

# Betongens rolle i prosjekt med høye miljøambisjoner

*Betong og miljø – status fra Norsk Betongforening*  
Agnar Løbakk, Unicon

*Optimal design i et miljøperspektiv*  
Steinar Røine, Spenncon

*Karbon- og energikrav som designkriterium*  
Sverre Smeplass, Skanska

Møteleder: Sverre Smeplass, Skanska

# Karbon- og energikrav som designkriterium

Sverre Smeplass  
Skanska Teknikk

# Skanska Teknikk



## Betongteknologi

Spisskompetanse innen betongteknologi i alle faser av byggeprosessen, og innen betongrehabilitering



## BIM

Spisskompetanse innen utvikling og bruk av BIM i alle faser av byggeprosessen. Leverer målbare bidrag til økt samhandling i byggeprosessen ved bruk av BIM som katalysator



## Klima, energi og bygningsfysikk

Norges ledende tverrfaglige kompetansemiljø innen utvikling av bærekraftige grønne løsninger, klima-, energi- og miljørådgivning, livsløpsvurderinger, byggeteknikk og bygningsfysikk, lufttetthetsmåling og termografering



## Konstruksjon

Spisskompetanse innen konstruksjonsteknisk-, geoteknisk- og forskalingsteknisk rådgivning

## Norsk betongforenings miljøbrosjyre



## Norsk betongforenings miljøbrochure

- Termisk masse
- **Lavkarbonbetong, lavkarbon konstruksjoner**
- Bestandighet og levetid
- Resirkulering og gjenbruk
- Betong som støydemper
- Permeabel betong, drenering av overflatevann
- Sementproduksjon med redusert CO<sub>2</sub> – utslipp
- Karbonfangst på sementfabrikk

## Miljødeklarasjon av materialer

- Den miljødeklarasjonen som er mest utbredt for byggematerialer i Norge, er Environmental Product Declaration (EPD).
- FABEKO og BEF har utviklet EPD-kalkulatorer for fabrikkbetong og betongelementer. EPD Norge sertifiserer og publiserer EPD'ene.

**ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION**

in accordance with ISO 14025 ISO 21930 EN 15804

Eier av deklarasjonen:	NorBetong AS
Programoperatør:	The Norwegian EPD Foundation
Utgiver:	The Norwegian EPD Foundation
Deklarasjon nummer:	Prosjektspesifikk EPD med ref. til NEFD00283N
Publiserings nummer:	Ikke tildelt
ECO Plattform registreringsnummer:	Ikke tildelt
Godkjent dato:	
Gyldig til:	26.11.2019

**B30 M60 D22 ANL-FA LCB A, 305010200,  
Vibrerbar betong, Trøndelag**

NorBetong AS



[www.epd-norice.no](http://www.epd-norice.no)



LCA: Resultater

Systemgrenser (X=inkludert, MND=modul ikke deklartert, MNR=modul ikke relevant)

Product stage			Construction installation stage	User stage								End of life stage				Beyond the system boundaries
Materialer	Transport	Tilvirkning	Transport	Konstruksjon - Anstallasjon	Etik	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftninger	Renovering	Operasjonell energibruk	Operasjonell vannbruk	Demontering	Transport	Avfallsbehandling	Avfall til sluttbehandling	Gjenvinningspotensiale
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND

Miljøpåvirkning (Environmental impact)

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A4	A5	C1	C2
GWP	kg CO <sub>2</sub> -eq	1,74E+002	2,38E+001	2,27E+000	1,17E+000			
ODP	kg CFC11-eq	3,00E-006	0,00E+000	3,98E-007	0,00E+000			
POCP	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> -eq	4,17E-001	1,30E-001	6,11E-003	4,11E-003			
AP	kg SO <sub>2</sub> -eq	1,09E-001	2,70E-002	1,04E-003	8,56E-004			
EP	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -eq	2,91E-002	4,54E-003	3,13E-004	2,07E-004			
ADPM	kg Sb-eq	1,82E-004	0,00E+000	3,74E-006	0,00E+000			
ADPE	MJ	1,01E+003	3,51E+002	3,09E+001	1,78E+001			

GWP Globalt oppvarmingspotensial; ODP Potensial for nedbryting av stratosfærisk ozon; POCP Potensial for fotokjemisk oksidantdannning; AP Forurensningspotensial for kilder på land og vann; EP Overgjødslingspotensial; ADPM Abiotisk uttømmingspotensial for ikke-fossile ressurser; ADPE Abiotisk uttømmingspotensial for fossile ressurser

⇒ 201 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>

## Hva er lavkarbonbetong?

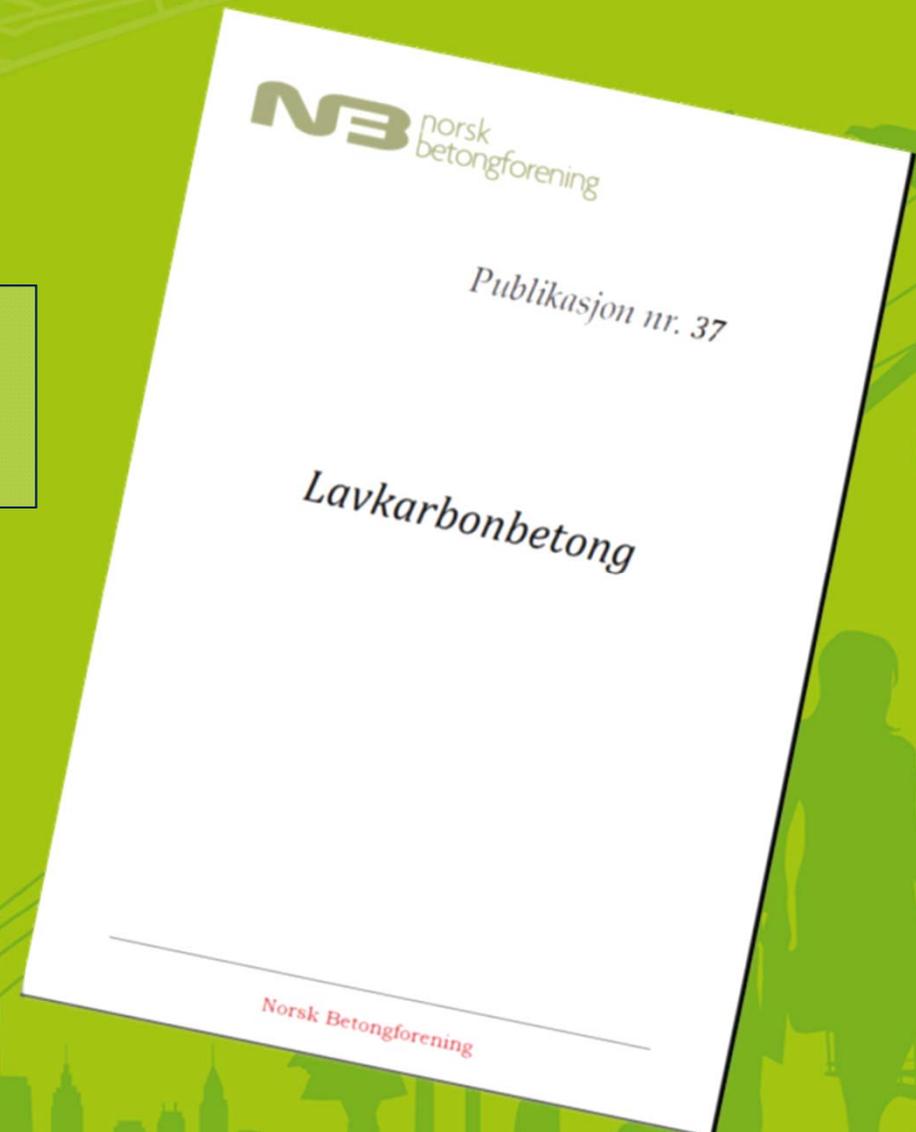


**Betong med redusert karbonavtrykk!**  
Mer enn 90% av karbonavtrykket kommer fra sementen

# Norsk Betongforenings publikasjon nr. 37 Lavkarbonbetong

## Publisert i 2015

- Gratis nedlastbar ([www.betong.net](http://www.betong.net)) for medlemmer av Norsk Betongforening
- Nedlastbar mot gebyr for andre



## NB 37 Mål og hensikt

- Den prosjekterende skal kunne sette mål for prosjektet ved å velge lavkarbonklasser for hver enkelt konstruksjonsdel i betong
- Lavkarbonklassene gir realistiske generiske verdier som kan inngå i et foreløpig karbonregnskap, evt. ved prekvalifisering til BREAAAM NOR eller tilsv.
- Det blir deretter opp til entreprenør / betongleverandør å dokumentere ved hjelp av sertifiserte EPD'er at den leverte betongen tilfredsstiller de kravene som er satt
- Det endelige karbonregnskapet vil være basert på disse EPD'ene, og vil gi litt lavere karbonverdier enn det foreløpige regnskapet så lenge betongene tilfredsstiller de prosjerterte lavkarbonklassene

## Innhold NB 37

### **Del A Spesifikasjoner**

A.1 Lavkarbonklasser

A.2 Forutsetninger

### **Del B Veiledning**

B.1 Betong og miljø

B.2 Materialstandarden NS-EN 206:2013 + NA:2014

B.3 FABEKOs og Betongelementforeningens EPD-kalkulator

B.4 Klimagassregnskap.no

B.5 Proporsjonering, effekt av tilpasninger

B.6 Marked, produkter

B.7 Regionale forskjeller

B.8 Tekniske egenskaper

## Lavkarbonklasser i NB 37

Klasse	Betongkvalitet						
	B20 M90	B25 M90	B30 M60	B35 M(F)45	B35 M(F)40	B45 M(F)40	B55 M(F)40
	Maksimalt tillatt klimagassutslipp [kg CO <sub>2</sub> -ekv pr m <sup>3</sup> betong]						
Lavkarbon A	170	180	200	210	230	240	250
Lavkarbon B	200	220	240	270	300	310	320
Lavkarbon C	240	260	280	320	350	360	370
Bransjereferanse	280	300	320	370	410	420	430

Klimagassutslippet oppgis for 1 m<sup>3</sup> betong og livsløpet fra råvareuttak til betongprodusentens fabrikkport

## Virkemidler

- Optimalisert betongsammensetning (lavt sementforbruk)
- Flyveaske- eller slaggsementer
- Tilsatt flyveaske og silikastøv som sementerstatning

.....

- Regelverket favoriserer løsninger der flyveaske eller slagg er malt inn i sementen
- Norcem og Cemex satser på utvikling av komplette sementprodukter (lavkarbonsement)
- Lavkarbonsementer og lavkarbonbetong blir «straffet» med strengere krav til masseforhold i bestandighetsklasse M60 i NS-EN 206 pga. redusert motstand mot karbonatisering

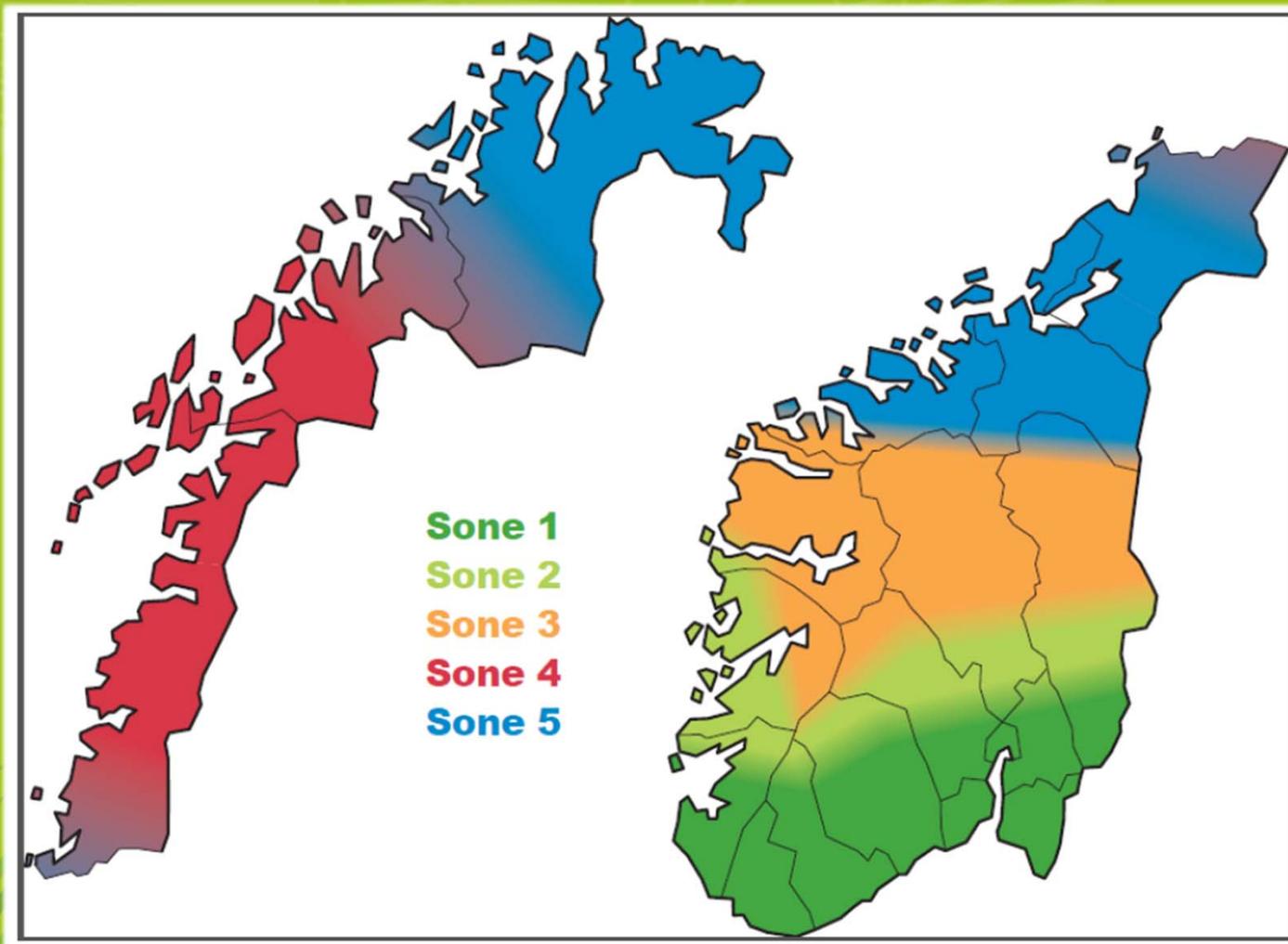
## Eksempel B30 M60 fra Trondheim

Delmaterialer	Lavkarbonklasse	
	C	A
Standardsement FA	328 kg/m <sup>3</sup>	257 kg/m <sup>3</sup>
Flyveaske (k = 0,7)	0 kg/m <sup>3</sup>	57 kg/m <sup>3</sup>
Silikastøv (k = 1,0)	0 kg/m <sup>3</sup>	10 kg/m <sup>3</sup>
Vann	181 kg/m <sup>3</sup>	169 kg/m <sup>3</sup>
SP	2,3 kg /m <sup>3</sup>	3,9 kg /m <sup>3</sup>
Tilslag	1844 kg/m <sup>3</sup>	1856 kg/m <sup>3</sup>

## Utfordringer

- Lite betongkunnskap blant miljørådgiverne, og lite miljøkunnskap hos RiB'er. Lærestoffet i del B er rettet mot begge gruppene
- Bransjereferansen er satt «konservativt». Mange leverandører ligger mye bedre an i utgangspunktet
- Lavkarbon A skal være krevende – må framtvinge tiltak
- Noen produsenter har mulighet til å gå langt under Lavkarbon A
- Store regionale forskjeller
- Lavkarbonbetong kan gi tekniske utfordringer i produksjon
- Rask utvikling i bransje, forventer tidlig revisjonsbehov for NB37

## Regionale forskjeller



## Vinterstøp med lavkarbonbetong er løsbart

- Noe retardert, sen avbinding
  - Kan kompenseres med tilsetningsstoffer
- Treg betong, sen avforming
  - Kan kompenseres noe med tilsetningsstoffer
- Redusert egenvarme, krever vintertiltak
  - fyring
  - tildekking
  - isolasjon
  - varm betong
- Gode støpelighetsegenskaper

## Konkrete mål og krav til karbon- og energireduksjon

- Klassifiseringssystemene angir strenge reduksjonsmål for karbonavtrykk, men samtidig «generøse» referanser for reduksjonen. Dette gir «pen miljørapportering», men tvilsomme reelle bidrag
- Vi har foreløpig ikke eksempler på absolutte mål for karbonreduksjon. Slike mål kan formes som maksimale tillatte utslipp av CO<sub>2</sub> per m<sup>2</sup> bruksareal. Dette gir et godt utgangspunkt for optimalisering av konstruksjonen, ikke bare betongmaterialet
- Innebygd energi inngår i det totale energiregnskapet for «plusshus» (energiproduksjon > energiforbruk). For dette konseptet er dermed optimalisering av materialvolum like viktig som optimalisering av materialene mht. innebygd energi

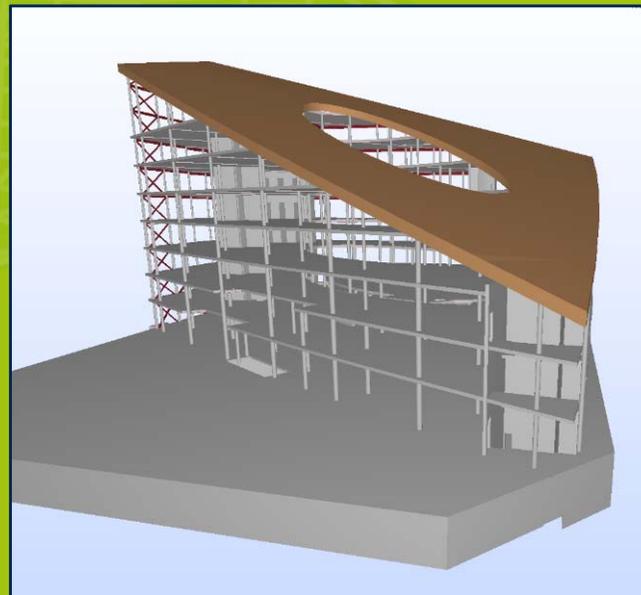
## Potensiale for reell påvirkning av klimagassregnskapet

- Betongens bidrag til klimagassregnskapet vil bli tillagt høyere vekt i prosjekter som har absolutte mål for utslipp, eller konkrete mål for innebygget energi, som f. eks. Powerhouse-prosjektene



- Hittil har vi hatt ensidig fokus på lavkarbonbetong, dvs. betongmaterialet. Potensialet for klimagassreduksjoner for betongkonstruksjoner vil sannsynligvis dreie mer mot **redusert betongvolum** og **optimaliserte konstruksjoner**.

Tall fra masteroppgave om bæresystemet på Powerhouse Brattøra (Margrethe Ollendorff 2012)



Tiltak	Effekt, karbonreduksjon
Optimalisert konstruksjonsløsning	10 - 70 %
Optimalisert betongvolum	20 - 30 %
Optimalisert betongtype, lavkarbonbetong	10 - 20 %

## Eksempel: Powerhouse I, Brattøra



Powerhouse-samarbeidet har som mål å utvikle bygg som har en positiv energibalanse, dvs. i et 60 års perspektiv skal produsert energi (solceller og varmepumper) være større enn det samlede energiforbruket i bygge- og driftsfasen.

Partnere:

Entra  
Snøhetta  
Asplan Viak  
Skanska  
Sapa  
Zero

- I konseptutviklingsfasen kom en tradisjonell hulldekkelsesløsning («lavkarbon hulldekker») best ut mht. innebygd energi i bærekonstruksjonene
- En mer detaljert gjennomgang viste at det sekundære bæresystemet i stål i atriumskonstruksjonen ga et energitillegg på 20 %. Dette kunne elimineres ved bruk av etterspente dekker i lavkarbonbetong. Total besparelse for bæresystemet ble 17 % med slike dekker

## Eksempel: Gullhaug Torg, Nydalén

(prosjektskisse i samarbeid mellom Avantor, Snøhetta og Skanska)



### Resultater fra en nylig avsluttet masteroppgave (Håkon Sælen)

- Den arkitektoniske utformingen av byggene gir kompliserte bære- og avstivningssystemer med stort materialforbruk
- En forenkling av geometrien til rektangulære bygningskropper kan gi en karbonreduksjon i bæresystemet like stor som det potensielle bidraget fra lavkarbonbetong

- Optimale løsninger krever kompetanse, analyse, nytenking og tverrfaglighet.