



# Veileder for klimagassreduksjoner **Boligblokker**



# Innledning

Klimaendringene er en av de største utfordringene som det globale samfunnet står overfor. Bygg- og anleggsbransjen står for 16% av Norges klimagassutslipp, og er en viktig del av løsningen på klimautfordringene. Pilotprosjekter er veivisere, men det er i tillegg et stort behov for kunnskapsdeling, for gode løsninger og effektive tiltak som kan nå ut til den store bredden av prosjekter. Denne veilederen presenterer noen tiltak som kan innpasses i alle prosjekter for å redusere klimagassutslipp både under utbygging og gjennom byggets levetid.

Veilederen omhandler klimagassutslipp fra materialer, og er tilpasset leilighetsbygg. Veilederen er basert på data for leilighetsbygg i 4-5 etasjer, og beregninger av klimapotensiale og kostnadseffektivitet vil være mest korrekte for tilsvarende bygninger. Hovedprinsippene er imidlertid overførbare til alle bygningstyper.

Formålet til veilederen er å påpeke hva som bør prioriteres for å maksimere effekten av klimatiltak i et byggeprosjekt, med utgangspunkt i kostnads- og utslippsberegninger for et typisk bygg. Veilederen vektlegger reelle klimagassreduksjoner uavhengig av beregningsstandard. Noen tiltak vil derfor ikke være synlige i prosjektets klimagassregnskap, selv om de representerer en reell klimagevinst. Et eksempel er opptrekk og ombruk av spunt, som er et effektivt klimatiltak i mange sammenhenger, men der den beregningsmessige gevinsten tilfaller regnskapet til prosjektet som ombruker, ikke den som trekker opp spunt og leverer til ombruk.

Versjon 1.0

25.04.2023

*Veilederen er utviklet av EBA i samarbeid med Grønn Byggallianse. Innhold er utarbeidet av **Context AS** i samarbeid med **Bedre Blokk AS**. Grafisk tilrettelegging Context AS.*

---

# Innholdsfortegnelse

Veien mot 2050	4
Arbeidsprosess og bestilling	5
Organisering av veilederen	6

## DEL 1

Hovedgrep	8
Byggesystemer	9
Prioritering av konstruksjoner	10
Produktvalg	11

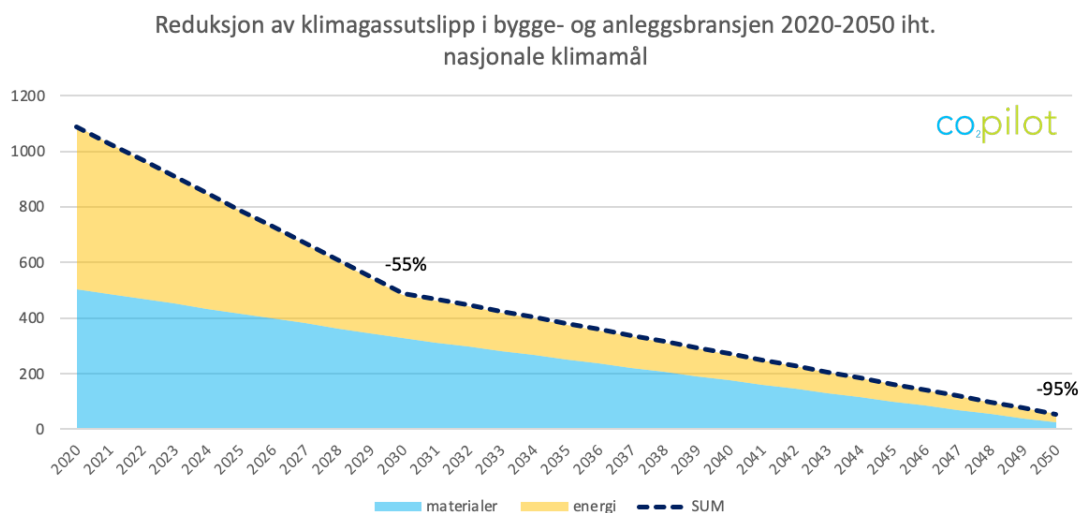
## DEL 2

Temaområder	13
Materialer	15
Alle tiltak - Boligblokk	16
Grunn og fundamenter	17
Kjeller	22
Hus over mark	26

## Veien mot 2050

Verdenssamfunnet er avhengig av dramatiske reduksjoner i klimagassutslippene for å begrense den globale oppvarmingen i tråd med Parisavtalen. Norge har forpliktet seg til å redusere sine utslipp med 55% innen 2030, sammenlignet med 1990 nivå. Bygge- og anleggsbransjen står for rundt 16% av de nasjonale utslippene, og har et stort klimafotavtrykk også utenfor landets grenser. Bygg- og anlegg vil være en viktig bidragsyter for å nå de globale målene.

Norges klimagassutslipp i 2020 lå bare litt under 1990 nivå, og ordninger som FutureBuilt har valgt å måle sine utslippsreduksjoner opp mot 2020 nivå. Figuren under viser kurven for denne utslippsreduksjonen - 55% i 2030 og rundt 95% i 2050 (lavutslippsamfunnet).



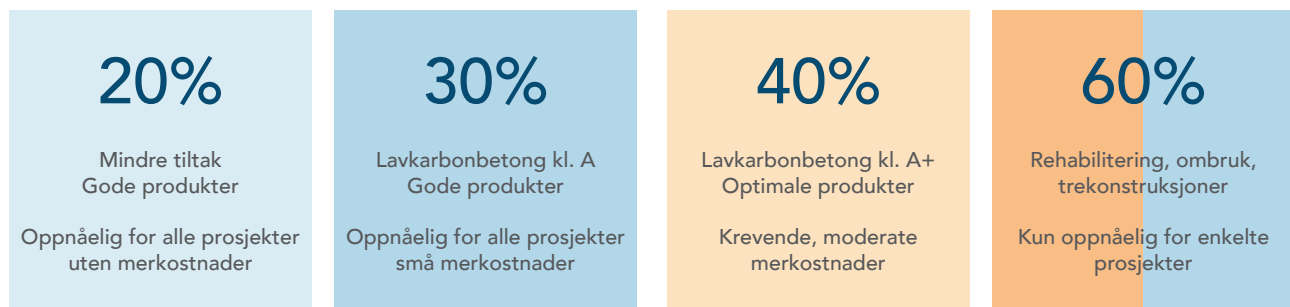
Det vurderes som mulig å redusere klimagassutslipp fra energibruk i bygg dramatisk (rundt 70%) innen 2030. Deretter flater denne kurven ut. Utslippsreduksjonen innen materialer vil være jevnere, rundt 3,5% per år fra 2020 til 2050, eller en 35% reduksjon i 2030 sammenlignet med 2020.

Denne veilederen har som mål å hjelpe prosjekter med å redusere klimagassutslipp fra materialbruk med 35-50%. Reduksjoner på rundt 20% kan oppnås uten merkostnader - et viktig skritt på veien mot 2030. Store reduksjoner kan være krevende - men samtidig er mange av tiltakene i denne veilederen gjennomførbare for alle prosjekter. Mye er gjort med god planlegging, fornuftige valg og et godt tverrfaglig samspill gjennom hele prosjektet.

## Arbeidsprosess og bestilling

Arbeidet med klimagassreduksjoner i et prosjekt avhenger av ambisjonsnivået. Reduksjoner på 20-25% sammenlignet med 2020 nivå kan realiseres i alle prosjekter, uavhengig av entreprisreform. Begynn med veilederen Del 1, benytt terskelverdiene for produkter på side 11 og følg deretter de enkle og mest kostnadseffektive tiltakene i Del 2. De mest effektive klimatiltakene er felles for de fleste prosjekter og påvirker utformingen i liten grad. Bestillere på dette nivået kan gjerne benytte terskelverdiene og utvalgte tiltak som gir god klimaeffekt.

Reduksjoner på 25-40% krever prosjektspesifikke løsninger. Her vil de optimale tiltakene variere fra prosjekt til prosjekt, og en større grad av samspill og tverrfaglig samarbeid er nødvendig for å identifisere de mest effektive veier til mål. Alle tiltakene i veilederen bør vurderes. En reduksjon på 25-40% er ofte oppnåelig uten store konsekvenser for utforming.



Reduksjoner utover 40% krever en stor grad av samspill tidlig i prosjektet, da det kun vil være noen få veier til mål som avhenger av valg som tas tidlig i prosjektet. Valgene kan ha stor betydning for utformingen - trebaserte konstruksjoner, stor grad av ombruk osv.

**Klimagassreduksjoner over 20% bør alltid bestilles med utgangspunkt i et reduksjonsmål for hele bygget, ikke en beskrivelse av enkelttiltak.** Teknologi og marked endrer seg raskt og det er viktig å opprettholde friheten i prosjektet til å identifisere de beste og mest effektive løsningene.

Høyere reduksjonsmål gir større merkostnader - med unntak av rehabilitering. **En rehabilitering basert på et eksisterende råbygg (bæresystem og dekker) med et helt nytt klimaskall, innervegger og overflater vil ha et klimagassutslipp fra materialer som er 30-40% av et tilsvarende nybygg.** Ombruk er noe av det mest klimaeffektive vi kan gjøre, og bør alltid tilstrebes.

# Organisering av veilederen

Veilederen beskriver ulike temaer i et byggeprosjekt, og viktige valg og påvirkningsmuligheter for å redusere klimagassutslipp innenfor hvert tema. Veilederen er delt i to deler.

## Del 1

beskriver noen grunnprinsipper som er av stor betydning for klimagassutslippene, og som er felles for alle prosjekter. Del 1 er inndelt i *Hovedgrep*, *Byggesystem*, *Konstruksjoner* og *Produktvalg*.

## Del 2

handler om spesifikke temaer knyttet til materialbruken i et byggeprosjekt, og fokusområder for klimagassreduksjoner innenfor hvert tema. Hva er viktig? Hva er de mest kostnadseffektive tiltakene?

Tiltakene rangeres med utgangspunkt i merkostnad, fra kostnadsfrie grep i tidlig prosjektfase til investeringer for å nå større klimagassreduksjoner. Rangeringen er basert på *kostnad per kg klimagassreduksjon* - det vil si at rangeringen sier noe om hvor en investering vil gi størst klimaeffekt.

**Merk at det ikke vil være mulig å estimere den totale klimagassreduksjonen i et prosjekt kun ved å summere klimapotensialet til alle tiltakene.** Noen tiltak overlapper, og de faktiske reduksjonene vil avhenge av størrelsen, utformingen og materialvalgene til prosjektet. Veilederen kan derfor ikke fungere som en 'plukklister' opp mot en gitt klimagassreduksjon, men kan brukes til å prioritere innsatsen frem til et prosjektspesifikt klimagassregnskap er etablert.

Rangeringen er basert på spesifikke eksempler, men potensialet for reduksjon i klimagassutslipp er unikt for hvert enkelt prosjekt. Prosjektene bør derfor alltid gjennomføre sine egne undersøkelser.

Innenfor hvert tema beskrives tiltak som bør vurderes i alle prosjekter, og supplerende tiltak for mer ambisiøse prosjekter. Tiltakene som er egnet for alle prosjekter innebærer få eller ingen merkostnader og er gjennomførbare i de fleste sammenhenger.

# Del 1

## Grunnprinsipper

Hovedgrep

Byggesystemer

Prioritering av konstruksjoner

Produktvalg

## Grunnprinsipper

# Hovedgrep

Prosjektets hovedgrep har stor betydning for klimagassutslippene til prosjektet. Rammene for hovedgrep legges allerede ved tommtekjøp og i regulerings- og prosjekteringsfasene. Designvalg og -føringer som bestemmes her, vil kunne påvirke hvor stort klimagassutslipp den påfølgende utbyggingen og bygningsdriften vil innebære.

### Rehabilitering og ombruk

Ombruk er noe av det mest klimaeffektive et prosjekt kan gjøre. Bygg og materialer som ombrukes skaper ikke nye klimagassutslipp fra produksjon, og utslippene begrenses derfor til aktiviteter for å demontere, transportere og forberede materialene for ny bruk. Lokalt ombruk av hele bygg og bæresystem er alltid klimaeffektivt. Ombruk av materialer fra et prosjekt i et annet er normalt også klimaeffektivt, men det må regnes på i hvert enkelt tilfelle.

### Tomtevalg

Tomtevalg er svært bestemmende for klimagassutslipp fra materialer. Grunnforhold, støy og parkeringsbehov (kjellerareal) kan utløse store materialmengder. En byggherre med høye klimaambisjoner bør vurdere om tomten er egnet for det planlagte prosjektet, eller om den bør avsettes til andre formål.

### Arealeffektivitet og bygningsform

Klimagassutslipp måles normalt per kvadratmeter eller totalt for bygget. Samtidig er de mest klimaeffektive kvadratmeterne de som ikke bygges. Effektive arealer, sambruk og en best mulig utnyttelse over døgnet bør alltid vurderes som første skritt i et klimaeffektivt prosjekt.

Kjellerarealer er nødvendige i mange prosjekter, men blir ofte formet av byggene over bakken. Samtidig kan kjelleren (ekskl. fundamentering) stå for 15-25% av klimagassutslippet fra materialer i et typisk prosjekt. Kjellere utenfor bygningskroppens yttervegger bør alltid gjøres så små som mulig. Krav til parkeringsdekning er en av de største driverne for større kjellerarealer.

Antall etasjer er av betydning for klimagassutslipp, men innenfor 3-9 etasjer er fundamentering og hovedkonstruksjon/ hovedmaterialer viktigere enn høyden \*. Et bygg på 4-5 etasjer kommer normalt godt ut grunnet et mindre fotavtrykk (fundamenter og tak), samtidig som bæresystemet blir mer omfattende over 5 etasjer. 4-5 etasjer er også grensen for kompensert fundamentering.

---

\* Beregningen av byggehøydenes innvirkning til klimagassutslipp er isolert til den faktiske bygningskroppen, og det er ikke medregnet utslipp ved eventuelt økt infrastrukturbehov, energibehov eller transport ved bruk av tett/lav-bebyggelse.



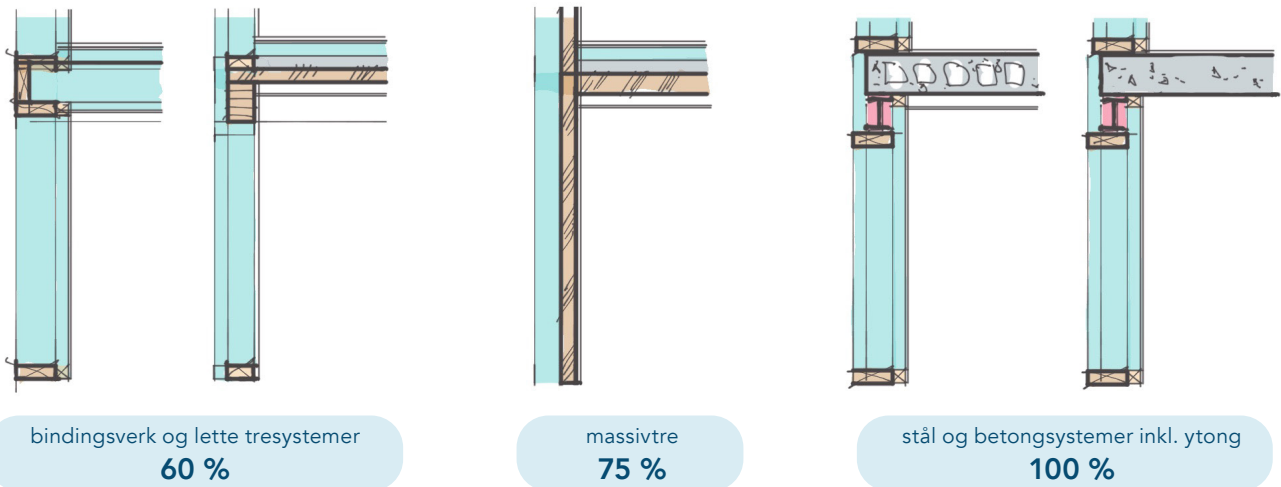
## Grunnprinsipper

# Byggesystemer

I Norge benyttes det i hovedsak fem byggesystemer for boligblokker:

- **Plasstøpt konstruksjon med plattendekker**
- **Konstruksjon med stål- og hulldekke**
- **Konstruksjon basert på massivtre**
- **Konstruksjon basert på ytong**
- **Konstruksjon med limtre og bindingsverk**

Byggesystem må avklares svært tidlig i prosjektets utvikling, fordi de ulike konseptene setter premisser for utformingen. Hvert byggesystem medfører et stort utvalg av muligheter og begrensninger, inkludert spennvidder, fundamentering, brannkonsept, lydkonsept og muligheter for grønt tak. Lettere systemer krever ofte større byggehøyder for å ivareta brann og lydkrav.



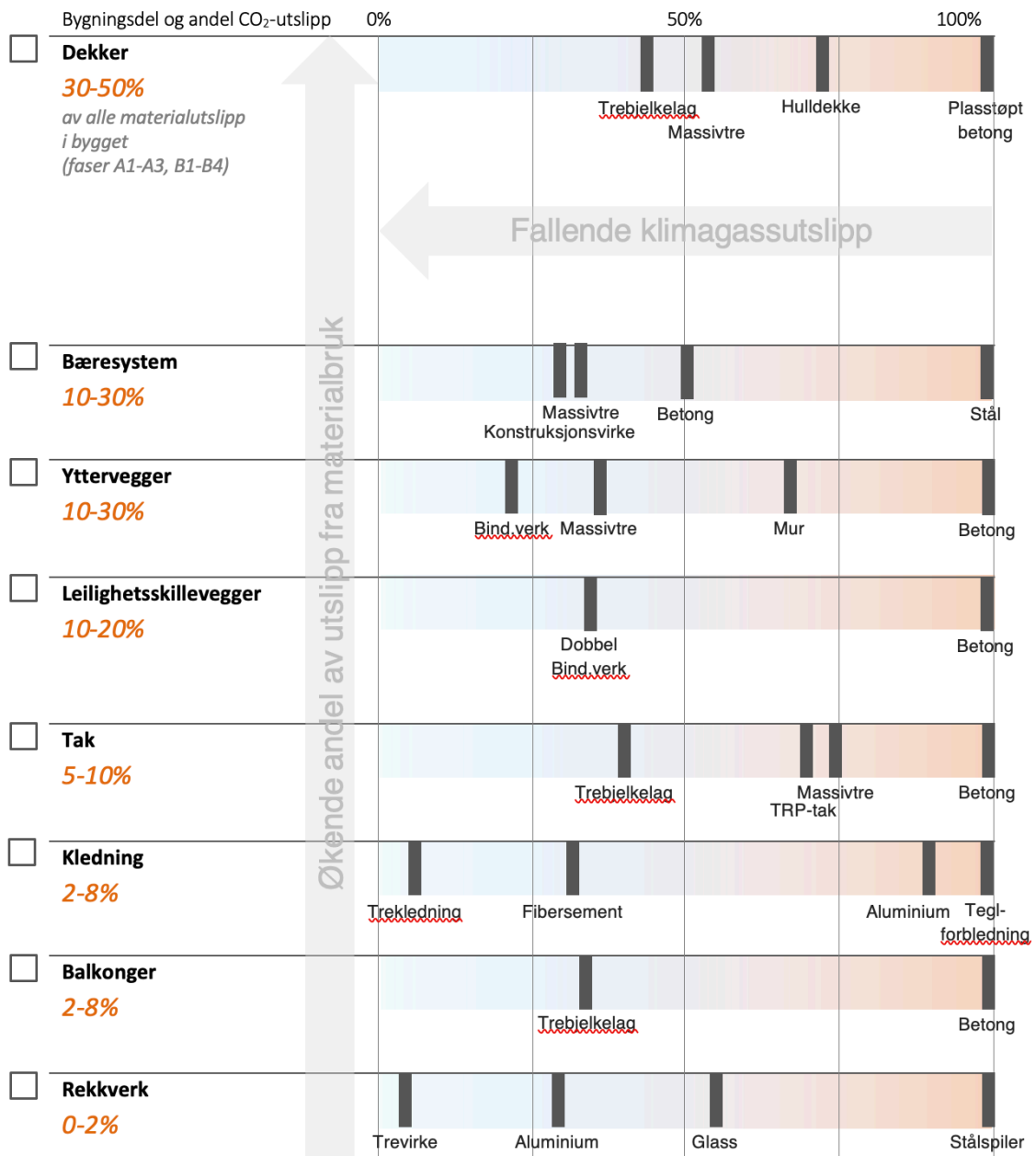
En sammenligning av klimagassutslipp for de ulike byggesystemer må derfor baseres på helhetlige vurderinger av prosjektet. Figuren over gir en indikasjon på relativ størrelsesorden på **klimagassutslipp fra materialer for komplette bygg med ulike byggesystemer**. Merk at det er store forskjeller mellom prosjekter. De enklere trebaserte systemene er ikke egnet for høye bygg grunnet brann- og konstruktive krav.

Beregningene utover i denne veilederen tar utgangspunkt i bygging med plasstøpte konstruksjoner og plattendekker, som er det mest vanlige byggesystemet for boligblokker i dag.

Grunnprinsipper

# Prioritering av konstruksjoner

Noen konstruksjonsformer har vesentlig høyere klimagassutslipp fra materialene enn andre. Bruk klimaeffektive konstruksjoner der mulig. Selv om man ikke kan endre konstruksjonen helt er det ofte mulig å jobbe med andelen innenfor en bygning, for eksempel ved å bytte ut stålkonstruksjoner med tre. Jo lenger til venstre i figuren, desto lavere klimagassutslipp fra konstruksjonen. Figuren viser utslipp for komplette konstruksjoner, og det er antatt lavkarbonbetong klasse B der relevant.



## Grunnprinsipper

# Produktvalg

Den samme konstruksjonen kan ha store forskjeller i klimagassutslipp, avhengig av hvilke produkter som er benyttet. Spennet kan være så stort som 500%, og det er derfor av stor betydning å velge klimaeffektive produkter. Som minimum bør følgende terskelverdier for CO<sub>2</sub>-utslipp innarbeides i entreprisen grunnlaget. Disse vil sikre en klimagassreduksjon på rundt 20% sammenlignet med 2020-nivå - normalt uten kostnadskonsekvens.

Terskelverdiene angir maksimal tillatt verdi for CO<sub>2</sub>-utslipp for sentrale materialgrupper i prosjektet. Produkter innenfor disse materialgruppene som ønskes benyttet i prosjektene skal ha CO<sub>2</sub>-utslipp som ligger under disse verdiene, dokumentert gjennom en EPD (Environmental Product Declaration) iht. ISO 14025, eller tilsvarende tredjepartssertifisert miljødokumentasjon.

Materialgruppe		Terskelverdi
<b>Konstruksjonsmaterialer</b>		
Plastøpt betong B35 (tilsvarende lavkarbonbetong klasse B)*	<b>280</b>	kg CO <sub>2</sub> -ekv/m <sup>3</sup>
(Merk: forespør lavkarbonbetong klasse A som opsjon)	<b>210</b>	kg CO <sub>2</sub> -ekv/m <sup>3</sup>
Armeringsstål	<b>0,50</b>	kg CO <sub>2</sub> -ekv/kg
Konstruksjonsstål (IHULT)	<b>1,05</b>	kg CO <sub>2</sub> -ekv/kg
Konstruksjonsstål (kaldformede og sveisede profiler)	<b>2,80</b>	kg CO <sub>2</sub> -ekv/kg
Hulldekker (lavkarbonklasse B)	<b>110</b>	kg CO <sub>2</sub> -ekv/tonn
<b>Bygningsplater</b>		
Gipsplater (standard type tykkelse 12,5 mm)	<b>2,1</b>	kg CO <sub>2</sub> -ekv/m <sup>2</sup>
Kryssfiner (tykkelse 15mm)	<b>11,0</b>	kg CO <sub>2</sub> -ekv/m <sup>2</sup>
<b>Isolasjon</b>		
Glassull (myk isolasjon i bindingsverk)	<b>0,80</b>	kg CO <sub>2</sub> -ekv/R=1
Steinull (myk isolasjon i bindingsverk)	<b>1,10</b>	kg CO <sub>2</sub> -ekv/R=1
EPS (trykklasse 80 kN/m <sup>2</sup> )	<b>2,20</b>	kg CO <sub>2</sub> -ekv/R=1
XPS (trykklasse 300 kN/m <sup>2</sup> )	<b>3,50</b>	kg CO <sub>2</sub> -ekv/R=1

Alle oppgitte terskelverdier er **ekskludert biogent karbon** og gjelder livsløpsfaser A1-A3.

\* Utslippsfaktorer for andre styrkeklasser av betong kan hentes fra Norsk Betongforenings publikasjon 37 "Lavkarbonbetong".

## Del 2

# Temaområder

## Materialer

## Del 2

## Temaområder

## Oppbygging

Del 2 beskriver en rekke temaområder og tiltak som er av betydning for klimagassutslippene til et prosjekt, og vurderer disse i forhold til klimapotensial og kostnadseffektivitet. Denne versjonen av veilederen beskriver kun materialer. Intensjonen er å supplere med temaområdene Byggeplass og Energibruk i neste versjon.

Klimapotensialet er målt i **% av alle materialutslippene i hus over mark** (basert på normtall fra DFØ). Dette gir et bilde på hvor stor betydning tiltaket kan ha i arbeidet med klimagassreduksjoner. Jo høyere klimapotensial, desto større sparte eller unngåtte klimagassutslipp som følge av tiltaket.

Kostnadseffektivitet er mål i **antall kroner investert per kg CO<sub>2</sub> redusert**. Dette sier noe om hvor mye tiltakets klimagassreduksjoner koster. Mange tiltak sparer både kostnader og CO<sub>2</sub>, og disse er prioritert i veilederen.

## Beskrivelse av tiltakene

Tiltakene innenfor hver bygningsdel er beskrevet i egne avsnitt, med en overskrift som under. Blå farge er tiltak som sparer både kostnader og CO<sub>2</sub>, mens oransj farge medfører en merkostnad:

2	<b>Unngå vanttett kjeller</b> Plassering og høyde på bygg	kostnadseffektivitet <b>+</b>	klimapotensial <b>5-10 %</b>
---	--	----------------------------------	---------------------------------

Kostnadseffektiviteten beskrives med “++”, “+”, “0”, “-” og “--”. I tilfellet over (+) vil tiltaket spare prosjektet for noen kroner for hvert kilogram CO<sub>2</sub> redusert - en positiv kostnadseffektivitet. “0” betyr ingen kostnadskonsekvens, mens et minustegn representerer en merkostnad for prosjektet.

“Klimapotensialet” i eksempelet over er 5-10%. Dette er et svært effektivt tiltak, som kan gi en klimabesparelse for materialbruk på 5-10% av utslippene til hus over mark. Potensialet til tiltakene er beregnet uavhengig av hverandre, og tiltakene er delvis overlappende. Den totale effekten av tiltakene vil derfor være mindre enn summen av klimapotensialet til hvert tiltak i et prosjekt.

Veilederen inkluderer oversikter over kledningsmaterialer og gulvprodukter, rangert etter kostnad og klimagassutslipp. Klimagassutslippene innenfor en produktgruppe varierer mye, og veilederen

benytter gjennomsnittverdier for tilgjengelige produkter i det norske markedet i disse sammenligningene. Figurene uttrykker derfor den generelle situasjonen, men det vil være produkter med både høyere og lavere utslipp enn det figurene viser.

Generelt sett må verdiene i veilederen brukes med forsiktighet og sunn fornuft. Tallene for klimagassutslipp stammer fra beregninger for et leilighetsbygg på 2.300 m<sup>2</sup> oppvarmet BRA, sett opp mot erfaringstall fra en rekke gjennomførte prosjekter. Kostnader er kalkulert med oppdaterte tall, men det er store bevegelser i markedet. **Veilederen gir derfor et godt bilde av forholdet mellom ulike tiltak i et typisk prosjekt, men verdiene bør ikke benyttes utover dette.**

## Temaområde

**Materialer****Hva er viktigst?**

Bygg over mark står i de fleste tilfeller for størsteparten av klimagassutslippet fra materialer, men dette avhenger av byggets størrelse og grunnforholdene på stedet. I store prosjekter med dårlige grunnforhold kan klimagassutslipp fra fundamenteringen (normalt peler) være større enn bygg over mark. Kjelleren utgjør vanligvis 15-25% av alle klimagassutslipp fra materialer - men fordelingen er veldig avhengig av prosjekt og geometri.

**Fundamenter**

Klimagassutslipp fra grunn og fundamenter varierer mye fra bygg til bygg, og avhenger blant annet av grunnforhold, grunnvannstand, fundamentløsning og byggehøyder.

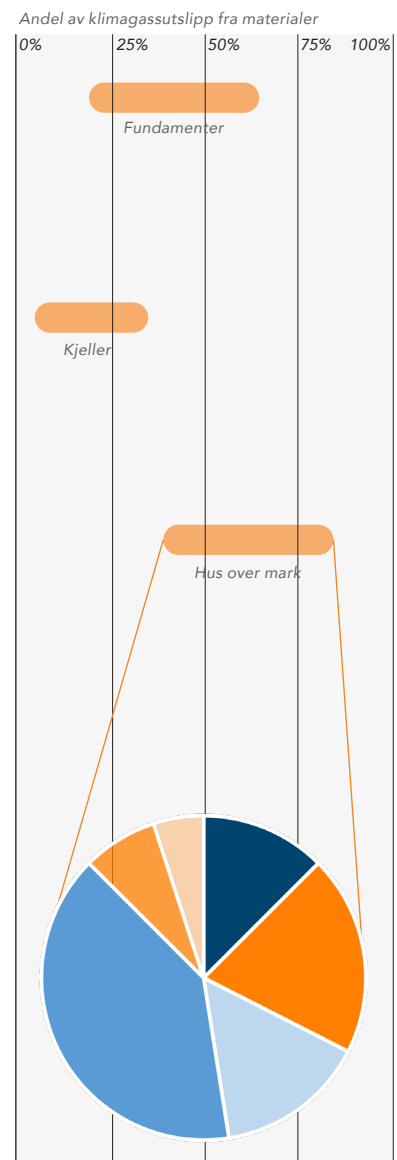
**Kjeller**

Klimagassutslipp fra kjeller er normalt mindre enn fundamentene, med unntak av bygg som kan fundamenteres direkte på fjell. Utforming av kjelleren er av stor betydning for utslippene.

**Hus over mark**

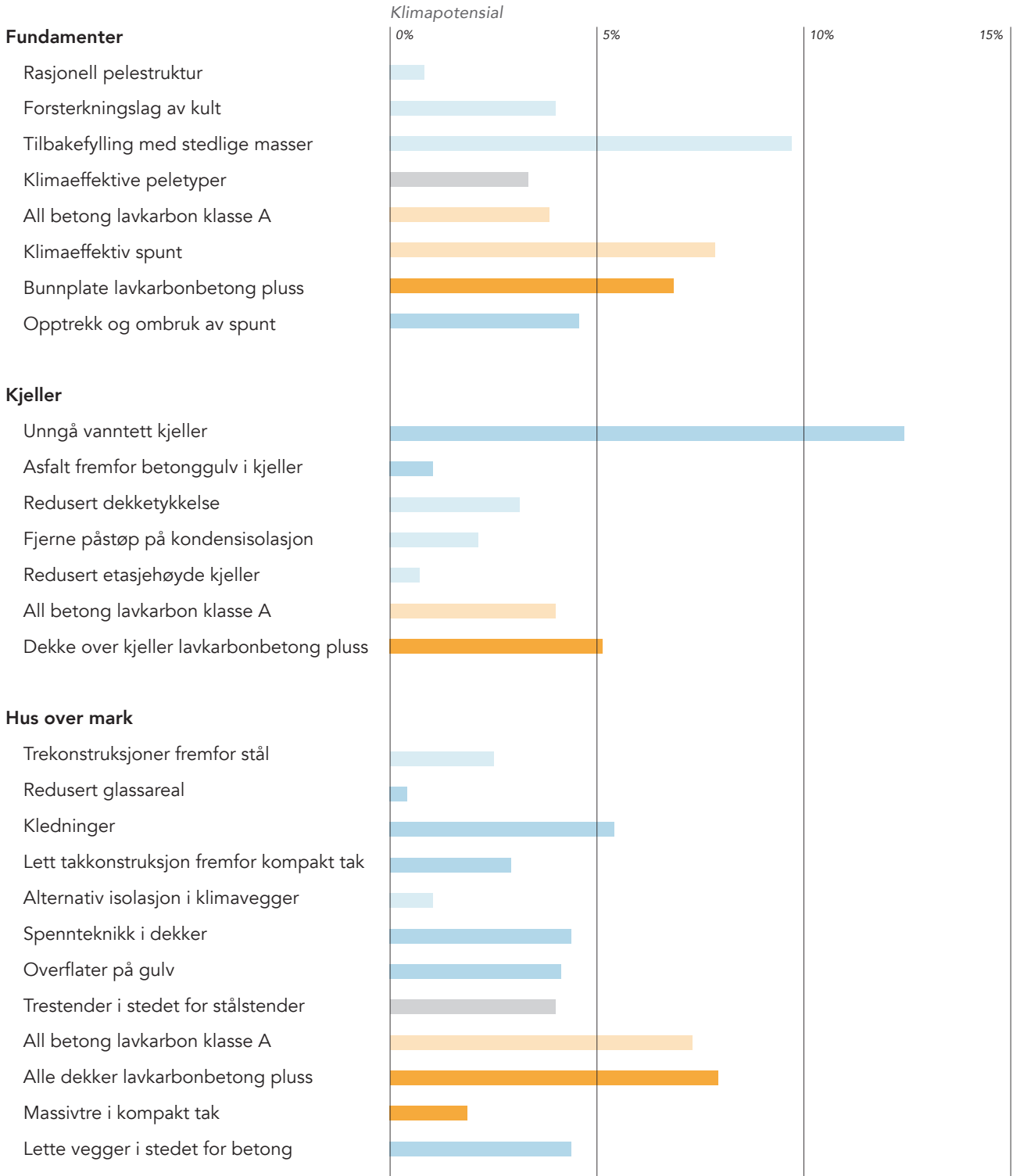
En typisk fordeling av klimagassutslipp på de ulike bygningsdelene vises i figuren til høyre. Dette vil selvsagt variere mye, og bestemmes blant annet av utforming og byggesystem. Man kan likevel si at råbygget - bæresystem, bærende vegger og dekker - normalt står for 50-70% av materialutslippene i hus over mark, og at dekker nesten alltid er den viktigste utslippsposten.

22 Bæresystem	10-30%
23 Yttervegger	10-30%
24 Innervegger	10-20%
25 Dekker	30-50%
26 Yttertak	5-10%
28 Trapper og balkonger	2-8%



## Oversiktsfigur

## Alle tiltak - Boligblokker





## Materialer

## Grunn og fundamenter

## Hva er viktig?

Klimagassutslipp fra grunn og fundamenter varierer mye fra bygg til bygg, og avhenger av grunnforhold, grunnvannstand, fundamenteringsdybde og utforming. Anbefalte fokusområder er:

## Alle prosjekter

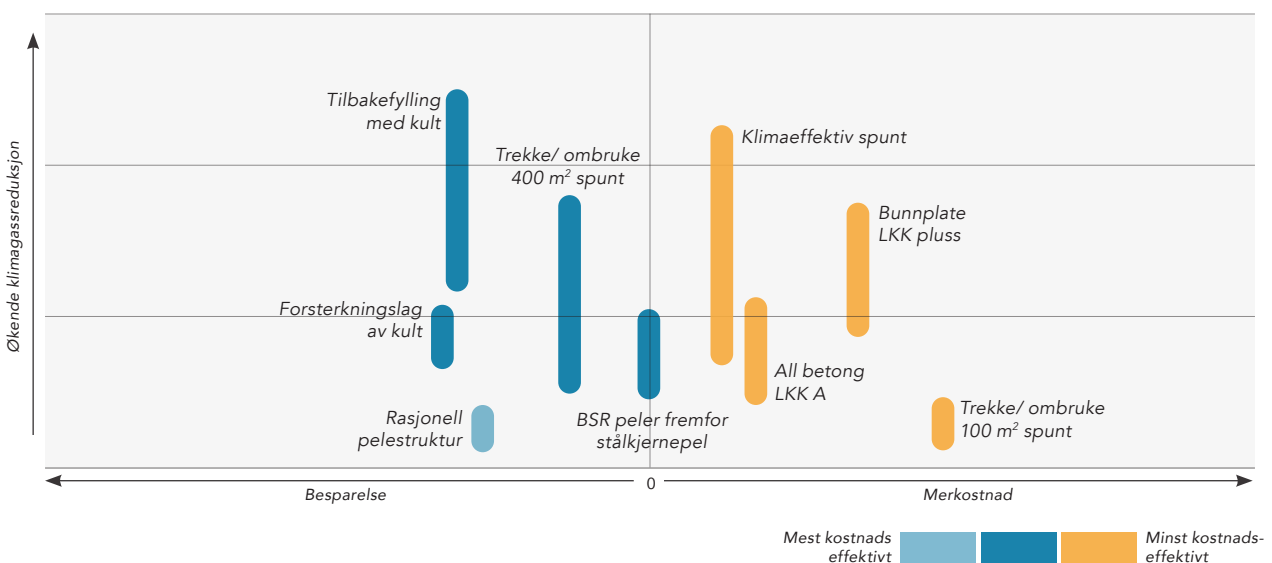
- Vurder rehabilitering og ombruk
- Riktig dimensjonering og pelestruktur
- Forsterkningslag av kult fremfor betong/ magerbetong
- Fylling med kult fremfor lettfylling
- Tilbakefylling med stedlige masser

## Bør også vurderes

- Ombruk og gjenbruk
- Vurder om grunnforholdene er egnet for bygget som planlegges
- Benytt klimaeffektive peler og spunt der disse er nødvendig
- Endre fra stålkjernepel til BMS-pel
- Trekking og ombruk av spunt
- Lavkarbonbetong A eller pluss i bunnplate og betongfundamenter

## Hva er de mest effektive grepene?

Figuren viser klima- og kostnadseffekten av ulike grep. Grepene som gir størst klimagasreduksjon ligger høyest i figuren, og grepene som er mest kostnadseffektive (investert krone per kg CO<sub>2</sub>e redusert) ligger lengst til venstre. Blå grep gir både en klima- og en kostnadsbesparelse.



## Materialer

# Grunn og fundamenter

## Mest kostnadseffektive tiltak

Betong og peler er de viktigste utslippsskildene i grunn og fundamenter, men det er mange andre grep som også kan redusere klimagassutslippene på en kostnadseffektiv måte. Gode løsninger for tilbakefylling og forsterkningslag har også et stort klimapotensial. En rekke gode klimagrep vil også spare kostnader, og bør alltid utredes. Husk at **klimapotensialet er andelen av byggets samlede materialutslipp** - det er et stort potensial for klimagassreduksjoner i fundamentene.

### 1.1 Rasjonell pelestruktur

Tverrfaglig prosjektering av bærepunkter

kostnadseffektivitet

+

klimapotensial

1-2 %

Antall peler kan ofte reduseres gjennom god planlegging. Dette krever en tverrfaglig prosjektering og må skje før planløsningen er låst.

#### Hvordan?

Involver RIB og entreprenør i tidlig fase, før planløsning og organisering av bygg er bestemt. Plasser trappekjerner og bærepunkter i en rasjonell struktur.

#### Hva må du huske på?

En komplisert utforming vil normalt kreve flere bærepunkter og peler. En ukurant plassering av trappekjerner vil ofte utløse flere peler - trappekjernene bør vies spesiell oppmerksomhet.

### 1.2 Forsterkningslag av kult

Fremfor magerbetong

kostnadseffektivitet

+

klimapotensial

3-5 %

Kult med avrettingslag kan benyttes som forsterkningslag der grunnforholdene er egnet, i stedet for magerbetong.

#### Hvordan?

Gjør grunnundersøkelser tidlig og involver entreprenør for å vurdere løsninger.

#### Hva må du huske på?

Bruk av magerbetong vil være nødvendig ved enkelte grunnforhold.

### 1.3 Tilbakefylling med kult

Bruk av kult eller stedlige masser

kostnadseffektivitet

+

klimapotensial

6-12 %

Fylling med kult eller knuste betongmasser fremfor lettfylling kan redusere klimagassutslippene betydelig.

#### Hvordan?

Tilgang til egnede masser, drenering og isolasjonstyper i grunnen må vurderes tidlig.

#### Hva må du huske på?

Lettfylling benyttes ofte grunnet risiko for sideforskyvning. Dersom lettfylling velges bort kan det utløse andre tiltak, som kompensert fundamentering eller ekstra peler. Tiltaket må derfor vurderes som del av en helhetlig løsning.

### 1.4 Opptrekk og ombruk av spunt

Grunnarbeider

kostnadseffektivitet

-- / +

klimapotensial

1-9 %

Stålspunt har høye klimagassutslipp i produksjon, og spunt som ombrukes skaper ikke nye produksjonsutslipp. Stålspunt kan ombrukes inntil 5 ganger. Større mengder er mer kostnadseffektivt.

#### Hvordan?

Trekking av spunt må planlegges tidlig. Mulighet for å trekke spunt kan begrenses av grunnforhold (ikke egnet ved bløte leirtyper) og hensyn til omkringliggende konstruksjoner (f.eks. står spunt ofte innenfor utkragede balkonger).

#### Hva må du huske på?

Klimapotensialet er beregnet ved å anta at spunten ombrukes en gang, og at utslippene fra produksjon av spunten deles på de to prosjektene som bruker den. Dette vil ikke synes i et standard klimagassregnskap i henhold til NS 3720, der hele besparelsen legges til prosjektet som ombrukes - men klimaeffekten er likevel reell.

## Materialer

# Grunn og fundamenter

## Tiltak med en merkostnad

Store klimagassreduksjoner vil ofte medføre merkostnader - men det er store forskjeller mellom ulike tiltak. Lavkarbonbetong i ulike klasser har beskjedne merkostnader. For noen tiltak er merkostnadene avhengig av mengder - det er for eksempel stor forskjell på å trekke og ombruke 100 m<sup>2</sup> og 400 m<sup>2</sup> spunt.

<b>1.5 Peletyper</b> Tverrfaglig prosjektering av bærepunkter	kostnadseffektivitet <b>0</b>	klimapotensial <b>2-5 %</b>
--	----------------------------------	--------------------------------

BSR-peler (borede stålrørspeler) inneholder rundt 55% mindre stål per løpemeter enn stålkjernepeler med en tilsvarende bæreevne.

**Hvordan?**

RIG, RIB og ENT må vurdere peletyper med utgangspunkt i grunnforhold, klimagassutslipp og andre hensyn.

**Hva må du huske på?**

Borede stålrørspeler har dårligere egenskaper i forhold til påhengslaster, sidetrykk og strekk og kan ikke brukes i alle sammenhenger. Prosjekter kan også vurdere kompensert fundamentering som alternativ til peling. Dette kan gi betydelige klimagassbesparelser i noen situasjoner.

<b>1.6 Lavkarbonbetong klasse A</b> Fundamenter og bunnplate	kostnadseffektivitet <b>-</b>	klimapotensial <b>2-5 %</b>
---	----------------------------------	--------------------------------

Lavkarbonbetong klasse A kan benyttes i de fleste situasjoner i fundamentene. Merkostnaden er svært beskjeden - kostnaden våren 2023 er rundt 1,2 kroner per kg CO<sub>2</sub>e redusert.

**Hvordan?**

Betongen har stort sett de samme egenskapene som lavkarbonbetong klasse B, som er standard i bransjen i dag.

**Hva må du huske på?**

Tilgjengelighet og leveringstid må sjekkes tidlig i prosessen, da betongen kan ha noe lenger leveringstid i deler av landet.

**1.7 Klimaeffektiv spunt**

Valg av produkt

kostnadseffektivitet

-

klimapotensial

**3-12 %**

De mest klimaeffektive spunttypene har utslipp på 40% av standard spunt, i hovedsak grunnet stål med lavere klimagassutslipp (ulike produksjonsformer). Tykkelse og form på spunten har også stor betydning.

**Hvordan?**

Kostnadseffektiviteten må utredes i det enkelte prosjekt i samråd med entreprenør. Dimensjonering, eventuell innvendig avstivning eller stag bør også optimaliseres med hensyn på klimagassutslipp.

**Hva må du huske på?**

Ombrukt spunt vil være et bedre alternativ enn selv de mest klimaeffektive nye spunttypene. Mulige kilder for ombrukt spunt bør kartlegges tidlig i prosjektet.

**1.8 Lavkarbonbetong pluss**

Fundamenter og bunnplate

kostnadseffektivitet

-

klimapotensial

**4-9 %**

For betongelementer med gode herdeforhold kan lavkarbonbetong pluss benyttes. Dette gjelder spesielt der det er behov for en konstruktiv bunnplate. Betongen har en merkostnad på rundt 2 NOK per kg CO<sub>2</sub>e redusert.

**Hvordan?**

Involver entreprenør i tidlig prosjektfase for å utrede konsekvenser av betong med lenger herdetid. Betongen har en fremdriftskonsekvens og god planlegging er avgjørende.

**Hva må du huske på?**

Lavkarbonbetong pluss har lenger herdetid enn standard betong og er best egnet for tykke konstruksjoner med høy varmeutvikling.

## Materialer

# Kjeller

### Hva er viktig?

Klimagassutslipp fra kjeller er normalt 15-25% av de totale klimagassutslippene fra materialer, men det er stor variasjon. Fokusområder bør være:

#### Alle prosjekter

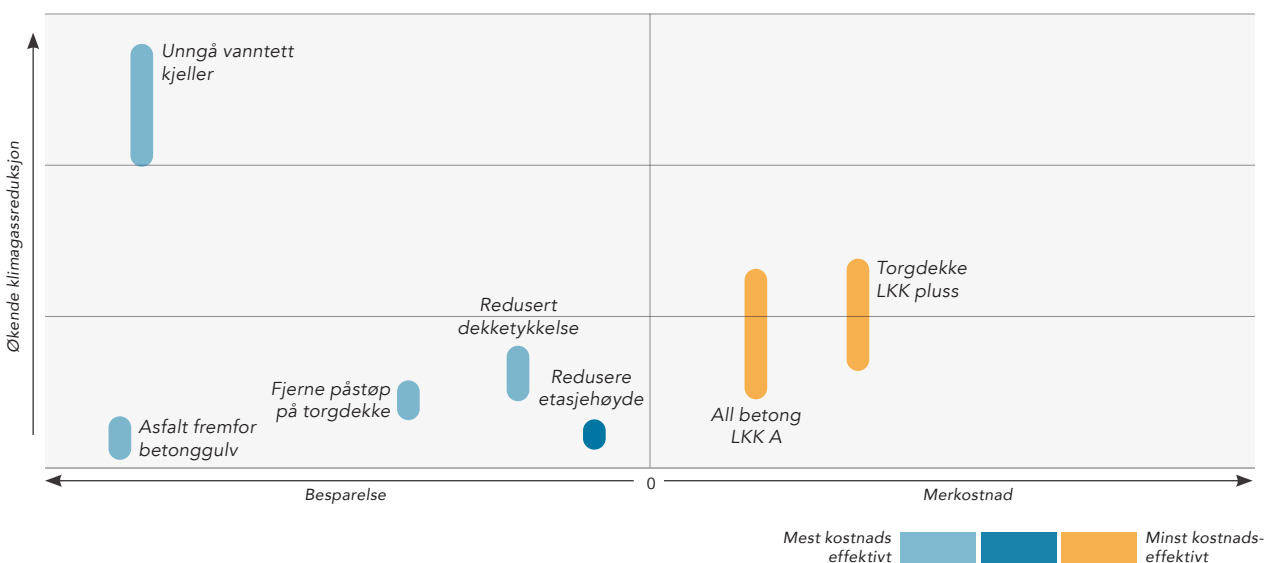
- Minimere kjellerarealer
- Unngå eller reduser vanntett kjeller
- Mest mulig asfaltgulv fremfor betonggulv i p-kjeller
- Unngå behov for brannbiloppstilling på gårdsromsdekket
- Redusere etasjehøyde i kjeller
- Endre torgdekke fra påstøp oppå isolasjon til grytetekking uten påstøp

#### Bør også vurderes

- Ombruk av dekkeelementer
- Lavkarbonbetong klasse A eller pluss
- Redusere dekketykkelse over kjeller ved hjelp av spennarmering eller økt bærekonstruksjon

### Hva er de mest effektive grepene?

Figuren viser klima- og kostnadseffekten av ulike grep. Blå grep gir både en klima- og en kostnadsbesparelse. Den vertikale skalaen i figuren er lik i alle kapitlene, slik at størrelsen på klimagassreduksjonene er sammenlignbar.



## Materialer

# Kjeller

### Mest kostnadseffektive tiltak

Det aller enkleste og viktigste tiltaket for å begrense klimagassutslipp fra en kjeller er å redusere størrelsen. Nødvendige funksjoner må selvsagt få plass, men et fokus på effektive planløsninger og rasjonelle konstruksjoner i overliggende bygg kan spare mange kvadratmeter. Utover dette kan kjellerens utforming og konstruksjoner ofte optimaliseres.

#### 2.1 Unngå vanntett kjeller

Plassering og høyde på bygg

*kostnadseffektivitet*

++

*klimapotensial*

10-14 %

En vanntett kjeller krever store mengder betong sammenlignet med ikke-vanntette løsninger. Forskjellen vil være spesielt stor der bygget ikke må peles, fordi man da kan unngå en sammenhengende bunnplate under kjeller/ bygg.

#### Hvordan?

Utred grunnforhold og grunnvannstand - det kan være store forskjeller også innenfor tomtegrensene. Plasser kjeller med drenering over grunnvannstand og eventuell flomhøyde for å minimere behov for vanntette arealer.

#### Hva må du huske på?

Bygget kan heves for å unngå grunnvann, men husk at dette vil forlenge pelene og kan ha reguleringsmessige konsekvenser. Ved vanntett kjeller er flomluke en mulighet for å unngå forankring mot oppdrift, forutsatt at prosjektet ivaretar behov for varsling av brukere og plassering/ beskyttelse av tekniske installasjoner.

#### 2.2 Asfalt fremfor betonggulv i kjeller

Bodarealer i tillegg til parkering

*kostnadseffektivitet*

++

*klimapotensial*

1-2 %

Der det ikke er krav til vanntett eller oppvarmet kjeller kan asfalt på drenerende masser brukes som gulv i stedet for betong. Dette er også mulig i bodarealer og noen tekniske arealer.

#### Hvordan?

Utred grunnforholdene og drenering og plasser arealer som er egnet for asfaltgulv inntil hverandre.

#### Hva må du huske på?

Bruk av betonggulv i kjeller der det ikke er krav om vanntett kjeller eller konstruktiv bunnplate er ofte en kvalitativ beslutning. Dette bør vurderes kritisk opp mot den betydelige klima- og kostnadsbesparelsen ved asfaltgulvet.

**2.3 Reduser dekketykkelse**

Dekke over parkeringsanlegg

kostnadseffektivitet

++

klimapotensial

2-4 %

Unngå kjøring/ brannbil på torgdekket. Dekketykkelser kan også reduseres ved hjelp av spennteknikk eller økt bærekonstruksjon. Dersom bærekonstruksjonen økes må det totale klimagassregnskapet vurderes nøye.

**Hvordan?**

Involver RIB og entreprenør tidlig for å vurdere alternativer. Effektiv spennteknikk krever en samlet vurdering av spennvidder, bærelinjer og byggeprosess.

**Hva må du huske på?**

En fjerning av brannbil fra gårdsrom må planlegges tidlig, da det ellers kan utløse krav til doble trapperom. Dette vil øke kostnader, klimagassutslipp og redusere slagbart areal (BRAs).

**2.4 Fjern påstøp på kondensisolasjon**

Dekke over parkeringsanlegg

kostnadseffektivitet

++

klimapotensial

2-3 %

Dersom det brukes grytetekking kan påstøp som beskytter membran og kondensisolasjonen som er over parkeringsdekket ofte utgå. Oppbyggingen må fremdeles utføres slik at membranen er beskyttet mot skader.

**Hvordan?**

Vurder oppbygging av gårdsromdekket tidlig, sammen med RIBfy og ENT.

**Hva må du huske på?**

Gårdsromsdekker med færre fysiske belastninger tåler en enklere oppbygging. Unngå tyngre kjøretøy på dekket dersom mulig. Påstøp brukes til å beskytte membranen i byggefasen og i drift. Valget om å fjerne påstøp må baseres på en totalvurdering der klimagassutslipp er ett av elementene.

**2.5 Reduser etasjehøyde**

Høyde i parkeringsanlegg

kostnadseffektivitet

+

klimapotensial

0-1 %

Å redusere etasjehøyden i kjeller har begrenset kostnads- og klimaeffekt.

**Hvordan?**

Optimalisere etasjehøyde, både ytter- og innervegger. Den generelle høyden i kjelleren bestemmes ofte av hensyn som kun gjelder deler av arealet, for eksempel inn- og uttransport og montasje av tekniske anlegg. Gjennom god planlegging kan høyden i andre deler av kjelleren ofte reduseres.

**Hva må du huske på?**

Det er viktig å vurdere fleksibilitet for annen bruk i fremtiden. En parkeringsanlegg med en utvendig fasade kan være egnet for konvertering til annet formål. Da kan god høyde i kjelleren være et bedre klimavalg. Fremføring av rør, kanaler og kabelbroer må planlegges nøye dersom høyden skal optimaliseres.



## Materialer

# Kjeller

### Tiltak med en merkostnad

En kjeller består i stor grad av betong, og bruk av ulike kvaliteter av lavkarbonbetong er et svært effektivt tiltak. Merkostnadene er begrensede, og teknologien rundt betong med lave klimagassutslipp utvikler seg kontinuerlig. Frem til 2020 var lavkarbonbetong klasse C standard i bransjen. I dag leveres lavkarbon klasse B som standard de fleste steder i landet. Lavkarbon B bør kreves som et minimum i alle prosjekter.

#### 2.6 Lavkarbonbetong klasse A

Alle betongkonstruksjoner i kjeller

kostnadseffektivitet

-

klimapotensial

2-7 %

Lavkarbonbetong klasse A kan benyttes i alle situasjoner i en kjeller. Merkostnaden er svært beskjeden - kostnaden våren 2023 er rundt 1,2 kroner per kg CO<sub>2</sub>e redusert.

#### Hvordan?

Betongen har stort sett de samme egenskapene som lavkarbonbetong klasse B, som er standard i bransjen i dag.

#### Hva må du huske på?

Tilgjengelighet og leveringstid må sjekkes tidlig i prosessen, da betongen kan ha noe lenger leveringstid i deler av landet.

#### 2.7 Lavkarbonbetong pluss

Dekke over kjeller

kostnadseffektivitet

-

klimapotensial

3-7 %

For betongelementer med gode herdeforhold kan lavkarbonbetong pluss benyttes. Beregningen av tiltaket forutsetter bruk av lavkarbonbetong pluss i dekke over kjeller, men ikke i kjellerveggene.

#### Hvordan?

Involver entreprenør i tidlig prosjektfase for å utrede konsekvenser av betong med lenger herdetid. Betongen har en fremdriftskonsekvens og god planlegging er avgjørende.

#### Hva må du huske på?

Lavkarbonbetong pluss har lenger herdetid enn standard betong og er best egnet for tykke konstruksjoner med høy varmeutvikling.

## Materialer

## Hus over mark

## Hva er viktig?

Hus over mark står normalt for hovedvekten av klimagassutslippene fra materialer, med unntak av der det er svært dårlige grunnforhold. Fokusområder bør være:

## Alle prosjekter

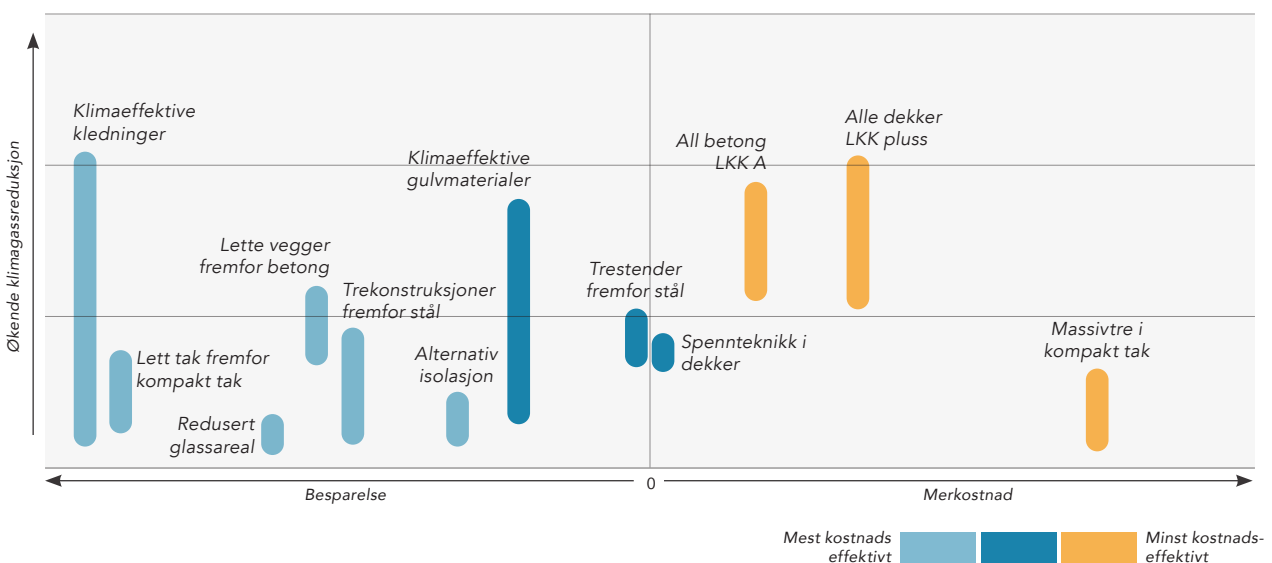
- Prioriter klimaeffektive materialer
- Etterprøv glassandel
- Trekonstruksjoner i inntrukkede etasjer
- Trestendere fremfor stålendere
- Velg klimaeffektive kledninger og gulvmaterialer
- Lette veggtyper fremfor betong også der det er lyd- og brannkrav

## Bør også vurderes

- Ombruk av konstruktive elementer og kledninger
- Benytte trekonstruksjoner fremfor stål og betong
- Lavkarbonbetong klasse A eller pluss
- Massivtredekke i kompakte tak
- Reduser dekketykkelser ved hjelp av spennarmering

## Hva er de mest effektive grepene?

Figuren viser klima- og kostnadseffekten av ulike grep. Grepene som gir størst klimagassreduksjon ligger høyest i figuren, og grepene som er mest kostnadseffektive (investert krone per kg CO<sub>2</sub>e redusert) ligger lengst til venstre. Blå grep gir både en klima- og en kostnadsbesparelse.



## Materialer

# Hus over mark

### Mest kostnadseffektive tiltak

Det er store muligheter for kostnadsfrie klimagassreduksjoner i hus over mark, ofte knyttet til optimalisering av utformingen og valg av materialer. Mange klimaeffektive materialer er også kostnadseffektive, og bør alltid vurderes. Det er et stort potensiale for økt grad av ombruk i hus over mark, for eksempel kledninger, tekniske komponenter og dører. Produktvalget er også av stor betydning, se eget avsnitt på side 9.

#### 3.1 Trekonstruksjoner fremfor stål

Søyler og bjelker

kostnadseffektivitet

++

klimapotensial

1-4 %

Heltre- og limtresøyler og -bjelker har vesentlig lavere klimagassutslipp enn tilsvarende stålkonstruksjoner, og normalt lavere kostnader per løpemeter for en tilsvarende bæreevne.

#### Hvordan?

Optimalisere utforming for å redusere behovet for søyler og bjelker, og for å sikre at trekonstruksjoner kan benyttes. RIB og ENT må involveres tidlig.

#### Hva må du huske på?

Trekonstruksjoner bygger mer enn stål, noe som kan ha konsekvenser for utforming av yttervegger og plassering av tekniske anlegg. Trekonstruksjoner krever derfor en større grad av tverrfaglig prosjektering.

#### 3.2 Redusert glassareal

Fasader

kostnadseffektivitet

++

klimapotensial

0-1 %

Glassflater har normalt høyere klimagassutslipp og kostnader enn en lett klimavegg med kledning.

#### Hvordan?

Arkitekt bør foreta en kritisk vurdering av glassarealene i tidlig prosjektfase, og glass prioriteres der det har størst betydning for å sikre dagslyskrav, utsyn og eventuell utsikt. Glassarealene kan normalt optimaliseres ved hjelp av simuleringer fremfor bruk av forenklet vurderingsmetode i TEK.

#### Hva må du huske på?

En del kledninger har høye klimagassutslipp, og tiltaket vil ikke gi vesentlige besparelser når disse brukes. Men redusert glassareal er også viktig for å sikre et lavt varmebehov i bygget.

### 3.3 Kledninger

Konsekvenser av valg

kostnadseffektivitet

++

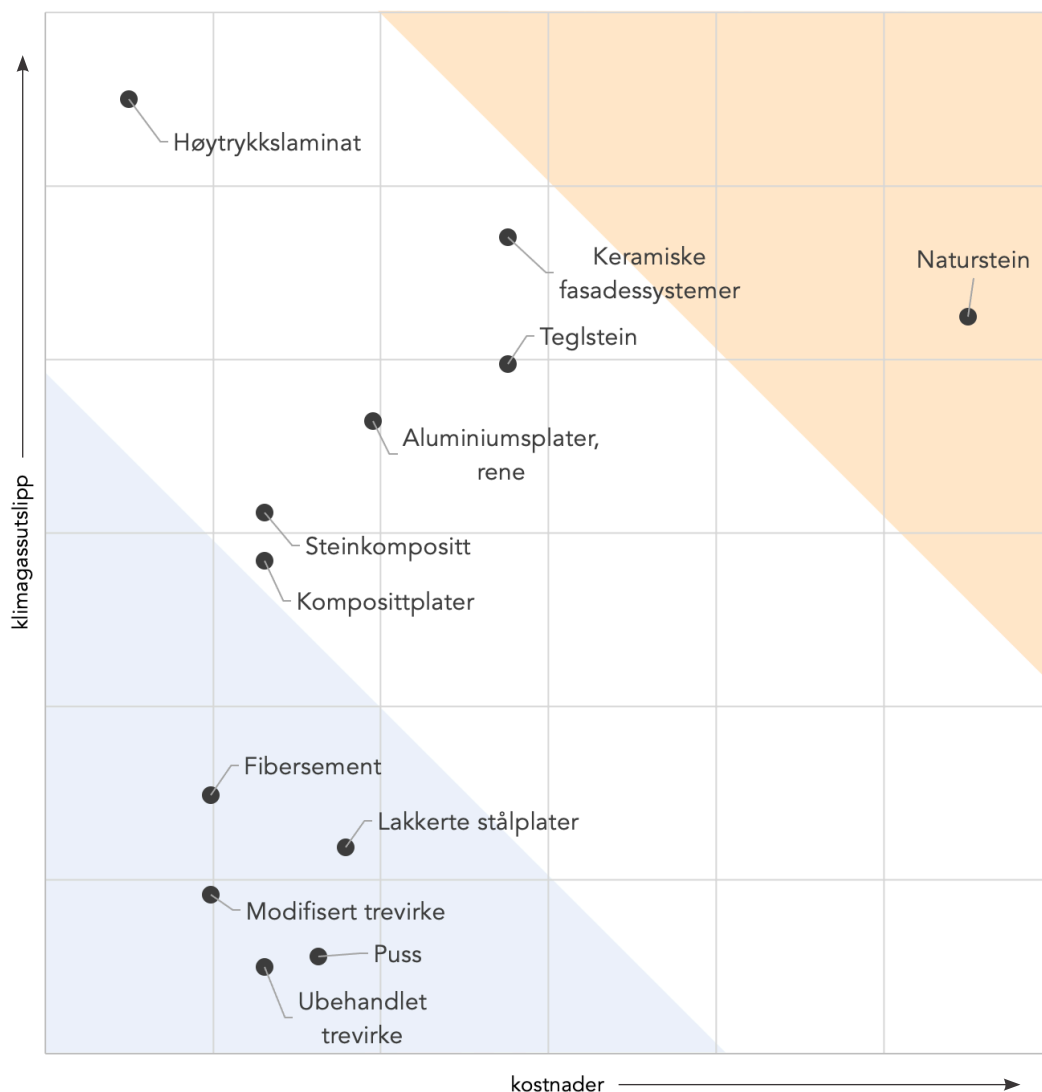
klimapotensial

0-11 %

#### Hva er viktig?

Klimagassutslipp fra kledninger varierer mye, og det er liten sammenheng med kostnader. Figuren under viser gjennomsnittsverdier for ulike kledninger (klimagassutslipp og NOK per m<sup>2</sup>). Blå sone viser kledninger med lave klimagassutslipp og kostnader, oransj sone høye utslipp og kostnader.

Levetiden har stor betydning for klimagassutslippene. Boligblokker vil normalt ha svært lang levetid, og varige kledninger som teglstein kan være et egnet valg. Figuren antar at alle kledningene har samme levetid som bygget. Dersom bygget skal ha kort levetid bør kledninger med lave utslipp og høy ombrukbarhet velges.



#### Hva må du huske på?

Merk at figuren viser gjennomsnittsverdier for de ulike kledningstypene. Det er store forskjeller både i utslipp og kostnader, og figuren vil derfor ikke være representativ for alle produkter. Mange kledningstyper er godt egnet for ombruk, og ombrukte kledninger bør alltid søkes og vurderes.

**3.4 Lett takkonstruksjon fremfor kompakt tak**

Yttertak

kostnadseffektivitet

++

klimapotensial

1-4 %

Lette takkonstruksjoner er normalt mer klimaeffektive enn kompakte tak med betongdekker, men det avhenger av løsning og taktekkning. Skråtak med takstein kan ha høyere utslipp enn et kompakt betongtak.

**Hvordan?**

Flate lette tak bygger normalt mer enn kompakte tak (dersom konstruksjonen plasseres under isolasjonssjiktet) eller leveres som produkter (dersom en kompakt konstruksjon). RIB og Produsent bør involveres tidlig.

**Hva må du huske på?**

Lette tak er ikke egnet for takterrasser eller solceller. Kravene til MUA, MFUA, solbelyst MFUA, blågrønn faktor og behov for solceller må avklares tidlig, og før byggingen har startet.

**3.5 Lette vegger i stedet for betong**

Vegger med lyd- og brannkrav

kostnadseffektivitet

+

klimapotensial

3-6 %

Skillevegger mellom leiligheter bygges ofte i betong, men lettvegger med egnede lyd- og brannkrav kan fungere like godt i ikke-bærende vegger. Dette gir også et bygg som lettere kan bygges om i fremtiden.

**Hvordan?**

Be RIB og entreprenør om å se på et optimalt bæresystem (bærevegger og spennvidder) med fokus på klimagassutslipp. Deretter kan prosjektet vurdere øvrige vegger.

**Hva må du huske på?**

Lette vegger har andre egenskaper med hensyn på lyd og brann og må prosjekteres korrekt.

**3.6 Alternativ isolasjon i klimavegger**

Glassull fremfor steinull

kostnadseffektivitet

+

klimapotensial

1-2 %

Ulike isolasjonsmaterialer har ulike klimagassutslipp. Produkter varierer, men som hovedregel har glassull vesentlig lavere klimagassutslipp enn steinull.

**Hvordan?**

Tiltaket har ingen konsekvenser for utforming av klimavegger. Markedet utvikler seg raskt, og produktenes klimagassutslipp og kostnader må kontrolleres i det enkelte prosjekt.

**Hva må du huske på?**

Steinull har bedre lydegenskaper enn glassull, og er ofte nødvendig for å ivareta lydkrav i delevegger mellom leiligheter og andre innervegger.

### 3.7 Overflater på gulv

Konsekvens av valg

kostnadseffektivitet

0

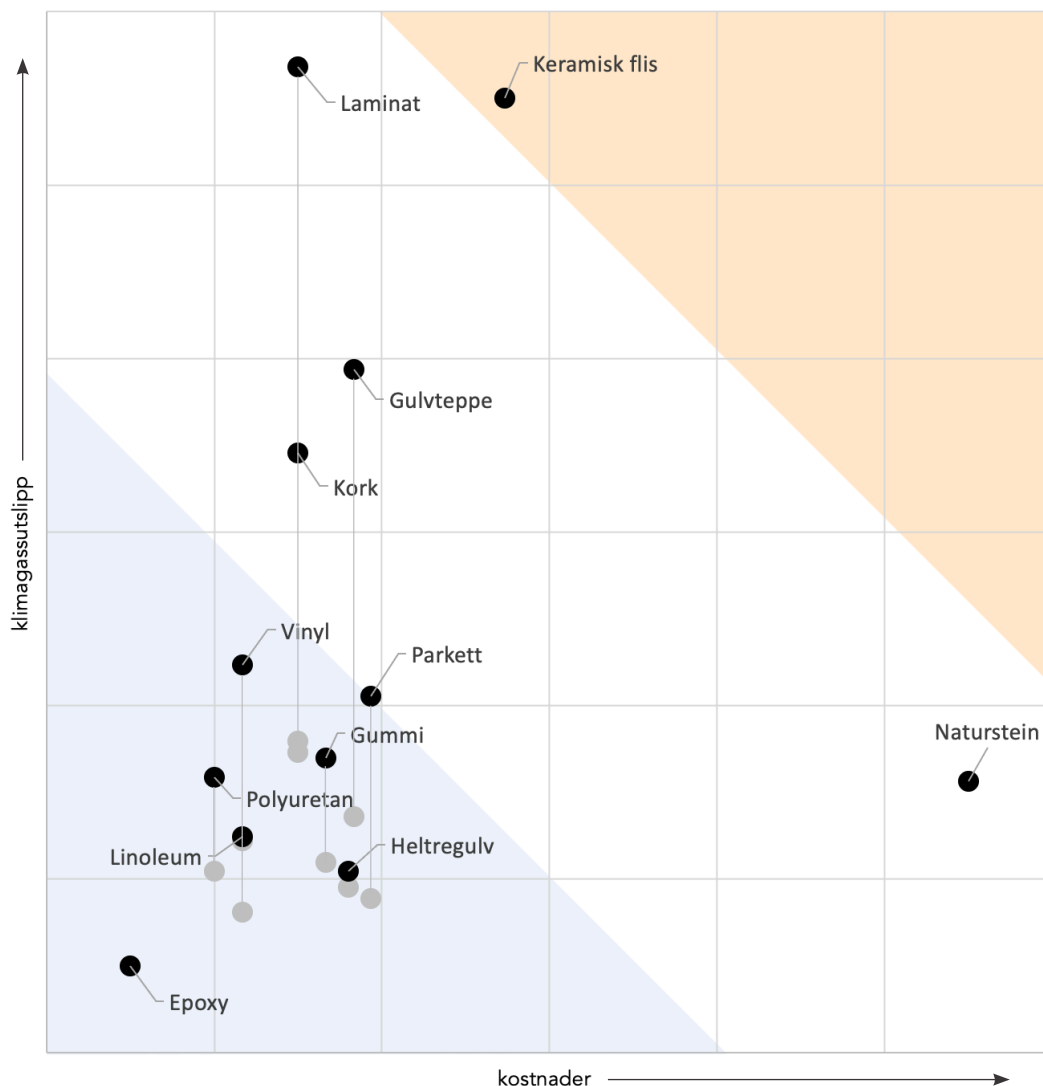
klimapotensial

0-9 %

#### Hva er viktig?

Klimagassutslipp fra overflater til gulv varierer også mye, og det er liten sammenheng med kostnader. Figuren under viser gjennomsnittsverdier for ulike gulvmaterialer (klimagassutslipp og NOK per m<sup>2</sup>). Blå sone viser kledninger med lave klimagassutslipp og kostnader, oransj sone høye utslipp og kostnader.

Levetiden har stor betydning for klimagassutslippene. De sorte sirkene viser utslippene inkludert utskiftning i løpet av levetiden til bygget. De lysegrå sirkene viser utslippene til hvert produkt uten utskiftning.



#### Hva må du huske på?

Merk at figuren viser gjennomsnittsverdier for de ulike overflatene. Det er store forskjeller både i utslipp og kostnader, og figuren vil derfor ikke være representativ for alle produkter. Noen produkter kan legges tilnærmet rett oppå et betonggulv, mens andre (f.eks. keramisk flis) krever en lydisolerende oppbygging i underkant. Dette er ikke medtatt i figuren.

## Materialer

**Hus over mark**

## Tiltak med en merkostnad

Det er mange muligheter for klimagassreduksjoner i hus over mark, og flere effektive tiltak har begrensede merkostnader. De to første tiltakene på denne siden er ofte uten merkostnader, men dette er prosjektavhengig. Ved å fokusere på betong- og stålkonstruksjonene kan store reduksjoner oppnås.

**3.8 Trestender i stedet for stålstender**

Innervegger

kostnadseffektivitet

0

klimapotensial

4-5 %

Trestendere har lavere klimagassutslipp enn stålstender, og normalt ingen merkostnad.

**Hvordan?**

Trestendere har stort sett de samme egenskapene som stålstender, men er et naturmateriale som krever noe større toleranser. Det er viktig at dette ivaretas i byggherrens kravspesifikasjon.

**Hva må du huske på?**

Trestendere kan ikke brukes der det er krav til uorganiske materialer, for eksempel i noen situasjoner i sokler og kjeller. Trestendere må kuttes til riktig lengde, og kan medføre mer avfall på byggeplass. Det er viktig å kreve trevirke fra bærekraftig skogbruk (FSC eller PEFC sertifikat).

**3.9 Spennteknikk i dekker**

Frittstående dekker

kostnadseffektivitet

0

klimapotensial

4-5 %

Spennteknikk kan benyttes til å redusere dekketykkelser. Forspente dekker krever mindre betong, eller kan ha et lenger spenn for den samme tykkelsen.

**Hvordan?**

Bruk av forspente dekker avhenger av konstruksjonen og plassering av bærelinjer, sjakter med mer. RIB, RIAku og RIBrann må involveres tidlig, og entreprenør bør også vurdere løsningen før den besluttes.

**Hva må du huske på?**

Kostnadskonsekvensen avhenger av løsning. I de fleste tilfeller er den rundt 0 (pluss/ minus 5-10%). Slankere dekker har andre egenskaper med hensyn på lyd og løsningen bør vurderes av akustiker.

**3.10 Lavkarbonbetong klasse A**

Alle betongkonstruksjoner (vegger og dekker)

kostnadseffektivitet

-

klimapotensial

**6-9 %**

Lavkarbonbetong klasse A kan benyttes i alle situasjoner i hus over bakken. Merkostnaden er beskjeden, og tiltaket bør alltid vurderes.

**Hvordan?**

Betongen har stort sett de samme egenskapene som lavkarbonbetong klasse B, som er standard i bransjen i dag.

**Hva må du huske på?**

Tilgjengelighet og leveringstid å sjekkes tidlig i prosessen, da betongen kan ha noe lenger leveringstid i deler av landet.

**3.11 Lavkarbonbetong pluss**

Alle betongdekker

kostnadseffektivitet

-

klimapotensial

**6-10 %**

For betongelementer med gode herdeforhold kan lavkarbonbetong pluss benyttes. Beregningene over inkluderer betong i dekker, men ikke i veggene.

**Hvordan?**

Involver entreprenør i tidlig prosjektfase for å utrede konsekvenser av betong med lenger herdetid. Betongen har en fremdriftskonsekvens og god planlegging er avgjørende.

**Hva må du huske på?**

Lavkarbonbetong pluss har lenger herdetid enn standard betong og er best egnet for tykke konstruksjoner med høy varmeutvikling.

**3.12 Massivtre i kompaktak**

Flate tak

kostnadseffektivitet

-

klimapotensial

**1-3 %**

Massivtre kan benyttes som det bærende dekket i en kompakt takkonstruksjon.

**Hvordan?**

Ved å bytte ut øverste betongdekke med massivtre kan et prosjekt oppnå betydelige klimagassreduksjoner uten vesentlige endringer. Tiltaket gir en lettere konstruksjon og er spesielt egnet ved inntrukkede toppetasjer som i sin helhet kan bygges i trekonstruksjoner.

**Hva må du huske på?**

Massivtre spenner kortere enn et betongdekke, og bæresystemet må være egnet for dette. Lyd- og brannhensyn må ivaretas, spesielt dersom det planlegges takterrasser oppå taket.