

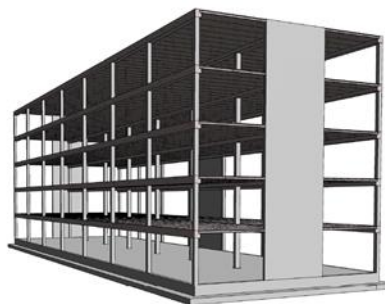
## Rapport

SUSTAINABLE INNOVATION

**Forfattere:** Anne Rønning, Kjersti Prestrud, Lars G. F. Tellnes, Simon Saxegård, Simen S. Haave, Magne Lysberg

**Rapportnr.:** Sammendrag OR.27.19

**ISBN:** 978-82-7520-813-0



# Sammendrag: Klimagassregnskap av tre- og betongkonstruksjoner

## Kontorbygning - 4, 8 og 16 etasjer

# Klimagassregnskap av tre- og betongkonstruksjoner

Kontorbygning - 4, 8 og 16 etasjer

---

Rapportnr.: OR.27.19      ISBN nr.: 978-82-7520-813-0      Rapporttype:  
ISSN nr.: 0803-6659      Oppdragsrapport

---

Rapporttittel:

**Sammendrag:**  
**Klimagassregnskap av tre- og betongkonstruksjoner**

Kontorbygning - 4, 8 og 16 etasjer

---

**Forfattere:** Anne Rønning, Kjersti Prestrud, Lars G. Tellnes, Simon Saxegård, Simen S. Haave, Magne Lysberg

---

**Prosjektnummer:** 1953      **Prosjekttittel:** LCA av høyhus

---

**Oppdragsgivere:**      **Oppdragsgivers referanse:**

Betongelementforeningen      John Erik Reiersen

---

**Emneord:**      **Tilgjengelighet:**      **Antall sider inkl. bilag:**

• LCA      Åpen      3  
• KL-tre  
• Betong  
• EPD

---

**Godkjent:**

Dato: 31.07.2019

  
Prosjektleder

  
Forskningsleder

---

## Innholdsfortegnelse (inkl. innhold i hovedrapport)

Sammendrag .....	1
1 Innledning .....	4
1.1 Bakgrunn for prosjektet .....	4
1.2 Formål og framgangsmåte .....	5
2 Metode og forutsetninger .....	7
2.1 Spesifikasjon av bygningene .....	7
2.1.1 Generelt om objektet .....	7
2.1.2 Seismikk .....	7
2.1.3 Brann .....	7
2.1.4 Akustikk .....	8
2.1.5 Deformasjoner i topp .....	10
2.1.6 Fundament .....	10
2.1.7 Betongkonstruksjoner .....	11
2.1.8 Trekonstruksjon .....	13
2.2 Materialmengder .....	17
2.2.1 Betongkonstruksjoner .....	17
2.2.2 Trekonstruksjon .....	17
2.2.3 Materialer til fundament .....	17
2.2.4 Materialer til branntiltak i trekonstruksjonene .....	17
2.2.5 Materialer til lydisolasjon i etasjeskiller for tre- og betongkonstruksjonene .....	18
2.2.6 Stål .....	18
2.3 Datagrunnlag for klimagassutslipp for byggevarer .....	19
2.3.1 EPD som datagrunnlag .....	19
2.3.2 Betongkonstruksjon .....	20
2.3.3 Trekonstruksjon .....	22
3 Resultater .....	24
3.1 Klimagassregnskap .....	24
3.2 Sammenligning av tre- og betongkonstruksjoner .....	24
3.3 Bruk av betongvarer med lave klimagassutslipp .....	25
3.4 Sammenligning trekonstruksjon og lavkarbonbetongkonstruksjon .....	26
4 Optimalisering av produkter og produksjonsprosesser .....	30
4.1 Innledning .....	30
4.2 Optimalisering av produksjonsprosessen for hulldekker .....	30
4.3 Ytelseskrav vs. materialkrav .....	31
5 Diskusjon og konklusjoner .....	34
6 Referanser .....	37
Vedlegg 1 Notat tredjeparts verifikasjon .....	39
Vedlegg 2 Masseoversikt betongkonstruksjon .....	42
Vedlegg 3 Masseoversikt trekonstruksjon .....	45
Vedlegg 4 Klimagassregnskap trekonstruksjon Kristiansand .....	48
Vedlegg 5 Klimagassregnskap betongkonstruksjon Kristiansand .....	51
Vedlegg 6 Klimagassregnskap trekonstruksjon Trondheim .....	57
Vedlegg 7 Klimagassregnskap betongkonstruksjon Trondheim .....	60

## Sammendrag

I løpet av de siste 25 årene har livsløpsvurderinger (LCA) blitt anvendt i byggenæringen som et metodisk fundament for å vurdere miljøprestasjonen av byggematerialer. LCA-metodikken anvendes også til å vurdere miljøprofilen for hele bygget gjennom dets levetid, som igjen gjør det mulig å simulere hvilke konsekvenser ulike valg/endringer kan ha, sett i lys av ønsket om å redusere eller minimere miljøbelastninger. Gjennom hele denne perioden har det pågått en diskurs – både i byggebransjen, media og akademien – om hva som er det mest miljøriktige byggematerialet.

Med dette som bakteppe, ønsket Betongelementforeningen å få utført et klimagassregnskap av tre- og betongkonstruksjoner der en var spesielt opptatt av å sikre at konstruksjonene som sammenlignes tilfredsstillende samme funksjonskrav, som er et nødvendig premiss for sammenlignbarhet.

**Formålet med denne studien** var å utarbeide klimagassregnskap – basert på LCA-metodikk - for en kontorbygning med flate 50,4 x 15,9 m<sup>2</sup> i 4, 8 og 16 etasjer lokalisert enten i Kristiansand eller Trondheim. Beregningene omfatter følgende to alternative hovedmaterialer:

- 1) prefabrikkerte betongkonstruksjoner og
- 2) trekonstruksjoner.

De teoretiske beregningene omfattet materialmengder for ekvivalente funksjoner (dekke, lyd, brann). Analysen omfattet ikke klimaskall og fasadesystem, ikke-bærende skillevegger (cellestruktur i kontorarealene, skillevegger etc.) og tekniske fag (ventilasjon, varme, sanitær og elektro) da dette ansees å være uavhengig av type bærende konstruksjon.

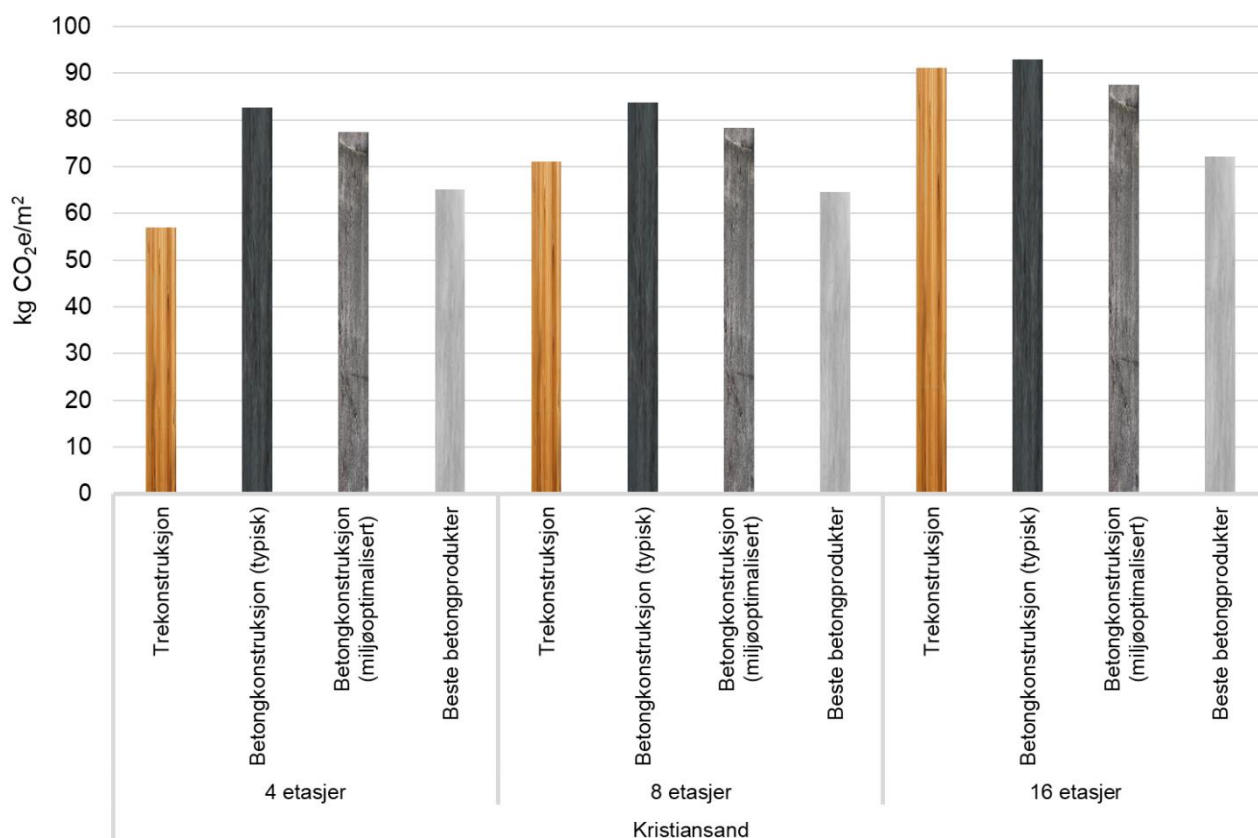
For å sikre at konstruksjonene er sammenlignbare med samme funksjon, dimensjonert i henhold til de krav som stilles og som representerer dagens praksis, ble Arcon Prosjekt AS engasjert til å utføre teoretiske beregninger av en kontorbygning i 4, 8 og 16 etasjer i hovedmaterialene tre og betong. Videre ble Østfoldforskning engasjert til å utføre klimagassberegninger basert på Arcon Prosjekts masseberegninger. Konstruksjonene ble antatt plassert både i Trondheim og Kristiansand for å synliggjøre i hvilken grad transport til byggeplass bidrar til klimagassregnskapet for konstruksjonene. Datagrunnlag for beregninger av klimagassutslipp var miljødeklarasjoner (Environmental Product Declarations – EPD) for de ulike materialene som inngikk i konstruksjonene.

Klimagassberegningene ble utført i to faser der betongelementprodusentene bidro med data ved bruk av deres EPD-generator.

1. Fire betongelementprodusenter leverte EPDer for de produktene som ble spesifisert av Arcon Prosjekt (Block Berge Bygg, Contiga, Loe Betong, Spenncon). Basert på data fra disse fire produsentenes produkter ble det utviklet et gjennomsnitt for «typiske betongprodukter» der en nødvendigvis ikke har et miljøkrav til leveransen.
2. I fase to ble produsentene mer involvert i prosjektet og gjennom dialog om hvordan de kunne levere produkter med lavere klimagassutslipp ble det utarbeidet et optimalisert klimagassregnskap. Dette blir senere i rapporten omtalt som «miljøoptimaliserte» produkter.

Treprodusenter, ferdigbetongprodusenter og andre byggevareprodusenter bidro ikke direkte i prosjektet, kun ved at deres publiserte EPDer ble anvendt som datagrunnlag.

**Resultatene fra klimagassberegningene** viser at for de lave konstruksjonene (4 etasjer) er utslippsnivået knyttet til trekonstruksjonene lavere enn for betongkonstruksjonene, men at forskjellene avtar med byggehøyde. Ved 16 etasjers konstruksjoner er utslippsnivået å anse som relativt likt. Dette er med utgangspunkt i gjennomsnittsdata fra EPDer for betongprodukter fra fire produsenter. Hvis en derimot sammenligner med de beste betongproduktene med hensyn på lave klimagassutslipp, har den beste betongkonstruksjonen lavere utslipp enn trekonstruksjonen på 16 etasjer lokalisert både i Kristiansand og Trondheim. For byggehøyde 8 etasjer er utslippsnivået til den beste betongkonstruksjonen lavere enn utslippsnivået for trekonstruksjonen lokalisert i Kristiansand og tilnærmet likt nivå for konstruksjonene lokalisert i Trondheim. For byggehøyden 4 etasjer er utslippsnivået for trekonstruksjonen lavere enn for den beste betongkonstruksjonen lokalisert hhv. i Kristiansand og Trondheim.



**Figur Sammenligning med trekonstruksjon med ulike betongkonstruksjoner, Kristiansand**

### Kan man trekke noen generelle konklusjoner basert på denne studien?

Det er viktig å merke seg at resultatene i denne rapporten ikke er generaliserbare til alle typer bygningsformål eller bygningsdeler. Hva som regnes som de mest miljøvennlige valgene avhenger bl.a. av konteksten for hvert enkelt bygg; i vår studie ble det valgt et høyt og slankt bygg (relativt sett) der planet er utformet slik at forskjellen mellom byggehøyde og minste bredde er stort. Det ga igjen klare føringer for de dimensjonerende parameter som ble lagt til grunn (løft som

dimensjonerer), og som stilte gitte krav til materialtyper og -mengder. Bygg som er bredere enn de er høye, vil ikke være like utsatte for vind og således kreve andre materialtyper og -mengder.

Dette er et eksempel som viser at når man sammenligner resultatene mellom flere LCA-rapporter må det også fokuseres på de dimensjonerende forutsetningene og ikke bare LCA-metodiske forutsetninger og beregninger oppgitt i de ulike rapportene. Studien viser at både måten en dimensjonerer bygget på og datagrunnlaget har betydning for klimagassregnskapet. Det er ikke empirisk grunnlag for å hevde generelt at tre er mer miljøvennlig enn betong

#### **Bestillerfunksjonen viktig**

Det er gjennom utøvelse av bestillerfunksjonen at man må være åpne for at leverandørene selv blir stimulert til å finne de optimale løsningene uansett valg av byggemateriale. Man bør stille krav på en slik måte at det gir grunnlag for innovasjon heller enn at en har konkludert at en skal benytte det ene materialet foran et annet.

På generell basis kan man si at tiltak rettet mot reduksjon av totalt materialforbruk for hele leveransen ser ut til å være minst like effektive som tiltak ensidig rettet mot bruk av materialer med lave klimagassutslipp. Med andre ord er det stor klimaeffekt av å utfordre bestillere til å benytte optimale konstruksjoner som gir maksimal bæring og bruksegenskaper med minimum mengde materialer enten det gjelder betong, tre eller andre materialer. På denne måten blir byggevarereprodusentenes kompetanse utnyttet ved at de tillegges ansvar for å finne de optimale løsningene med lavest mulig klimagassutslipp, og dermed blir tidlig involvert i byggeprosjekter. Etterspørsel av ytelse framfor separate materialkrav vil bidra til innovasjon og utvikling, og komme alle norske byggevarereprodusenter til nytte gjennom like konkurransevilkår.

#### **Konklusjoner:**

Det er ikke empirisk grunnlag for å hevde generelt at tre er mer miljøvennlig enn betong. Avhengig av kontekst og ulike løsninger en finner i konkrete prosjekter, vil en kunne redusere klimagassutslippene uavhengig av materialvalg. Dette kan fremmes ved å la produsenter og andre utførere få større frihet til å benytte sin kompetanse og praktiske kunnskap for å utvikle innovative løsninger.



Rapporter kan bestilles ved henvendelse,  
samt lastes ned fra vår hjemmeside: [www.ostfoldforskning.no](http://www.ostfoldforskning.no)