger og materialer.

Det pekes også på at man i utviklingen av kravene også må ta hensyn til ombruk av både bygninger og bygningsdeler – det sirkulære bygget.

Foreslåtte tiltak som har kommet fram i intervjurunden er blant annet:

- Klargjøre hvilke krav kommuner kan stille til klimagassvurderinger, beregninger og valg av lavutslippsmaterialer i kommuneplan, områdeplan og detaljreguleringsplan.
- Stille krav i TEK om klimagassberegninger og dokumentasjon av samlet utslipp fra materialer i bygningen (nye og rehabilitering).
- Stille krav i TEK om maksimalt xx kg CO₂e/m² differensiert på ulike bygningstyper.
- Stille krav i TEK om vurdering av ombruk av bygninger fremfor rivning.
- Stille krav om en prosentandel ombruk og prosentandel materialgjenvinning av bygningsdeler ved rivning.
- Stille krav om at byggevarer alltid skal ha EPDer og oppgi klimagassutslipp per enhet (stk., meter, kg, liter, osv.).

Oppsummering av svar

- Kommunene burde kunne kreve mer. Det er uklart hvor strenge krav kommunene kan stille i reguleringsplaner i forhold til TEK osv. Det er et uklart regelverk.
- Skal det inn i lovverket må en ha en god måte å stille kravene på, og at kravene ikke stilles slik at det blir for kostbart. Bransjen må øve seg på å finne de gode løsningene, og myndighetene må bidra underveis med midler.
- Regelverk mangler for sirkulær tenking.
- Et forskriftskrav må differensiere mellom ulike bygningstyper, f.eks. CO₂ pr. m², og at en har med produksjons-, drifts- og avhendingsfasen.
- Noen standarder med lite nyanser – passer ikke for alle materialer. Et materiale kan bli klassifisert som ikke egnet i utgangspunktet uten at det er basert på testing og innovasjon.
- Regelverket er en barriere, men er det tilpasset ulike materialer godt nok? Er det for strengt i kombinasjon med andre krav?
- Offentlige byggherrer kan bestemme sine egne kriterier, og det offentlige burde være mer tro til at en bidrar til konkurranse for klimariktige produkter i bygg.
- Det bør være ytelser som er det sentrale, og ikke hvilket materiale som benyttes. Klimaregnskap må dokumenteres.
- Det offentlige som samfunnsutvikler er viktig, men det ligger begrensninger i lovverket for å nå de målene som er satt. Kan kreve utredninger slik at en får mer kunnskap inn i et prosjekt.
- Skal det virkelig bli endringer må det forankres i regelverk. Bør bli mer lovpålagt. Bør ha et regelverk som er tøffere.
- Det er behov for å sette krav til klimabelastning fra materialbruk i TEK, f.eks. et maks antall kg CO₂/m²/år, tilsvarende som det er for energibehov i dag. Det er kun energifokus i regelverket.
- Vi hindres ikke av regelverk i dag. Men ønsker ikke kun energikrav, kan være motstridende.
- Er skeptisk til endringer som kan gjøre byggeprosessen dyrere.
- Stat og kommune bør sette krav, slik at det blir like vilkår. Men det må ikke bli for kompliserte beregninger. Da blir det for dyrt å bygge.
- Gjerne nye krav, men de må følges av støtteordninger (støtte til investering og utvikling av nye løsninger).
- Bruk av regelverk er effektivt og vil alltid være en driver. Men det må være gjennomførbart og da trenger man dokumentasjon på hva som er bra og dårlig. Må ha beregningsmåte for de konkrete bygningene.
- Det vil være nærmest umulig i dag å få et presist og rettferdig lovverk. Ønsker det velkomment, men er skeptisk til rettferdigheten.
- Ta i bruk §1 i pbl. Teknisk forskrift og andre forskrifter må tas i bruk. Krav må også inn i arealplaner. Da slipper ingen unna, får ikke konkurransevridning.
- Lavutslipp kan vektlegges mer. Men regelverket er samlet sett komplisert nok som det er.

- Det er mer enn nok i det offentlige regelverket som gir utfordringer. I forhold til UU-krav (universell utforming) er det lite fokus på lavutslippsløsninger. Misforhold mellom utslipp av klimagasser og energi. Kunne vært sterkere føringer mot lavutslipp.
- Regulatoriske krav viktige for å initiere prosess. Ønsker man å få til et grønt skifte er det best at bransjen ordner det selv, men det kreves ofte reguleringer i første omgang. Det regulatoriske peker ut en retning. I tillegg må man gjøre det attraktivt å skille seg ut f.eks. ved sertifikater som sier at et produkt er bedre enn andre. Dette skaper betalingsvillighet, og da er det drevet videre.
- Håper ikke vi får flere regler! Bransjen er veldig regelstyrt og det er mye lobbyvirksomhet for å komme rundt regelverket.

5.5.5 Holdninger og verdier

Vurdering

Det å endre vaner oppleves av mange som en stor barriere. Det spiller da liten rolle om endringen skyldes krav til eller ønske om lavutslippsmaterialer og klimaeffektive byggeprinsipper, eller om det f.eks. er nye branntekniske krav eller nye byggevarer på markedet.

De intervjuede viser i all hovedsak positive holdninger til bærekraftige løsninger, herunder bruk av lavutslippsmaterialer. Det pekes imidlertid på hvor viktig det er med mer fakta om ulike materialer og materialkonsepter både med hensyn til klimagassutslipp, samt tekniske og økonomiske forhold slik at en ikke velger på «magefølelsen».

Det er en generell oppfatning at det vil skje mye de neste årene på dette området når det gjelder bevissthet både i markedet og hos byggenæringens aktører. Det blir framhevet at det pr. i dag ofte er basert på personer som har et genuint ønske om å gjennomføre denne typen byggeprosjekter. Det er sårbart og det er derfor viktig med holdningsendringer i hele organisasjonen, i hele verdikjeden og i bransjen for å lykkes. Det er viktig at det er forankret i den øverste ledelsen for å lykkes med omstilling til å benytte materialer med lavere klimagassutslipp. Det går mye på vilje og motivasjon for å få det til. Ambisjoner og mål om å bygge med lavt klimagassutslipp og andre miljøbelastninger, må institusjonaliseres i organisasjonene.

Flere påpeker at omstilling er ressurskrevende, men at man også kan dra nytte av allerede gjennomførte omstillinger innenfor energiløsninger og HMS. Det kreves endring hos alle aktørene og i hele verdikjeden hvis man skal få til endring i praksis.

Oppsummering av svar

- Konservative holdninger. Treghet med å få ting på plass. Det er mye tradisjon/sedvane i materialvalg. Preaksepterte løsninger velges.
- Opplysning må til for å oppnå en forbedret generell forståelse. Holdninger kan endres med kunnskap, gode historier og innsats over tid.
- Mye går på vilje og motivasjon. Det er mye kunnskap og materialer dersom en leter. De som bestemmer seg, får det til. Må ha med seg de personene som vil ligge i front.
- Bestemmer materialvalg ut fra «magefølelse» og ikke basert på fakta. Å prosjektere flere varianter med klimaregnskap blir for dyrt, og da blir det bestemt på «magefølelse».
- Lederne må være motiverte, ellers så skjer det lite.
- For noen er motivet kun å få et konkurransefortrinn, mens det er noen som virkelig mener det. Kommer generasjoner som vil bli mer bevisste på å etterspørre dette.
- Hele bedriften/organisasjonen må være kjent med målsettingen. Interne holdninger og kultur gjør at det er utfordrende å starte med noe nytt. Det krever innsats.
- Det eksisterer en holdning om at lavutslippsmaterialer kan ha lavere kvalitet og at de er dyrere, uten at det nødvendigvis er dokumentert.

- Bransjen er i endring. Man får mer og mer kunnskap. Har nå mye bedre holdning til lavutslippsmaterialer enn for bare kort tid tilbake.
- De fleste er positive til å bygge mer bærekraftig. Barrieren er mer kunnskapsmangel enn holdninger, men dette henger sammen.
- Dette er en konservativ bransje, særlig rådgivere og entreprenører. Mye enklere å gjenta det de har gjort før, enn å se på nye løsninger. Alt som er nytt er vanskelig i bransjen. Barrieren er mer knyttet til omstilling/nye ting enn til lavutslipp i seg selv.
- I samfunnet nå er det positive holdninger, og det har begynt å gå over til opinionen, ikke bare i det offentlige (Statsbygg, Forsvarsbygg). En del kommuner har også føringer for lavutslippsmaterialer og tre.
- Ser ikke holdninger som en barriere, miljøkrav er på linje med andre krav.
- Ikke holdninger, men kostnader som er barrieren.
- Mange ønsker ikke å være først ute. Alle aktører har en terskel for å gjøre noe nytt.
- Det er viktig å jobbe med interne holdninger gjennom hele kjeden, lære av det som er gjort på energi og HMS.

5.5.6 Kompetanse i bransjen

Vurdering

De intervjuede synes å være enige om at kompetansen og kjennskapet til lavutslippsmaterialer må bli høyere over det brede lag av aktører og over hele landet. Det synes å være svært viktig å sikre kjennskap til de helhetlige løsningene og ikke bare enkeltmaterialer.

Det er behov for mer faktakunnskap og informasjon for å kunne møte ulike udokumenterte påstander og «synsing» om bruk av lavutslippsmaterialer, det gjelder både tekniske og økonomiske «myter».

Oppsummering av svar

- Det er en barriere. Vite hva en skal etterspørre av dokumentasjon. Ikke bare anta at ett produkt er lavutslipp og et annet ikke. Hvordan skal et produkt vurderes? For lite informasjon om hva som finnes.
- Utskifting over tid er viktig – hele livsløpet må inn. Et dårlig produkt som må skiftes ofte ut er ikke smart.
- Når det er ukjent er det aversjon mot å benytte det, det krever innovasjon. Alle nye materialer som ikke har vært brukt og testet møtes med skepsis.
- Møter argumentasjon om at lavkarbonløsninger ikke er bra fordi en hørt eller lest noen bruddstykker av noen meninger – uten at det er basert på fakta. Men det kreves utrolig mye dokumentasjon for å tilbakevise dette. Må derfor ha mer info og klarere veiledning.
- Avhengig av byggevarehusene – promoteringen av produktene og skape en etterspørsel må en gjøre selv.
- For mye ukjent både mht. kostnader og nytteverdi når et materialvalg skal tas
- Kjennskapet til lavutslippsmaterialer kunne vært bedre. En god del har et forhold til tre, men lavkarbonbetong er mer fremmed for mange. Også BREEAM er fremmed for mange.
- Problemet ligger ikke i kjennskapet til lavutslippsmaterialer, men at det blir mindre frihet i å velge ulike produkter når det skal stilles krav til klimagassutslipp
- Bedre kjennskap til dette i Oslo-området enn utenfor.
- Særlig innenfor ombruk er kunnskapen dårlig.

5.5.7 Prosjektutvikling – framdrift og faseinndeling

Vurdering

De fleste svarer at det vil medføre en større innsats på planleggingsarbeidet tidlig i prosjektet, og at kostnadene i planleggingsfasen dermed vil øke. Det blir imidlertid framhevet at dette vanligvis vil føre

til at det blir mindre byggefeil, og kortere byggetider. Samlet sett kan dette veie opp for den noe høyere planleggingskostnaden.

Det blir også understreket at en grundig tidlig planleggingsfase kan føre til mindre kapp og svinn (avfall) under byggeprosessen fordi det er planlagt mer i detalj hvordan en skal unngå skader på materialene under byggeprosessen, som for eksempel fuktskader.

Når det gjelder valg av materialer, er inntrykket at det er vanskelig å forandre på materialvalget dersom byggherre og/eller arkitekt har bestemt seg for en materialkombinasjon og produkter. Dette kan hemme utviklingen av gode totalløsninger på et tidlig stadium som samlet sett kunne gitt lavere klimagassutslipp enn de på forhånd valgte materialene. Dette er imidlertid kjente problemstillinger uavhengig av om det er klimagassutslipp eller estetikk som har ligget til grunn for forhåndsvalget.

Samspillkontrakter blir trukket fram som et positivt «instrument» til å avdekke fordeler og ulemper med ulike løsninger basert på ulikt materialvalg tidlig i prosessen. I en samspillkontrakt vil flere synspunkt og vurderinger fra ulike aktører, fagrådgivere, brukere, mv. bli trukket inn i bildet på et svært tidlig tidspunkt. Det gir et bredere og bedre grunnlag for å ta beslutning om materialbruk i samspill med konstruksjon, design og de ulike fagene som brann, akustikk, elektro, VVS.

Oppsummering av svar

- Riktig kompetanse i planleggingsfasen er viktig for at det ikke skal bli for dyrt. Det krever god planlegging, og justere bygget iht. materialbruk tidlig. Mindre overlatt til utførende. Flere analyser må gjøres tidlig, og dette kan koste mer, men kan effektiviseres med digitale verktøy. Med mer innsats i tidlige faser – forprosjekt og detaljeringsfase, vil det bli mindre byggefeil fordi det er mer gjennomtenkte løsninger i hele prosessen. På miljøprosjekter er det mye mindre feil fordi det er planlagt bedre.
- Alt må med i kalkuleringen, dvs. også tid på byggeplass, nødvendig utstyr på byggeplass, monterings- og risiko for fuktskader under bygging, andre forutsetninger for nye varianter av lavutslippsmaterialer, etc.
- Se på det som en ny og separat funksjon som skal oppfylles – klima i tillegg til alle andre funksjoner som lyd, brann, osv. Behov for litt mer tid i planleggingsfasen for å dokumentere nye løsninger, men dette er et overgangsfenomen. Utvikling/bruk av nye løsninger krever utredning og litt mer tid.
- Hvilke valg byggherre og arkitekt gjør, legger store føringer for materialbruken. Vanskelig å forandre på materialbruken dersom byggherren har bestemt seg for et materiale.
- Samspillkontrakter kan lønne seg – der en i fellesskap finner gode løsninger. Gode løsninger vil også føre til reduserte priser, selv om ressursbruken i planleggingsfasen kan bli høyere. Det kan bli løsninger som byggherren ikke har tenkt på i en tidligfase, f.eks. på designsidene som er mindre kostbare og mer miljøvennlige. Viktig at de stilles krav, og at materialvalget holdes åpent til en har funnet den beste løsningen. Planfasen er viktig. Forslag må være gjennomarbeidet, ikke låse muligheter.
- Det er utfordringer med generalentrepriser (totalentrepriser). Dersom en ikke er enig med det en rådgiver har lagt opp til, blir det tungt og ofte dyrt å forandre på dette. Det kan bli mye «att og fram» når aktuelle aktører ikke er med i prosjekteringen.
- Hvis en skal ha det billigst mulig er totalentreprise det rette, men dette er kanskje ikke det beste for å få den beste kvaliteten.
- Utfordring at prosjekter blir solgt inn «billig» og så legges det på pris underveis. Lettere å legge på pris når en er inne i prosjektet enn når en skal selge seg inn.
- Blir kraftig fordyrende med dagens modell der en benytter eksterne eksperter. Derfor må dette effektiviseres gjennom digitalisering, og da vil gevinsten være mye større enn ekstrakostnadene med miljøregnskap.
- Sette nøkkelindikatorer (KPI-er) på materialbruken fra byggherresiden tidlig i prosjektutviklingen. Denne bør det ikke være anledning til å forandre. Det må inn kriterier for miljø.
- Hvis man klarer å bruke massivtre helt ut, vil det påvirke byggeprosessen. Ikke radikalt, men endre takten. Det tar litt lenger tid i planleggingen, men oppføring går fort. Montering av massivtre går raskt, men krever noe mer tid i prosjektering, kontroll på logistikken og at folk kan tilstrekkelig om massivtre.
- Byggherre må planlegge for bruk av lavutslippsmaterialer, da trenger ikke dette være et problem (om lavkarbonbetong med lengre herdetid).
- Kan være en utfordring, men dette har også med vane å gjøre (herdetid betong)

- Noen plater, som fermacell, er tunge og gir utfordringer både med fremdrift og HMS.
- Framdrift ble i større grad brukt som argument mot lavutslippsmaterialer før.
- Framdrift bør ikke være en barriere. Vi bør ha lagt inn nok tid ifht. løsning. Større problem for entreprenør dersom dette ikke er hensyntatt i utgangspunktet.
- Opplevs i liten grad som hindring.
- Potensiale for industrialisering, ferdigelementer.

5.5.8 Manglende miljødokumentasjon

Vurdering

Tilgangen på miljødokumentasjon har blitt bedre, men er enda ikke god nok til å dekke hele markedet og alle typer materialer og produkter. Noen materialer mangler nødvendig teknisk dokumentasjon. Flere av intervjuobjektene er usikre på hvilken dokumentasjon de kan stole på og hva som er «grønnvasking» fra produsentenes side. Det er også usikkerhet mht. om helheten i valgte løsninger er hensyntatt, som f.eks. materialenes/produktenes transportavstand fra produsent til forhandler og byggeplass.

Flere fremhever at det er en utfordring for små leverandører å fremskaffe EPDer og annen miljødokumentasjon. De mener dette gir de store aktørene i bransjen et konkurransefortrinn.

Det er noen som også påpeker at det er mange merke- og sertifiseringsordninger å forholde seg til, og at det er vanskelig å vite hva som er best med hensyn til å oppnå lave klimagassutslipp.

Foreslåtte tiltak som har kommet fram i intervjurunden er blant annet:

- Innføre krav om miljøvaredeklarasjon, EPDer, for alle produkter.
- Forenkle arbeidet med å utarbeide EPDer.
- Tydeliggjøre likheter og forskjeller mellom merke- og sertifiseringsordninger. Hva betyr de ulike merkene/sertifikatene? Gir de klimagassreduksjoner?
- Opplæring og kunnskap om måter å beregne klimagassutslipp der man kan sammenligne materialer, sammensatte bygningsdeler og hele bygninger.
- Digitalisere dokumentasjonene – BIM, digitale EPDer, databaser, mv.

Oppsummering av svar

- Manglende miljødokumentasjon er ikke en barriere. Mange merkeordninger kan imidlertid virke forvirrende på de som ikke er eksperter på området.
- Må bli entydig hvilket system som skal brukes for å måle klimaeffekt. Mange merkeordninger – og hva skal en gå for? Hva betyr alle merkene? Kan drive med «grønnvasking». Behov for en forenkling slik at det er lettere å formidle til alle.
- Faktabaserte kalkulasjoner basert på standardiserte verdier for ulike bygningstekniske løsninger er ønskelig. Dokumentasjonen av materialene, og de kalkulasjonene, er for diffuse pr. i dag. Manglende info om materialer. Manglende metodikk for beregning av klimagassregnskap. Hva er akseptabelt utslippsnivå. Ressurskrevende å skaffe slik dokumentasjon
- Kompleksiteten er den viktigste barrieren, mengde informasjon, hvor upresis den er og hvor lite sammenlignbar den er. Må ha en standardisering av klimabelastningen.
- Miljødokumentasjon må knyttes opp mot BIM – større grad av digitalisering.
- Systemene er klare, og dokumentasjon er fullt mulig å utarbeide, men er kostbar å få på plass. Burde ikke aksepteres at det igangsettes prosjekter uten dokumentasjon. Produktspesifikk dokumentasjon trigger konkurranse for å få klimabelastningen ned.

- EPDer blir tellekanter, men er det riktig? Kan få bra med poeng i BREEAM uten at det er spesielt bra for klimaet. Klimagevinsten må bli klarere – dette bør endres. Merkesystemer som BREEAM bidrar imidlertid til å øke bruken av lavutslippsmaterialer.
- Må ha reelle tall på klimagevinst, og ikke bare basert på ett referansebygg – som kanskje ikke ville blitt bygd. Transport er viktig å ta med.
- Kanskje det er nok dokumentasjon, men bestilleren må vite mer om hvilken dokumentasjon som må etterspørres.
- Det hadde vært nyttig med et «svanemerke for klimagasser»
- Det er en utfordring for mindre materialprodusenter å få produsert nødvendig dokumentasjon. Gode EPD-generatorer vil gjøre det enklere også for folk som ikke er eksperter å få til dokumentasjon.
- Vet for lite om dette, men føler at totalen ikke alltid blir ivaretatt. F.eks. måtte en miljøvennlig plate helsparkles, men sparkelmassen ble ikke tatt med i sammenligningen.
- Noen lavutslippsmaterialer mangler teknisk godkjenning, noe som er en barriere.
- Opplever både dokumentasjon av utslipp, beregningsmetodikk, livsløpsvurderinger og referanseverdier som barrierer.
- Det er behov for finansiering av fremskaffelse av dokumentasjon.
- Foreløpig har merkeordninger liten betydning i boligmarkedet. Kundene vet ikke hva det betyr.
- Mangler miljødokumentasjon for å få til ombruk av materialer.

5.5.9 Manglende tilgjengelighet i markedet

Vurdering

De fleste mener at det finnes produkter på markedet som kan tilfredsstillere lavutslippskriteriene, men at de kan medføre lange transportavstander. Det er viktig å ta transportavstander inn i beregningene. Likeledes mener flere at utvalget er mindre når det gjelder denne typen produkter og at prisen ofte kan være høy. Materialprodusentene mener at det er manglende etterspørsel etter lavutslippsmaterialer.

Foreslåtte tiltak som har kommet fram i intervjurunden er blant annet:

- Øke produksjonen av lavutslippsmaterialer og produkter i Norge.
- Øke etterspørselen etter lavutslippsmaterialer.
- Prisdifferensiere sterkere etter klimagassutslipp per enhet.

Oppsummering av svar

- Tilgang på produkter uten at de må transporteres langt kan være et problem.
- Få produsenter av treprodukter i Norge når det gjelder preaksepterte komplette konsepter, f.eks. dekker.
- Manglende tilgang på lavutslippsmaterialer bør ikke være en årsak pr. i dag.
- Må ikke kjøpe ukritisk, må være sikker på at en får en løsning som er klimavennlig.
- Må være en tilgjengelig oversikt for de produktene som er i markedet.
- Begrenset tilgang på prefabrikkerte elementer i lavkarbonbetong, men dette er i ferd med å endre seg.
- Tilgang på massivtre har vært en begrensning i perioder.
- Tilgangen varierer for ulike stålprofiler.
- Delvis en barriere. Det begynner å komme en del "grønne produkter", men det betyr ikke nødvendigvis lave klimagassutslipp.
- Tildels en problemstilling: begrenset tilgang på lavkarbonbetong (det vil si med tilsatsprodukter som flyveaske og annet). For få tilbydere av massivtre i Norge. Begrenset tilgang også på resirkulert gips.
- Ønsker større tilbud av kortreise materialer.
- Liten konkurranse på en del lavutslippsmaterialer.
- Trenger bedre tilgang til markedsmessig gunstige materialer.
- Har inntrykk av at løsningene finnes, men at etterspørselen mangler.

5.5.10 Kunnskap og kompetanse i bransjen – alle ledd

Vurdering

Det understrekes av de fleste intervjuede at det i dag er manglende kunnskap og kompetanse i bransjen. Kunnskapen er økende, men det er fortsatt ikke «hylleware» og dette anses som en stor barriere for bruk av lavutslippsmaterialer og løsninger.

Å finne de rette rådgiverne med den rette kompetansen på området, er svært viktig for å få etablert gode løsninger med lavutslippsmaterialer, uten for store ekstra kostnader. Det blir framhevet at dette i dag går mer på personnivå enn «firmanivå» hos rådgiverfirmaene og arkitektene.

Tiltak som foreslås er å dra nytte av kunnskapsspredning mellom prosjekter, og at det da raskere kan bli dannet et bredt kunnskapsgrunnlag for hvordan bygge med «nye» materialer i en ny setting. Dette vil redusere/fjerne behovet for risikoprising og små aktører med små ressurser får tilgang til bransjens generelle erfaringer på området.

Videre pekes det på det offentlige som en viktig aktør i å gå foran og «lære» opp bransjen.

Det understrekes at alle deler av bransjen må involveres – hele kjeden – hvis ikke vil det alltid være noen som stiller spørsmål med faktagrunnlaget og om alle hensyn er tatt. Grunnlaget må være faktabaserte beregninger med bruk av omforente modeller og databaser.

Kompetanseheving på flere fronter er nødvendig. Det trengs mer forskning på råvarer og produkter. Det må avholdes kurs, skrives artikler i fagtidsskrifter og man må være offensive i å gå ut med dokumentasjon. Dette må gjøre som samarbeid mellom ulike aktører i bransjen, slik som byggherre inkl. driftseksperter, arkitekter, fagrådgivere, forskere, produsenter og utførende.

Foreslåtte tiltak som har kommet fram i intervjurunden er blant annet:

- Utarbeide og publisere faktabasert kunnskap om sammenhengene mellom klimagassutslipp og bruk av ulike materialer, produkter og helhetlige løsninger.
- Utnytte kunnskapsspredning mellom prosjekter ved å samle inn og publisere dokumentasjon av hva som er oppnådd og hvilke løsninger som er valgt. Dokumentere de tekniske kvalitetene samtidig med klimagassutslipp.
- Kunnskapsheving gjennom kursing av hele verdikjeden.
- Økt forskning og utvikling på både produkter og helhetlige løsninger med lave klimagassutslipp.

Oppsummering av svar

- Må involvere de rette personene tidlig nok, og det er viktig å finne fram til dyktige rådgivere, ellers blir det kostbart dersom det må prosjekteres om igjen.
- Manglende kunnskap er ofte en større barriere enn penger for å få realisert prosjekter. Med mye kunnskap kommer tryggheten, og mindre risiko. Det kreves kompetanse og kunnskap i alle ledd og hos alle rådgivere. Med manglende kunnskap blir det risikofyllt.
- Dra nytte av erfaringer på tvers av prosjektene internt.
- Hvordan kan en bruke erfaringene fra de klimasmarte prosjektene, og forenkle disse slik at de kan benyttes av de som ikke har store ressurser til å prøve nye løsninger.
- Det er sikkert mange som ikke er klare over mulighetene. Også løsninger som ikke er fordyrende. Viktig å spre erfaring fra forbildeprosjekter. Nå er det for liten overføring til flertallet.
- Både produsenter og det offentlige må fram og veilede.
- Utfordring å omstille fagfolk til å jobbe med nye/andre materialer.
- Kompetanse hos miljørådgivere er en barriere.
- Bruker og kunde må vite fordelene med å benytte et klimavennlig produkt.

- Faktabasert kunnskap, og en aktiv formidling ut til bransjen. Kanskje det er overfokusering på ting som ikke betyr så mye. Det er behov for kunnskap om hva som er lavutslippsmaterialer og ikke, samt priskonsekvens. Det er vanskelig å vite hva som faktisk er mest miljøvennlig.
- Det offentlige bør etterutdanne nødvendig personell, og skape en trygghet for de private.
- I den sirkulære jobbingen, så mangler både kompetanse, marked og regelverk.
- Bygningsfysikk og erfaring. Vi er en konservativ bransje. Å være pilot med nye metoder, er vanskelig.
- Må se helhetlig på utslipp fra bygg, samt se på utslipp i forhold til byggets funksjon. Fokus på enkeltmaterialer (f.eks. tre mot betong) gir ikke nødvendigvis de beste resultatene.
- Kunnskap er til en viss grad en barriere, men det er mer utfordrende mht. hva markedet kan tilby.
- Kompetanseheving på flere fronter er nødvendig: kurs, artikler i fagtidsskrifter, være offensiv i å gå ut med dokumentasjon.
- Det trengs mer forskning på råvarer og produkter.

5.6 Anskaffelser

Vurdering

De blir av flere pekt på at anskaffelser i større grad burde benyttes som et instrument for å oppfylle de politiske målsetningene som er satt for klimagassreduksjoner.

Det understrekes at det kreves kunnskap hos de som bestiller, «bestillerkompetanse klimagasser». Man må bli tryggere på anskaffelsesregelverket – hva og hvordan skal man stille krav i en anskaffelse for å faktisk å oppnå lavest mulig klimagassutslipp fra materialbruk?

Det blir også pekt på at det kan settes krav i offentlige anskaffelser i dag, blant annet ved å si at det skal utføres en utredningsfase der klimagassberegninger skal utføres.

Flere framholder at det offentlige, i tillegg til de største private aktørene, må gå foran og brøyte løype for de mindre private aktørene.

Foreslåtte tiltak som har kommet fram i intervjurunden er blant annet:

- Etablere et system for å sanksjoner dersom ikke kravene til klimagassregnskap i bestillingen blir fulgt. Det hjelper lite med krav dersom det ikke blir fulgt opp, kontrollert og eventuelt sanksjonert. Flere peker på at det må være samme tilnærming til dette som ved oppfølging og kontroll av økonomien i et byggeprosjekt.
- Prøve ut ulike anskaffelsesformer, innarbeide miljø-/klimahensyn i de standardene som benyttes. Det må lages forslag til svært konkrete krav, ellers blir det lett å fortsette med å bruke de samme kjente løsningene.
- Utvikle bedre og mer omforente verktøy (postbeskrivelser i entrepriser), og få klare kriterier for hvordan kravene settes.

Oppsummering av svar

- Vesentlig å sette kriterier helt innledningsvis.
- Blir satt krav om konseptutredning i ulike prosjekter. Det er svært viktig å utrede ulike alternativer, også mht. å bruke eksisterende bygg, eller deler av det.
- Forbedring hadde vært å ha tydeligere føringer for hvordan prosessene skal føres for å nå de politiske målsettingene som er satt.
- For dårlige betingelser i anskaffelser er en barriere. Bør enten ha mer entydige krav eller kjøre samspillsentrepriser for å dele på risiko.
- Må etterspørre på en annen måte enn i dag – appellere til å finne de smarte løsningene samlet sett.
- Kompetansen på de som kjører anskaffelsesprosessene må være god, og dersom ikke, så må den leies inn. Dette blir fordyrende, og da blir det forenklinger ved at det f.eks. settes at et spesielt materiale skal brukes. Det bare antas uten å beregne.

- Ønsker materialnøytrale analyser som gir fakta ut fra beregninger mht. hva som er mest klimavennlig.
- Stort fokus på dette i BREEAM-prosjekter, men ikke så stort fokus i «vanlige» prosjekter.
- I det offentlige kan det av og til virke som at det er viktigere å ha dokumentasjonen på plass enn hva som står i den. Dette blir kostnadsdrivende uten at de gir noen stor gevinst.
- I det private boligmarkedet må «storyen» være god dersom den skal selges inn som en dyrere løsning. Pris er viktig, men nye generasjoner er mer klimabevisste.
- Viktig å kjøre åpne prosesser og vente med å låse materialvalget til mange har «synset». Dette vil skape innovasjon, og samspillskontrakter er fint her – invitere mange til å synse før materialvalget er låst, og så lyse ut oppdraget etter det.
- Alle fagpersoner og involverte bør være med så tidlig som mulig slik at det jobbes ut fra et felles mål. Påvirkning og risiko må rettferdig fordeles.
- Har sjelden hørt at anskaffelser blir brukt som et verktøy i klimasammenheng.
- Krav kan stilles i dag, men det anbefales å vente med dette til en har omforente krav på plass. Nå er det et rom for å påvirke svaret i den retningen en ønsker. Det bør på plass bedre og mer omforente verktøy, og få klare kriterier for hvordan kravene settes.
- Det må stilles svært konkrete krav, ellers blir det lett å fortsette med å bruke de samme kjente løsningene.
- Det offentlige er viktige premissleverandører.
- Kommuner bør inn under det statlige regelverket. Det blir litt for mange enkeltløp med noen ambisjoner – som kan slå uheldig ut.
- Det ligger gode muligheter i de offentlige anskaffelsene i dag. For private kan det f.eks. settes krav til klimavennlig bygging i kjøpekontrakt ved salg av tomter.
- I det offentlige er det krav om at en skal vurdere miljøriktig, men det finnes ingen sanksjoner, og ofte stilles det ikke noe krav. Må få sikret implementering av regelverket – virkemiddel for dette er viktig, samt for oppfølging av at det blir fulgt.
- Mange kommuner har lyst til å stille krav til materialer, men det er begrensninger på kompetanse. Må få nødvendig trygghet til å sette krav under anskaffelser – krever kompetanse. Hvordan krav skal stilles er en barriere.
- Usikkerhet om det vil koste mer kan føre til at det ikke settes krav.
- Tidspress i anbudsrunder, ikke tid til innovasjon.
- Stille de riktige kravene og ha en kostnadseffektiv måte å dokumentere på.
- Hvis ikke de store aktørene velger lavutslippsmaterialer, blir det en barriere – kan ikke forvente at små/nye bedrifter skal gå foran.
- Det offentlige og de store aktørene må ta ansvar for å bruke lavutslippsmaterialer og nye løsninger.
- Kommunene bør sette krav om CO₂- og klimagassregnskap for sine nye bygninger.
- Offentlige store bygg har som regel en mer motivert byggherre. Kostnad og tid - risikovilje ved å prøve nye løsninger. Privatmarkedet er mer pressa og har mindre rom for å teste ut nye ting.

5.7 Hvilke muligheter ser du for deg å bygge med lavutslippsmaterialer?

Vurdering

De aller fleste ser store muligheter, men at det må en del kunnskap og erfaring på plass for å få gode løsninger basert på “nye” materialer. Det er også flere som peker på et marked som er i en tidlig fase, men at dette kan utvikle seg videre ved at en kan få betalt for nye lavutslippsløsninger. Det pekes også på at innovasjon og erfaring etter hvert vil redusere eventuelle ekstra kostnader ved bruk av lavutslippsmaterialer.

Oppsummering av svar

- Store muligheter, dersom en klarer å løse anskaffelsen som deler risiko og legger til rette for innovasjon.
- Store muligheter. Alt kunne vært bygd med lavutslippsmaterialer dersom tilgangen hadde vært tilstrekkelig.
- Uante muligheter. Så lenge en har knekt koden med brann og konstruksjon.
- Store muligheter for å bygge i tre.
- Betydelig potensial som ikke er tatt ut. Både lavutslippsmaterialer og andre løsninger som minimerer materialbruk i konstruksjonene.
- Ser muligheter, men markedet er på en reise. Kundene har ikke betalingsvillighet nå.
- Mange muligheter, men vi må vite mer for å gi anbefalinger.
- Ønsker klimagassregnskap for rehabilitering. Nå regner vi bare på økonomi.
- Vi er med i beslutningene og har stor påvirkningskraft. Kan fortelle om gode «case» når vi kjenner de.
- Det er endring i måten en bygger på, dersom en behersker det, kan en konkurrere på det.
- Stadig større bevissthet i samfunnet. Er litt nærmere å få betalt for dette i markedet nå i kombinasjon med passivhus, men ikke med klimagassfokus alene.
- Vil måtte gjøre det uansett. Alle materialer må få ned utslippene.
- Karbonfangstprosjekt. Vil bli et kvantesprang.
- Vil bli mer, men har ikke merket så mye etterspørsel enda.
- Mangler kunnskap for å si noe om det.

5.8 Hva er viktigst å prioritere i din næring mht. reduksjon av klimagassutslipp?

Vurdering

Her er det viktig å påpeke at selv om materialaspektet også er med i dette spørsmålet, er det nok mange som har tenkt på andre aspekter utover materialbruken i og med at dette har vært temaet for resten av intervjuet.

Forhold som går igjen i svarene er å benytte eksisterende bygningsmasse bedre i stedet for å rive og bygge nytt. I tillegg blir reduksjon i transport nevnt ofte. Det tredje forholdet som går igjen i svarene er reduksjon av avfall og svinn/vrak i forbindelse med bygging, samt øke graden av ombruk i en sirkulærøkonomisk setting. Videre mener mange av de intervjuede at energieffektive bygg med lavutslipps energiforsyning er viktig.

Oppsummering av svar

- Bedriftene må ta dette inn i sine strategier – inn på styrerommet. Ikke være avhengig av tilfeldige entusiaster.
- Lav energibruk.
- Grønnere energi.
- Mindre nybygging, mer rehabilitering.
- Sirkulær økonomi.
- Arealeffektivitet.
- Tilrettelegging for mer sykkel og mindre bil.
- Mindre reisevirksomhet.
- Informasjon, kunnskap, holdninger, tilgjengelighet.
- Bygge mindre er det mest miljøvennlige.
- Avfallsreduksjon.
- Kildesortering.
- Få ned utslipp fra transport av materialer.
- Transport og grunnarbeider er de vesentligste utslippene som må ned.
- Få ned klimagassutslipp fra arealbeslag.
- I større grad bruke løsninger og materialer som kan ombrukes senere.
- Bruke materialer med lang levetid.
- Øke kunnskapen om sammenheng mellom ulike valg og miljø.
- Tenke økonomi i et livsløp for å skape investeringer som varer.
- Formidle de gode miljøhistoriene til alle kundegrupper.
- Optimalisere prosjekteringen for å benytte best mulige løsninger.
- Bygge mer med tre.
- Redusere transport - handle mest mulig lokalt.
- Renovere og reparer i stedet for å bygge nytt.
- Energieffektivisering i eksisterende bygningsmasse. Etterisolering.
- Bygge bygg som kan stå lenge, fleksible bygg. La være å rive, og vurderer behovet for å bygge nytt.
- Fase ut fossilt brensel til oppvarming på byggeplass.
- Transport og logistikk. Digitalisering.
- Gjøre mer i fabrikk og mindre på byggeplass.
- Nye løsninger basert på tradisjonell byggemåte.
- Ta takene i bruk – solenergi i kombinasjon med grønt.

6 Erfaringer med styring av materialbruk

6.1 Krav – lovregulering og krav

I forbindelse med revisjon av teknisk forskrift til plan- og bygningsloven, kommende TEK20, undersøkes mulighetene for å stille klimagasskrav til materialer. Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) har gjennomført dialogmøter og fått utredet ulike innretninger. Forslag er oversendt Kommunal- og moderniseringsdepartementet (KMD) og skal på offentlig høring. Det er per i dag ikke opplysninger om hvordan slike krav kan bli, men på dialogmøtene er det kommunisert muligheter for at det innføres et krav om livsløpsvurderinger (LCA-vurderinger) for materialer i bygg over en viss størrelse, mulige rammekrav eller alternativt tiltakskrav. Det vil si innretninger som ligner på energikrav i TEK. Krav i TEK vil sannsynligvis henvise til blant annet metodestandardene NS3720, NS15804, NS15978, m.fl. når det skal utarbeides dokumentasjon.

Rammeverket for miljøvurderinger og livsløpsanalyser av bygg og byggematerialer er gjenstand for faglige diskusjoner, men etableringen av NS3720 har bidratt til enighet om noen hovedprinsipper. Likevel er det ikke full enighet eller harmonisering av systemgrensene og andre forutsetninger.

En rapport utført for Kommunal- og regionaldepartementet i 2011 Kunnskapsplattform for beregning av klimabelastning fra bygg og byggematerialer konkluderte rett og slett med at det ikke er grunnlag for å prioritere et byggemateriale framfor et annet når det gjelder miljøpåvirkning, og at man ikke kan si noe sikkert om hva som er et bra miljøvalg (Lyng & Vold, 2011). Problemstillingen gjenspeiles i ulike verktøy for miljøvurdering og i merkeordninger. Det fører til frustrasjon for produsenter og leverandører som forsøker å leve opp til kravene. Det har siden 2011 vært en vesentlig forbedring i kunnskapsgrunnlaget, dokumentasjon (EPDer), beregningsverktøy og modeller, pilotprosjekter med erfaringsdata, innovasjon hos byggevarerprodusenter, mm. Det skulle tilsi at det per i dag kan være grunnlag for å legge inn krav i lov og forskrift, jf. lovendring i svensk lovverk (se nedenfor).

Plan og bygningsloven kan anvendes til å stille krav til klimagassvurderinger, beregninger samlet for en bygning, men også for materialbruk spesielt. Det er få erfaringer om hvordan dette fungerer. Bergen kommune er en av de første som anvender loven på denne måten (Bergen kommune, 2018 og 2019). Kommunen vedtok i 2018 ny kommuneplan og har i bestemmelsenes § 18 Energi og Klima (*pbl § 11-9 nr 3 og 6*) gitt følgende krav:

- 18.1 *Innenfor konsesjonsområdet for fjernvarme skal nye bygg og hovedombygging større enn 500 m² BRA tilknyttes fjernvarmeanlegget. For fritak: se § 34.1*
- 18.2 *Nullutslippsløsninger skal vurderes utenfor konsesjonsområde for fjernvarme, og i prosjekter som fritas for tilkynningsplikt.*
- 18.3 *I reguleringsplaner for bebyggelse skal det, tilpasset tiltakets omfang, redegjøres for:*
 - *tiltak for å minimere energibruk*
 - *tiltak for å minimere klimagassutslipp*
 - *valg av energiløsninger og byggematerialer*
- 18.4 *Klimagassregnskap kreves ved:*
 - *vesentlige naturinngrep*
 - *nybygg større enn 1000 m² BRA*
 - *valg mellom riving eller bevaring av eksisterende bygg*

Det er gitt følgende retningslinjer til denne bestemmelsen:

- *Bergen kommune skal utvikles som et klimasmart og klimanøytralt samfunn. Utslippsreduksjoner skal tilstrebes innenfor alle sektorer.*

- *Nye tiltak skal ha lavt energibehov.*
- *Det bør brukes energikilder som gir lavest mulig utslipp, og på lengre sikt utfasing av utslipp fra fossile kilder.*
- *Byggematerialer bør være fornybare og ha lavest mulig CO₂-fotavtrykk.*
- *Det bør tilrettelegges for bruk av tre.*

På forespørsel fra Kristiansand kommune om det er anledning til å gi reguleringsbestemmelser om bruk av tre i bygningskonstruksjoner, svarer Kommunal- og moderniseringsdepartementet at det PBLs §12-7 nr. 1, 2 og 4 gir hjemmel til å gi reguleringsbestemmelser som stiller krav om materialbruk (KMD, 2019). Etter departementets mening er hjemmelen til å gi reguleringsbestemmelser ikke begrenset til å kun å gjelde utforming som knyttes til estetikk og byggverkets ytre. Etter departementets oppfatning kan reguleringsbestemmelser om krav til kvalitet og utforming etter § 12-7 nr. 4 blant annet gjelde bruk av tre for å sikre hensyn som miljø, helhetlig materialbruk og helhetlig utforming. Departementet kan ikke se at loven utelukker at slike bestemmelser også gjelder bruk av tre i bygningskonstruksjonen. Det må foretas en konkret vurdering i den enkelte reguleringsplan av behov for å gi slike bestemmelser. Det er ikke kjent om Kristiansand kommune har utformet og prøvd ut slike reguleringsbestemmelser.

I Sverige har Boverket fått i oppdrag å utrede og legge til rette for en innføring av klimadeklarasjon ved oppføring av bygninger. Planen er at regelverket skal tre i kraft 1. januar 2022 og at det etterhvert også skal inkludere grenseverdier og store deler av livssyklusen for en bygning.

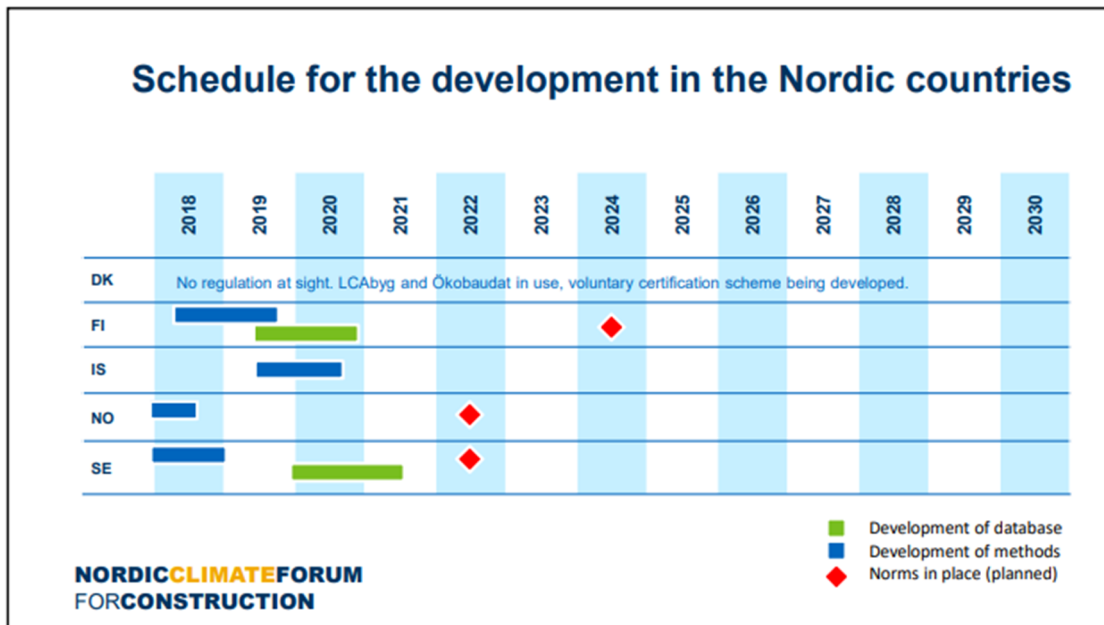
Følgende er hentet fra Boverkets nettsider:

Regeringen har för avsikt att genomföra lag- och förordningsförslaget om klimatdeklarasjoner för byggnader baserat på Boverkets underlag i rapporten Klimatdeklarasjon av byggnader. Rapporten hittar du under "Relaterad information". Att införa krav på klimatdeklarasjoner finns med som punkt 48 i Januariavtalet, överenskommelsen mellan Socialdemokraterna, Centerpartiet, Liberalerna och Miljöpartiet de gröna. Lagen ska träda i kraft 1 januari 2022 och gälla uppförande av byggnader. (<https://www.boverket.se/sv/byggande/uppdrag/klimatdeklarasjon/>).

Boverkets uppdrag består av följande delar:

- *utveckla en öppen databas med relevanta klimatdata som ska kunna användas för beräkning av klimatpåverkan från byggnader ur ett livscykelperspektiv,*
- *utveckla ett klimatdeklarasjonsregister som kan användas när kravet på klimatdeklarasjon för byggnader träder ikraft,*
- *utveckla informations- och vägledningsunderlag samt*
- *ta fram en plan för den fortsatta utvecklingen av klimatdeklarasjonen för att inkludera hela livscykeln och omfatta gränsvärden för klimatpåverkan, så kallad färdplan.*

Nordisk ministerråd har igangsatt et arbeid for å se på mulighetene for å samordne metoder, kriterier for bedømming av byggevarer, og innføring av krav i regelverk i de nordiske landene. Figur 6-1 er hentet fra en presentasjon som ble gitt under en workshop i Malmø 3.-4. oktober 2019, og viser en status og planer for de fem nordiske landene med hensyn på utvikling av metoder, databaser, verktøy og reguleringer/krav. Det er etablert arbeidsgrupper i regi av nettverket som skal videreutvikle arbeidet.



Figur 6-1: Presentert på Nordic Climate Forum for Construction i Malmø 3.okt. Det arbeides med disse prinsippene i alle de nordiske landene. Det drøftes nå hvilke muligheter det er for harmonisering av metoder, databaser og muligens regelverk i Norden (kilde: <https://www.lifecyclecenter.se/projects/nordic-working-group-for-harmonization-lca-climate-and-buildings/>).

6.2 Miljøstyring – Bream, Svanemerket, mm.

Klima- og miljøberegninger/-vurderinger i ulike former har blitt mer og mer utbredt de siste årene. Det er flere og flere som stiller krav om miljøvaredeklarasjoner (EPD) ved innkjøp av produkter. Det har bidratt til at det utvikles store mengder miljødokumentasjon for byggevarer.

Ulike byggeprogram f.eks. FutureBuilt, Framtidens byer, Framtidens Bygg, og tre-satsinger som f.eks. Norwegian Wood i Stavanger samt miljømerkeordninger/sertifiseringer som f.eks. BREEAM NOR, LEED og Svanen har spilt en vesentlig rolle gjennom å belønne prosjekter og materialer med god og dokumentert miljøprestasjon.

Alle de ovennevnte miljørelaterte initiativene for byggsektoren, legger til grunn et «fotavtrykksperspektiv» eller «livsløpsperspektiv» (LCA). Etter hvert som byggekravene (TEK) har blitt strengere, reduseres energibehovet i drift og materialenes miljøpåvirkning i løpet av livsløpet til bygget blir relativt sett viktigere. Flere studier viser at for energieffektive bygg kan materialene utgjøre rundt 50 % av livsløpsutslippene (Kristjansdottir et al., 2014). Livsløpsperspektivet har etablert seg som et standard analyseperspektiv for miljøvurderinger av produkter og tjenester og ligger til grunn for de fleste miljørelaterte direktiver og bestemmelser som utarbeides på Europeisk nivå (økodesigndirektivet mm).

Miljøklassifiseringssystemene fungerer til dels også som miljøstyringssystem for byggeprosjekter. Erfaringene har vist seg å være relativt gode og miljøstyring er blitt mer integrert i prosjektledelsen og styringen av prosjektene. I mange tilfeller er det også oppnådd betydelige miljøforbedringer som følge av bruken av systemene. Det har samlet sett gitt et betydelig kunnskapsløft i bransjen, inklusiv metodeutvikling, som har beredt grunnen for å kunne stille strengere krav til f.eks. materialvalg og klimagassutslipp.

I miljøklassifiseringssystemet BREEAM-NOR gis det score for å dokumentere valg av materialer med lavt beregnet klimagassutslipp, og for å gjennomføre LCA for utvalgte bygningskomponenter der dette får en konsekvens i prosjektet. Det gis også poeng for valg av byggevarer som har utarbeidet miljøvaredeklarasjon (EPD).

7 Entreprisemodeller og offentlige anskaffelser

7.1 Entreprisemodeller

I byggebransjen blir entreprisformene tradisjonelt inndelt i disse tre hovedformene:

- Utførelsesentreprise
- Totalentreprise
- Ulike former for samspillsentrepriser

Den sentrale forskjellen mellom de to førstnevnte entreprisformene ligger i hvor ansvaret for prosjekteringen er plassert. I **utførelsesentreprise** er det byggherren som står for hele eller det vesentligste av prosjekteringen. Byggherren kan utføre prosjekteringen selv eller inngå kontrakter med arkitekter og konsulenter som utformer, beskriver og prosjekterer bygget. Entreprenøren skal utføre de arbeider som er beskrevet. Ytelsesbeskrivelsen fra byggherre i kontrakten med entreprenør omfatter i utførelsesentrepriser beskrivelse av både funksjon og mengde fordelt på ulike hovedkapitler som for eksempel tømrerarbeid, betong, grunn og fundamenter osv. I en **totalentreprise** påtar entreprenøren seg både å utføre prosjekteringen og utførelsen av det som kontrakten omfatter. Ytelsesbeskrivelsen fra byggherre består da av funksjonskrav, fremfor ferdig prosjekterte løsninger med tilhørende mengder.

Standardkontraktene innenfor bygg og anlegg er tilpasset skillet mellom utførelsesentreprise og totalentreprise, slik at det er utarbeidet forskjellige kontrakter til de to hovedformene. Jf. NS 8407 alminnelige kontraktsbestemmelser for totale entrepriser og NS 8405 Norsk bygge og anleggskontrakt for utførelsesentrepriser.

Disse to entreprisformene gir byggherren ulike muligheter og begrensninger til å fastsette miljøkrav og sikre en definert ytelse innenfor miljø og bærekraft. Det går for langt å redegjøre detaljert for alle fordeler og ulemper med ulike entreprisformer mht miljøstyring av et byggeprosjekt her - det er et prosjekt i seg selv - men vi ønsker å peke på noen forhold ut fra et byggherreperspektiv.

Tendensen i markedet er slik vi kjenner det at mange større boligprosjekter (leiligheter) og skoler gjerne kontraheres som totalentrepriser. Innenfor næringsbygg er det mer blandet og utførelsesentrepriser er også vanlig. Når det gjelder store og mer komplekse byggeprosjekter er utførelsesentrepriser det vanligste.

Samspillsentrepriser eller samspillskontrakter er et etablert alternativ til de tradisjonelle NS-kontraktene, særlig NS 8407 i ren form. En av årsakene er at bygg- og anleggsbransjen er i stadig utvikling og det er behov for innovasjon og å utvikle nye løsninger. Formålet med samspillsentreprisemodeller er gjerne å etablere et samarbeid mellom byggherre, entreprenør og leverandører i tidligfase, og helst før byggherren beslutter sine funksjonskrav og andre krav som skal oppfylles av entreprenøren i byggefasen. Det er også en måte å skape insitamenter som sikrer fortsatt samarbeid gjennom byggefasen, for å redusere risikoen i prosjektet, øke verdiskapningen og kvaliteten, redusere kostnad og byggetid. Første fase handler gjerne om å avdekke muligheter og risikoer i prosjektet og sette en pris på disse, samt legge en realistisk plan for neste fase.

7.1.1 Utførelsesentreprise

Fordeler

En fordel med utførelsesentrepriser er at funksjoner og ytelser innenfor miljø og bærekraft kan beskrives like entydig som alle andre leveranser i kontrakten. Med god miljøoppfølging av leveransen, har man stor trygghet for at man får levert i henhold til egne ambisjoner og krav, forutsatt at disse er godt og entydig beskrevet og fulgt opp i byggefasen.

Det er særlig store, offentlige prosjekter som har vist seg å klare å ta ut disse fordelene i fullt monn. Som følge av å ha den nødvendige miljøkompetansen og gjennomføringsevnen som sikrer innovative miljøløsninger med denne entreprisereformen. Terminal 2 prosjektet på Gardermoen er et eksempel på et slikt prosjekt med høy miljøscore. Prosjektet hadde totalt ca 150 utførelsesentrepriser.

Ulemper

En ulempe med utførelsesentreprise er at det fortsatt krever høy miljøkompetanse å utarbeide en god og entydig kravspesifikasjon på miljø. Jo høyere kompleksitet i bygget og jo høyere grad av innovasjon, jo mer krevende er dette kompetansemessig.

Difi sine forslag til formuleringer for bestillinger med miljøkrav er et nyttig støtteverktøy, men erstatter på ingen måte behovet for kompetanse hos byggherre og prosjekterende innenfor miljø og bærekraft.

NS 3420 er en barriere for entydige miljøkrav i ytelsesbeskrivelser. Standarden er en av de viktigste innenfor bygg- og anleggsnæringen og som brukes til å utarbeide beskrivelser og mengdelister i forbindelse med konkurransegrunnlag, kalkulasjon av forespørsler og under utførelses- og avviklingsfasen av byggeprosjekter. Her får man servert standard postbeskrivelser med forslag til kvaliteter for ulike typer bestillinger, uten at disse omfatter miljøkvaliteter.

7.1.2 Totalentreprise

Fordeler

Man kan i større grad enn med utførelsesentreprise utnytte kompetansen til entreprenøren når det gjelder å finne miljømessig gode løsninger. Byggherren kan konsentrere seg om funksjonskrav og ytelser innenfor miljø- og bærekraft som så prises og utvikles av totalentreprenøren. Kompetansebehovet hos byggherren og dens rådgivere på miljø og bærekraft er ikke like stort som for en utførelsesentreprise.

Ulemper

Totalentreprise gir ikke samme mulighet som utførelsesentreprise til å beskrive entydig den miljøstandard man ønsker å få levert, dette fordi man ikke beskriver løsninger men funksjoner. Det henger sammen med at prosjekteringen inngår i totalentreprenørens ansvar og ikke byggherres ansvar. En ambisjon om f.eks xx % reduksjon av klimagassutslipp fra materialer sammenlignet med en referanse kan da bli vanskelig å kontraktsfeste, fordi entreprenøren kan ha utfordringer med å prise dette som følge av risiko, med påfølgende økt usikkerhet og/eller kostnader for byggherren.

7.1.3 Samspillsentreprise

Fordeler

Ulike typer samspillsentrepriser gir stor mulighet til å dele på risiko mellom byggherre og utførende entreprenør. Det gir også muligheten til å inngå avtaler fase for fase, noe som bidrar til å redusere risikoen. Dette gjør samspillkontrakter fordelaktig særlig for prosjekter med stor grad av innovasjon og kompleksitet og dermed også opplevd risiko for utførende entreprenør. Det gir store muligheter for utvikling og nyteknisk fra alle parter i og med at det er en større grad av risikodeling ved samspillsentrepriser.

Ulemper

Gir byggherren mindre kontroll og større grad av risiko i innledende faser, frem til løsninger er valgt. Innledende faser kan ta lengre tid fordi det i samspillsentrepriser brukes stor grad av arbeidsmøter og grupper for å løse utfordringene i prosjektet.

7.2 Offentlige anskaffelser

I lov og forskrift om offentlige anskaffelser ligger det målsettinger om å bruke dette som et verktøy for å løse ulike samfunnsutfordringer, deriblant klima. I intervjuundersøkelsen som er gjennomført i denne utredningen, blir det også uttrykt fra mange at det offentlige må gå foran når det gjelder å velge klimavennlige materialløsninger i bygg, og at det er svært viktig at kompetansen er god på dette området hos bestillerne. Det blir av flere pekt på at dersom personer som skal utføre bestillingen ikke har god nok kompetanse, vil trykningen for å gjøre de riktige valgene klimamessig sett ikke være god nok, og dermed så blir valgene ikke tatt på bakgrunn av kunnskap og dokumentasjon, men mer ut fra «synsing». Også i de referansene som er gitt nedenfor når det gjelder offentlige anskaffelser blir det pekt på viktigheten av å arbeide med veiledning og kompetanseheving framover.

I lov om offentlig anskaffelse (anskaffelsesloven/LOA) er følgende tekst rettet direkte mot miljøtiltak i §5 «Miljø, menneskerettigheter og andre samfunnshensyn»:

«Statlige, fylkeskommunale og kommunale myndigheter og offentligrettslige organer skal innrette sin anskaffelsespraksis slik at den bidrar til å redusere skadelig miljøpåvirkning, og fremme klimavennlige løsninger der dette er relevant. Dette skal blant annet skje ved at oppdragsgiveren tar hensyn til livssyklus-kostnader. ... Oppdragsgiveren kan stille egnede krav og kriterier knyttet til ulike trinn i anskaffelsesprosessen, slik at offentlige kontrakter gjennomføres på en måte som fremmer hensyn til miljø, innovasjon, arbeidsforhold og sosiale forhold, forutsatt at kravene og kriteriene har tilknytning til leveransen.»

Forskriften om offentlig anskaffelser (anskaffelsesforskriften/FOA) er svært omfattende og kan oppleves som krevende å sette seg inn i. Det er imidlertid utarbeidet en veileder til forskriften (Veileder til reglene om offentlige anskaffelser). I forskriftens §7.9 «Minimering av miljøbelastning» heter det at:

«Oppdragsgiveren skal legge vekt på å minimere miljøbelastningen og fremme klimavennlige løsninger ved sine anskaffelser og kan stille miljøkrav og kriterier i alle trinn av anskaffelsesprosessen der det er relevant og knyttet til leveransen. Der miljø brukes som tildelingskriterium, bør det som hovedregel vektet minimum 30 prosent.»

I Meld. St. 22 (2018-2019) «Smartere innkjøp – effektive og profesjonelle offentlige anskaffelser» fra Nærings- og fidkeridepartementet er det fokusert på hvordan de offentlige anskaffelsene kan utføres mest mulig effektivt innenfor det regelverket som finnes. I utdrag fra stortingsmeldingen angående hovedformålet med regelverket, og tema knyttet til miljø- og klimahensyn, heter det: «*Offentlige anskaffelser skal også stimulere til innovasjon og næringsutvikling, og de skal brukes for å løse utvalgte samfunnsutfordringer knyttet til klima og miljø, arbeidskriminalitet, behovet for læreplasser og grunnleggende menneskerettigheter.*»

I samme stortingsmelding heter det videre: «*Samtidig er det innført nye plikter for offentlige oppdragsgivere som kan trekke i motsatt retning av ønsket om forenkling. Lov og forskrifter inneholder blant annet krav til ivaretagelse av klima- og miljøhensyn, seriøse arbeidsforhold, krav til bruk av lærlinger og ivaretagelse av menneskerettigheter. På disse områdene blir det stilt krav og forventninger til oppdragsgiverne som krever god kompetanse og en ytterligere profesjonalisering av innkjøpsfunksjonen.*» og «*Anskaffelsesregelverket stiller krav til ivaretagelse av klima- og miljøhensyn i offentlige anskaffelser.For at offentlige anskaffelser skal bli et effektivt miljøpolitisk virkemiddel, er det viktig at oppdragsgiverne har overordnede planer og strategier for å ta klima- og miljøhensyn i sine anskaffelser, og at innkjøperne har kompetanse til å stille gode krav og vurdere klima- og miljøeffekten i de ulike tilbudene.*»

Når det gjelder kompetanse, heter det: «*For at offentlig sektor skal nå målene om effektivisering, mer klima- og miljøvennlige offentlige anskaffelser, bekjempe arbeidslivskriminalitet osv., trengs det et kompetanseløft. Offentlige innkjøp er et krevende fag som forutsetter god kompetanse på en lang rekke temaer, både blant innkjøperne og deres ledere.*»

Når det gjelder innovasjon, heter det: *«Innbyggernes behov og utfordringer er i stadig utvikling, og dette påvirker det offentliges oppgaver. Gode innovative løsninger kan bidra til å møte utfordringene vi står overfor, som klimaendringer, demografiske endringer og endringer som følge av den teknologiske utviklingen. Innovasjon i offentlige anskaffelser er derfor særlig aktuelt for å bidra til omstilling og jobb- og verdiskaping innen klima og miljø, helse/aldring og digitalisering.*

Regjeringen arbeider for tiden med en stortingsmelding om innovasjon i offentlig sektor, som skal legges fram i løpet av 2020.

Under utdrag av tiltakene i Meld. St. 22 (2018-2019) som er relatert til klima- og miljøhensyn for bygg:

- Fortsette satsingen på risikoavlastning gjennom ordningen med Innovasjonskontrakter.
- Styrke Difis rolle innen veiledning og oppbygging av kompetanse på innovative anskaffelser.
- Se på muligheten for å utvikle verktøy for å identifisere effekter og kostnader av å stille miljøkrav i offentlige anskaffelser.
- Utarbeide en handlingsplan for å øke andelen klima- og miljøvennlige offentlige anskaffelser og grønn innovasjon. Et sentralt tema i handlingsplanen vil være styrket veiledning og kompetanseutvikling gjennom Direktoratet for forvaltning og IKT (Difi)
- Utvikle et bedre kompetansetilbud om offentlige anskaffelser for ledere av offentlige virksomheter.

Det er tydelig fra Meld. St. 22 (2018–2019) at det er en forståelse for at offentlige anskaffelser er komplisert og at det trengs bedre verktøy for brukerne. Det er også viktig å huske at dette regelverket ikke gjelder utenfor offentlig sektor.

8 Kostnader og gevinster

Hva er kostnadene og gevinstene ved å anvende materialer med lavere klimagassutslipp i bygninger?

Spørsmålet må besvares både ut fra samfunnsøkonomiske perspektiv med og uten ikke prissatte konsekvenser, og sett fra et bedriftsøkonomisk perspektiv for ulike aktører i byggebransjen. Analysene kan gjøres både med makroøkonomiske betraktninger og mikroøkonomiske vurderinger.

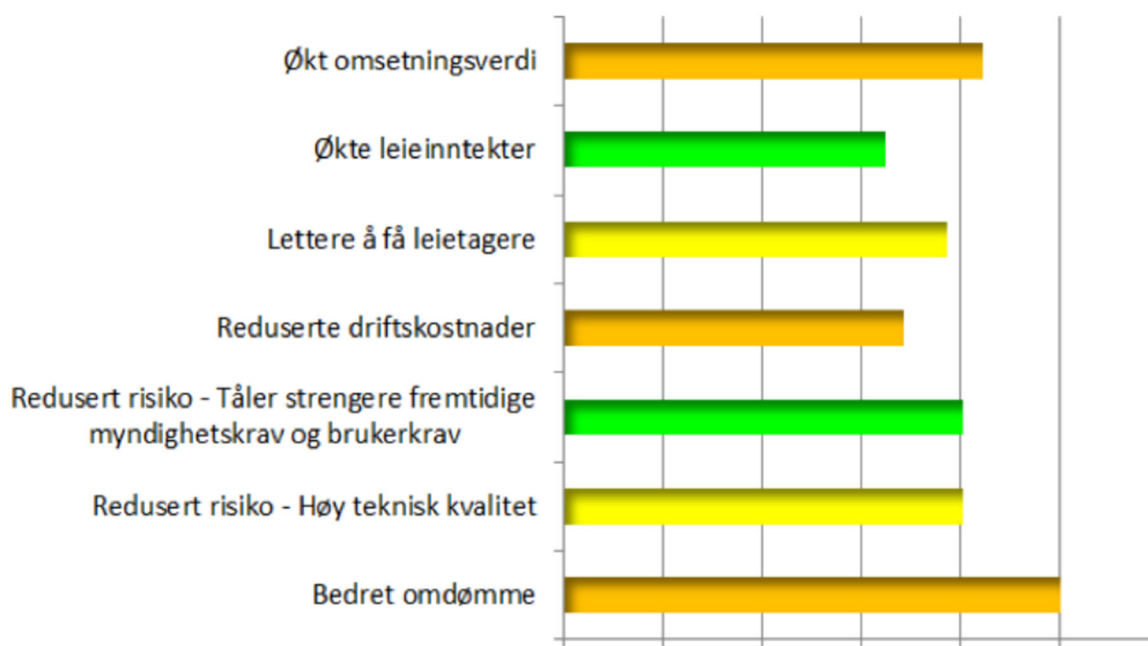
Det er opplagt at ulike aktører vil få ulike kostnadskonsekvenser avhengig av hvilken del av byggebransjen de er den del av. Det er vanskelig å danne seg et entydig bilde, og det er eksempler på både økte og reduserte kostnader ved valg av løsninger og materialer som reduserer klimagassutslippene i et livsløpsperspektiv. Få til ingen av disse kostnadskonsekvensene er til nå dokumentert. Tabell 8-1 er hentet fra Boverkets rapport om innføring av klimadeklarasjon der det er tatt fram noen kostnadstall (SEK som marginalkostnader) for ulike tiltak som reduserer utslippene i en bygning. Beregningene er basert på et svært begrenset utvalg og de gir kun en indikasjon på dagens situasjon i Sverige. Resultatene viser at det ved økning i bruk av trematerialer så øker kostnaden. Det viser også at det basert på en kostnadseffektivitetsvurdering (kr/CO₂e-reduksjon) kan være mer effektivt å bytte til en lavutslippsbetong framfor å bytte til trematerialer. Her er det ikke sett på mulige forskjeller i selve byggeplasskostnadene ved montering og andre endringer ved endret materialvalg. Det er heller ikke sett på de samfunnsøkonomiske gevinstene.

Studien konkluderer med at det er nesten umulig å gjøre generelle antagelser om kostnader ved å ta i bruk materialer og løsninger som gir lavere klimagassutslipp enn dagens standard valg (referanse). Samtidig viser studien at det trolig gir noe høyere byggekostnader i en overgangsperiode, men det vil også kunne gi bygningene en høyere verdi i markedet (leie og salg). Samlet vurderes innføringen av klimadeklarasjon i Sverige til å være samfunnsøkonomisk lønnsomt. Det gir gevinster hos noen aktører selv om kostnadene stiger for andre, det kan skape grunnlag for økt innovasjon og ikke minst det redusere klimagassutslippene.

Tabell 8-1: Forholdet mellom marginalkostnad per kvadratmeter for ulike tiltak og klimagassreduksjoner. Kilde: Mogues, Johansson, Joelsson, Nyqvist, Amundson, Nyström & Risberg (2018).

Hus	Marginalkostnad (kr/m ²)	Utslääpsminskning (kg CO ₂ -ekv/m ²)
Referenshus	0	0
Betong med lägre klimatpåverkan	34	-9
50 procent trä, 50 procent betong	452	-25
50 procent trä, 50 procent betong med lägre klimatpåverkan	470	-30
Trä	905	-50

I undersökelsen «Owners shade of green» etterspør FoU-prosjektet «Merverdien av grønne bygg» eieres forventninger til merverdi innen 13 miljøområder, og fordelt på 7 verdi-indikatorer. For 5 av 13 kartlagte miljøområder, svarer over 90 prosent av de spurte at miljøkvaliteter innen området gir merverdi. Gjennomsnitt for alle de 13 miljøområdene er 83 prosent «ja». Klimagassutslipp og materialvalg er ett av miljøområdene. Årsaken til merverdien er vist i figuren nedenfor.



Figur 8-1: Samlet score for eiers verdi-indikatorer i undersøkelsen «Owners shade of green». Kilde: Kjetil Gulbrandsen.

Hvilken oppfatning har de intervjuede om kostnads og gevinstbilde av å anvende lavutslippsløsninger og materialer? Nedenfor følger noen elementer fra intervjuundersøkelsene:

- Risikoprising pga. manglende kunnskap/kompetanse og erfaring. Risikoprisingen vil avta etter hvert som en får erfaring. Trenger bedre kunnskap om økonomiske konsekvenser av lavutslippsmaterialer.
- Er lavutslippsmaterialer reelt sett dyrere, eller er det en myte? Uklart.
- Pris trumfer materialbruk ut fra et klimagasshensyn i mange tilfeller i dag på grunn av at prisen er viktig, men det er en økende bevissthet rundt dette hos kjøperne.
- Hele livsløpet må inkluderes, og det er usikkerhet omkring både levetid og vedlikeholdsbehov for andre materialer i en ny setting, og dermed også usikkerhet rundt kostnadsbildet.
- Klima-/miljøregnskap burde følges opp på samme måte som økonomien blir fulgt opp.
- Premiering et alternativ: F.eks. lavere byggesaksgebyr på prosjekter med god miljøprofil, eller CO₂-skatt/avgift på bakgrunn av klimagassregnskap.
- Overraskende liten betalingsvilje for grønne produkter. Prestisjeprojekter er villige til å betale, men ikke de store volumene av «vanlige» prosjekter. Ikke/liten betalingsvillighet for mer miljøvennlige boliger.
- Masseproduksjon må til for å få ned enhetskostnadene. De første byggene blir dyre. Det er ressurskrevende å dokumentere nye løsninger.
- Tilskudd fra f.eks. Enova kan bidra til å fremme bruk av lavutslippsmaterialer. Dette vil bidra til å redusere risikoen. Ulike støtteordninger/økonomiske incentiver både mht. risikoprising for konkrete prosjekter og utvikling/innovasjon av nye løsninger.
- Både pisk og gulrot bør brukes på de som ikke henger med i bruken av lavutslippsmaterialer.

9 Barrierer og mulige tiltak og virkemidler – oppsummerende kommentarer

9.1 Barrierer

Nedenfor har vi listet de viktigste barrierene og hindringene som er blitt avdekket i litteraturgjennomgangen og intervjuene. Det er ingen store overraskelser, men det pekes på en rekke forhold som ikke omfatter pris og kostnader. Barrierene har vi gruppert etter typer.

Kunnskap og fakta:

- Mangel på kunnskap generelt og kunnskap om metoder og modeller spesielt.
- Manglende kunnskap om helhetlige materialkonsepter og avhengigheter.
- Usikkerhet om framlagt dokumentasjon som anvendes i EPDene er til å stole på.
- Manglende kunnskap om vedlikehold, drift og levetid for materialer og produkter.

Tekniske forhold og mangel på produkter:

- Begrenset tilgang til enkelte materialer med lave klimagassutslipp, f.eks. resirkulerte metallprodukter, lavkarbonbetongkvaliteter, CLT (massivtre).
- Mangel på EPDer for en rekke produkter.
- Manglende dokumentasjon på tekniske egenskaper for enkelte lavutslippsmaterialer.
- Tekniske barrierer ved bruk av enkelte produkter i nye sammenhenger, kanskje spesielt trebaserte materialer med hensyn til blant annet brannegenskaper og spennlengder.
- Skepsis til å ta i bruk nye løsninger i hele kjeden fra ledelse til utførende ingeniør og håndverker.

Beregningsverktøy og modeller for planlegging og prosjektering

- Mangel på beregningsverktøy som er enkle nok.
- Lite utvalg av beregningsverktøy som både ser på hele bygninger, bygningsdeler og produktgrupper inkl. ombruksløsninger og resirkulerte materialer.
- Usikkerhet knyttet til om dokumentasjon og beregningsresultater er til å stole på.
- Planlegging for lavere klimagassutslipp krever noe endrede rutiner og fører til en viss forskyvning av arbeidsmengde mellom fasene av prosjektutvikling og prosjektgjennomføring.
- Miljøalternativene / alternativer med lave klimagassutslipp må inn i standarder for postbeskrivelser i entrepriser.

Kostnader

- Materialprodusentene får økte kostnader ved utarbeidelse av EPDer.
- Byggherre får økte kostnader ved dokumentasjon av nye materialkonsepter.
- Økte kostnader i form av risikoprising hvis det innebærer å gjøre ting på nye måter og/eller med andre materialer enn hva man har gjort tidligere.

- Myter og magesfølelse om at det som omtales som lavutslippsmaterialer/løsninger er usikre, dyrere og dårlige kvalitetsmessig på andre områder.
- Manglende økonomiske incentiver og støtteordninger.

Regelverk

- Manglende regelverk og krav knyttet til klimagassutslipp og materialer i bygninger.

9.2 Mulige tiltak og virkemidler

Hvilke tiltak og virkemidler som kan øke bruken av løsninger og materialer med lave utslipp, gjenspeiler gjerne hva som oppfattes som barrierer. Nedenfor følger en kort gjennomgang av noen av tiltakene og virkemidlene som vi anser som de viktigste på bakgrunn av litteraturgjennomgang og intervjuene i utredningsarbeidet. Listen er ikke uttømmende.

I 2018 ble det ifølge SSBs boligstatistikk for Norge ferdigstilt nesten dobbelt så mange kvadratmeter med bolig (eneboliger, rekkehus, boligblokker) som andre bygningstyper (kontorbygg, andre næringsbygninger, kulturbygg, skoler, universitet og høyskoler, mv). Det er stort sett slik situasjonen har vært i en årrekke.

I bransjen har det imidlertid i hovedsak vært offentlige utbyggerne og private utbyggere av store næringsbygg som har lagt vekt på klimagassutslipp i noen av sine prosjekter. Det er disse aktørene og prosjektene som har gått foran i utvikling av metoder for klimagassberegninger, utvikling av nye løsninger og materialkombinasjoner som gir lavere klimagassutslipp, og har realisert pilotprosjekter i regi av programmer som Framtidens byer, FutureBuilt, Zero Emission Building (ZEB), Zero Emission Neighbourhood (ZEN). Det betyr at erfaringene fra disse prosjektene nå bør tilføres boligsegmentet.

Tiltak og virkemidler bør innrettes slik at de omfatter og henvender seg til boligmarkedet i mye større grad enn det som har vært tilfelle fram til i dag. Det er et stort potensial for endring (klimagassreduksjoner) og et stort potensial for økning i omsetning av lavutslippsmaterialer for byggevareprodusenter og forhandlere.

Kunnskap og fakta

- Utarbeide kunnskapsgrunnlag, veiledere og retningslinjer for alle aktører i bransjen; Byggevareindustrien, byggherre (bestiller), arkitekter, rådgivere, utførende, kunder og meglere.
- Utarbeide en nasjonal plan for kunnskapsheving i hele verdikjeden og hvor det sørges for god geografisk dekning. Aktivt arbeid med kurs og arenaer for erfaringsutveksling.
- Kunnskap bør omfatte sammenhengen mellom materialer og klimagassutslipp samt andre utslipp/miljøbelastninger knyttet til materialer, metoder for beregning og sammenligninger av materialer, produkter og helhetsløsninger (bygninger), hvordan bestille og beskrive lavutslippsløsninger, mv.
- Utforme veiledning, informasjon og kunnskap slik at de bidrar til å endre holdninger og redusere risikofrykten til å ta i bruk nye løsninger.

Tekniske forhold og mangel på produkter

- Forskningsprogrammer for utvikling, uttesting, teknisk godkjenning og dokumentasjon av materialer og sammensetninger av materialer med lave klimagassutslipp.

(Se forøvrig under økonomiske incentiver)

Beregningsverktøy og modeller for planlegging og prosjektering

- Utvikle beregningsverktøy som er enkle å bruke for få innsikt i hva som har stor og/eller liten betydning i det samlede klimagassutslippet fra materialer i en bygning. Digitalisering av materialers klimagassdata er sentralt i denne sammenhengen. Bruk av bygningsinformasjonsmodeller (BIM) er også et viktig element i digitaliseringen som vil forenkle klimagassberegninger og vurderinger.
- Tilpasse eksisterende verktøy slik at de kan brukes til dokumentasjon av klimagassutslipp knyttet opp til byggherrekrav og eventuelle krav i regelverk (TEK).
- Utvikle beregningsverktøy for sammenligning av klimagassutslipp fra bygningsdeler sammensatt av ulike materialer og som samlet tilfredsstillende de samme tekniske egenskaper (og kan fylle de samme funksjoner i en bygningskontekst).

Bestillerkompetanse

- Anvende entreprisereformer som bidrar til å spre risikoen, både ansvarsrisiko og økonomisk risiko, på flere aktører, samt stimulerer til nyutvikling og innovasjon.
- Øke bestillerkompetanse både ved offentlige anskaffelser og ved innkjøp i privat sektor. Difis portal for offentlige anskaffelse bidrar til å øke bestillerkompetansen, men det er behov for mer skoloring og utvidet innhold i standarder for postbeskrivelser i entrepriser for å oppnå økt trygghet og en raskere omstilling. Ulike veiledere og kurs kan med fordel utvikles.

Økonomiske incentiver og støtteordninger

- Etablere ordninger og incitamenter som utjevner prisforskjeller i en overgangsfase. Dette kan utformes etter samme mal som Enovas støtteordninger til energieffektivisering og innovative energiløsninger for bygg. Det vil bidra å minimere prispåslag som følge av økte risiko ved å ta i bruk nye løsninger.
- Endringer i avfallsregelverket og prising av håndtering av materialer ved riving av bygninger der det differensieres sterkere mellom ombruk, materialgjenvinning (resirkulering), avfallsforbrenning og deponering. Prisingen bør dekke kostnadene ved ombruk og materialgjenvinning slik at det premierer både mindre avfall ved bygging og større andel ombruk og materialgjenvinning.
- Støtte til innovasjonsprosjekter. De første prosjektene bærer ofte kostnadene. Det kan være støtteordninger til:
 - produktutvikling, nye materialer og løsninger hos byggevareindustrien,
 - utvikle nye systemer på byggeplass med hensyn til entreprenørbransjen, og til
 - nye løsninger relatert til hele bygningskonsepter med hensyn til byggherre.

Regelverk

- Krav til materialprodusenter om dokumentasjon av klimagassutslipp i form av en EPD eller lignende, jf. krav til helse- og miljøfarlige stoffer.
- Etablere byggherrekrav til materialer og klimagassutslipp, f.eks. at det skal gjennomføres klimagassberegninger for alle bygninger, som del av teknisk forskrift (TEK) samt innføre krav til xx kg CO₂-ekv./m².
- Ved innfasing av krav bør det også være tilknyttet sanksjoner dersom man ikke gjennomfører eller ikke oppfyller kravene. Sanksjoner kan være økonomiske eller i form av utsettelse av tillatelser til å gjennomføre prosjektet.

- Ombruk og gjenbruk: Løse kvalitetskontroll (CE-merking) av brukte materialer og bygningsdeler, enten i bygningen eller etter demontering/rivning. Blant annet utvikle metoder for kartlegging og dokumentasjon av materialene i bygget på byggeplass ved rehabilitering og rivning.
- Markeds plass/mekanismer for ombruk av materialer og bygningsdeler. Noen å levere det til og noen som kan omsette det.
- Krav om kartlegging av bygninger med sikte på ombruk i stedet for rivning.
- Krav om kildesorteringsgrad ved rivning øker andelen som går til resirkulering.
- Tilsvarende kan det settes krav om at en andel (%) av bygningsdeler og andre byggevareprodukter ved rivning skal klargjøres for ombruk. Bør følges av sanksjoner.
- Klargjøre hva man kan bestemme i reguleringsplaner og hva som bestemmes i TEK.

Referanser

- Asplan Viak 2015. Helhetlig miljøvurdering av byggematerialer, Utgave: 1 Dato: 2015-10-26. Husbanken
(<http://biblioteket.husbanken.no/arkiv/dok/Komp/helhetlig%20miljovurdering%20av%20byggematerialer.pdf>).
- Asplan Viak 2018. Utredning av barrierer og muligheter for ombruk av byggematerialer og tekniske installasjoner i bygg. NHP-nettverket
- Avfall Norge 2018. Materialgjenvinning av returtrevirke. Rapport nr. 06/2018. Avfall Norge. ISBN 82-8035-041-1.
- Bergen kommune, 2018 og 2019. Kommuneplanens arealdel 2018-2030, vedtatt 19.6.2019. Bestemmelser og retningslinjer. Vedtatt av Bergen bystyre 19.6.2019, med hjemmel i pbl §§ 11-5 og 11-15. Erstatte KPA2010 vedtatt 24.4.2013. Revidert 19.juni 2019 iht bystyrets vedtak.
- Birgisdottir, H. 2019. Fordedrag på ZEB+ conference Trondheim, november 2019.
- Bramslev & Hagen 2017. Grønn Materialguide - veileder i miljøriktig materialvalg. Versjon 2.2.
- DOK 2016. Forskrift om dokumentasjon av byggevarer. <https://dibk.no/no/byggeregler/dok/i/1/>
- DIBK: <https://dibk.no/saksbehandling/kommunalt-tilsyn/temaveiledninger/tilsyn/del-3--vedlegg/vedlegg-3.2/3.2.5.-entrepriseformer/>.
- Engelsen, C.J. & Justnes H., 2014. CO₂-binding by concrete - Summary of the state of the art and an assessment of the total binding of CO₂ by carbonation in the Norwegian concrete stock. SINTEF rapport SBF2014A0019 (2014).
- EU 2008. EU Waste Framework Directive 2008. Directive 2008/98/EC 2008 on waste and repealing certain Directives
- Finans Norge 2018. Veikart for grønn konkurransekraft i finansnæringen. <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/dep/kld/nyheter/2018/veikart-for-gronn-konkurransekraft/id2604070/>
- Grønn Byggallianse og Norsk Eiendom 2016. Eiendomssektorens veikart mot 2050
(<https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/dep/kld/nyheter/2018/veikart-for-gronn-konkurransekraft/id2604070/>)
- Grønn konkurransekraft 2016. Rapport fra regjeringens ekspertutvalg for grønn konkurransekraft. <https://www.gronnkonkurransekraft.no/files/2016/10/Strategi-for-gr%C3%B8nn-konkurransekraft.pdf>
- KMD 2017. Det Kongelige klima- og miljødepartement 2017. Meld.St.45. Avfall som ressurs – avfallspolitikk og sirkulær økonomi.
- KMD 2019. Departementet besvarer spørsmål om pbl. § 12-7 gir hjemmel til å gi reguleringsbestemmelse om bruk av tre i bygningskonstruksjon. Brev av 31.mai 2019. Ref. 18/5168-2.
- Kristjansdottir, T., Fjeldheim, H., Selvig, E., Time, B., Georges, L., Dokka, T. H., & Bourelle, J., 2014. A Norwegian ZEB-definition embodied emission. ZEB.
- Lyng, K. 2014. Karbonopptak i betong i LCA og EPD. Status og videre anbefalinger. Østfoldforskning.
- Lyng, K., & Vold, M., 2011. Kunnskapsplattform for beregning av klimabelastning fra bygg og byggematerialer Litteraturstudie. Østfoldforskning.

- Meld. St. 41 (2016-2017) Klimastrategi for 2030 – norsk omstilling i europeisk samarbeid.
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-41-20162017/id2557401/>
- Miljøstyrelsen 2018. Genbruk af mursten. Miljøprosjekt nr. 2002. Miljø- og Fødevareministeriet.
- MD 2013. Miljøverndepartementet 2013. Fra avfall til ressurs – Avfallsstrategi.
- Moncaster, A., Rasmussen, F. N., Malmqvist, T., Houlihan Wiberg, A. & Birgisdottir, H. 2019. Widening understanding of low embodied impact buildings : Results and recommendations from 80 multi-national quantitative and qualitative case studies. In: Journal of Cleaner Production. 2019 ; Vol. 235, No. 20 October. pp. 378-393.
- Naber NR 2012. Reuse of hollow-core slabs from office buildings to residential buildings. (Unpublished master's thesis). http://repository.tudelft.nl/assets/uuid:a04416b7-e8c0-499d-81c7-48c51b5e7fda/Msc_Thesis_N.R._Naber.pdf
- NIBIO 2018. Skal bidra til å kutte fossile utslipp fra silisiumproduksjonen. Pressemelding fra Elkem og Pilot-E. <https://www.nibio.no/nyheter/skal-bidra-til-a-kutte-fossile-utslipp-fra-silisiumproduksjonen?locationfilter=true>
- Norsk betongforening, 2018. <https://betong.net/komiteer/miljokomiteen/>
- Regjeringens bioøkonomistrategi 2016. Kjente ressurser – uante muligheter. https://www.regjeringen.no/contentassets/32160cf211df4d3c8f3ab794f885d5be/nfd_bioekonomi_strategi_uu.pdf
- Rüter S, Alfredsen G, Aquino Ximenes Fde, Guendehou S, Pingoud K, Tsunetsugu Y, McCusker A (2014) Harvested wood products (HWP) [Section 2.8]. In: Hiraishi T, Krug T, Tanabe K, Srivastava N, Jamsranjav B, Fukuda M, Troxler J (eds) 2013 revised supplementary methods and good practice guidance arising from the Kyoto Protocol. Hayama/Japan: IPCC, pp 109-134.
- Rüther B. 2018. Avfall, restråstoff og gjenbruk av tre fra bygg. Foredrag ved Skog og Tre konferansen. <https://skogogtre.files.wordpress.com/2019/06/burkhard-rc3bether-presentasjon-skog-og-tre-ragn-sells.pdf>.
- Selvig, E. 2019. Foredrag på Urban Future Global Conference, Oslo 2019.
- SSB 2019. Avfallsregnskapet. <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/avfregno>
- TEK 2017. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning. <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/>
- Verdikjedesamarbeid 2016 (AHO, Norsk bioenergiforening, Treindustrien, Norskog, TTB, Norges skogeierlag, Maskin entreprenørenes forbund, Fellesforbundet, Kystskogbruket). Veikart for grønn konkurransekraft for skog og trenæringen
<https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/dep/kld/nyheter/2018/veikart-for-gronn-konkurranseskraft/id2604070/>
- Widenoja E, Myhre K og Kilvær L 2018. Ombruk av stål og tilknyttede byggematerialer. DP118. Utgave 1.1. Norsk Stålforbund.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.