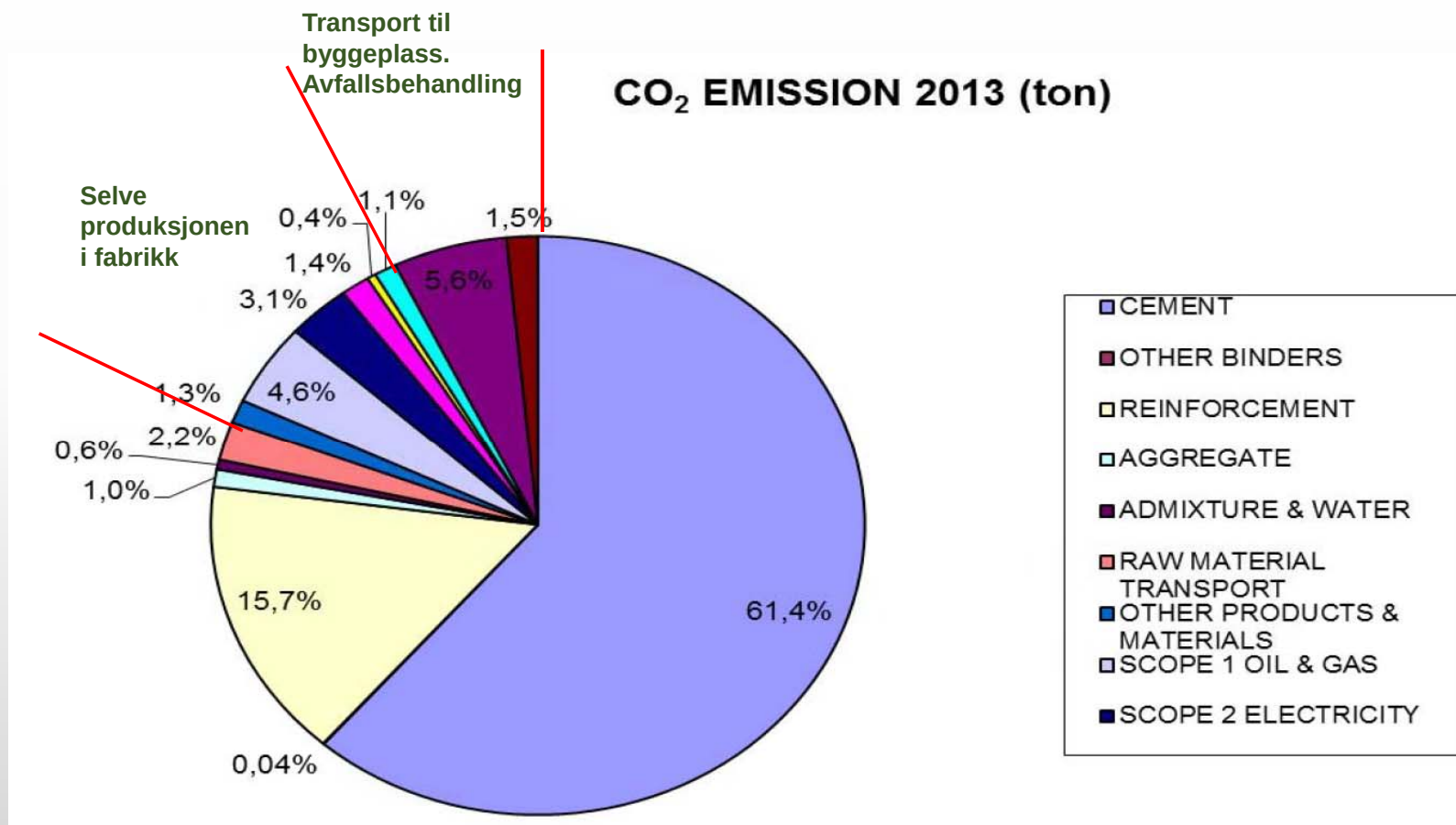


Steinar Røine

- **Miljøkonsulent i Spenncon as**
- **Leder av Miljøkomiteen i Norsk betongforening**
- **Representerer i denne sammenheng Betongelementforeningen**

Optimal design for redusert materialforbruk og klimagassutslipp

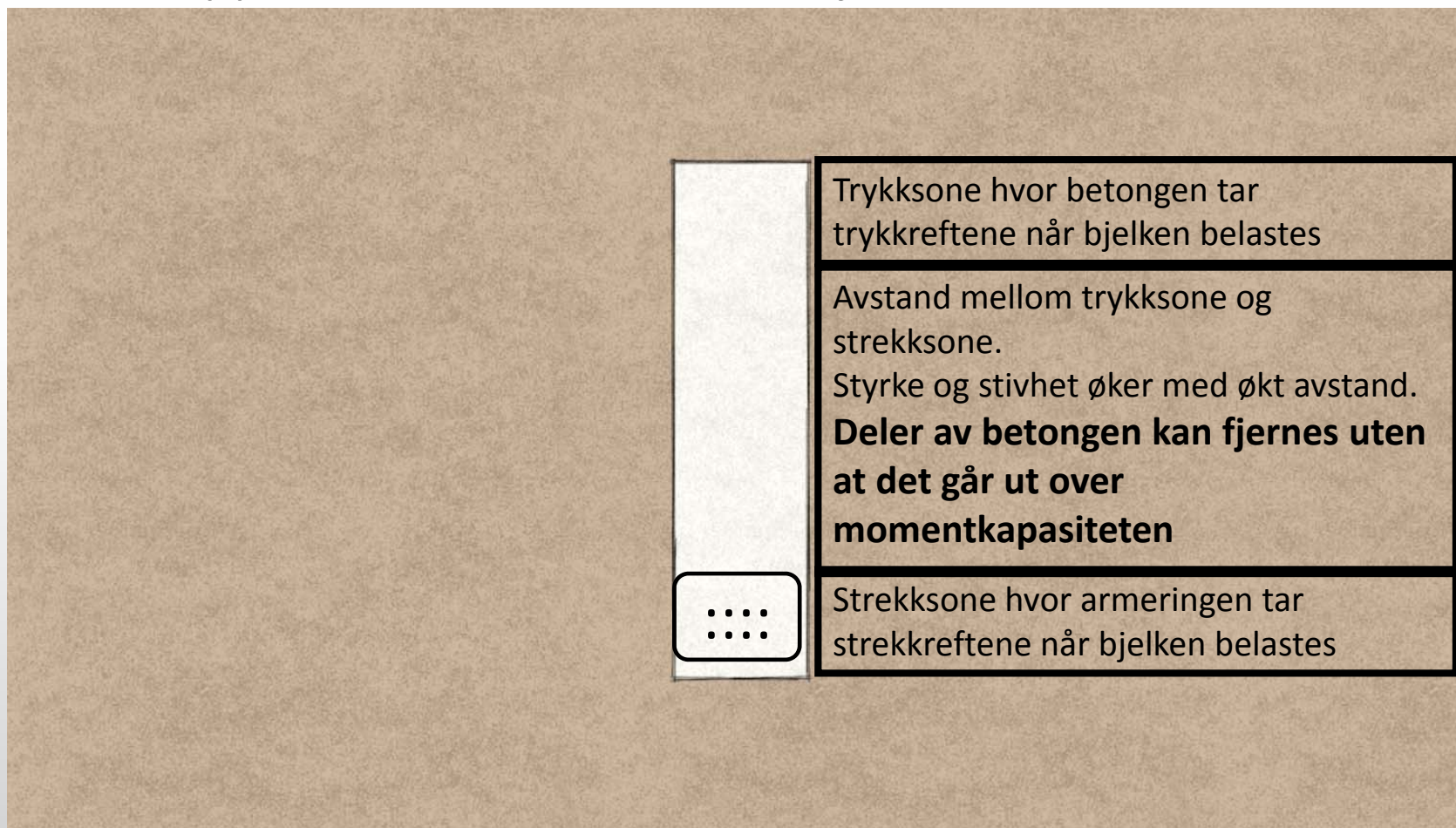


Optimal design for redusert materialforbruk og klimagassutslipp

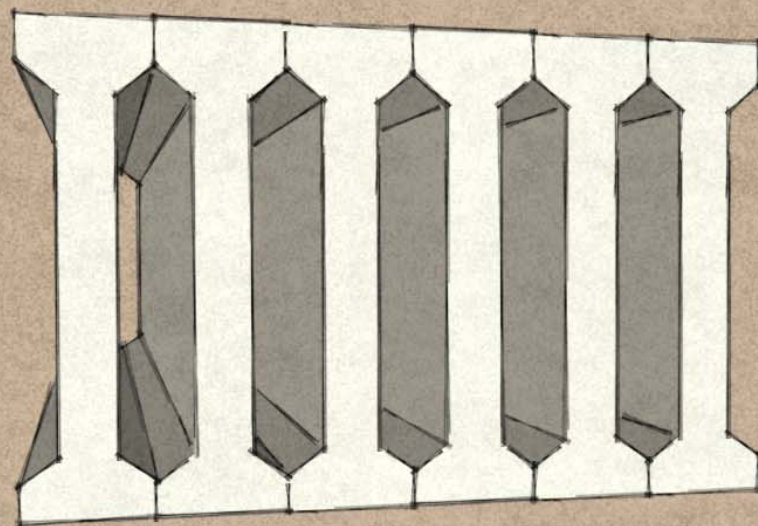
1. Utnytte betongen slik at vi får maksimal funksjon med minimal mengde betong.
 - Velge rasjonelle statiske system for bæresystemet
 - Velge produkttyper med maksimal funksjon/ minimal mengde betong
2. Komponere betongen med sementtyper som har mindre utslipp av CO2
 - Benytte sementer med stor andel alternative bindemidler
 - Redusere utslipp i sementproduksjon
 - CO2-fangst i sementproduksjon

Optimal design for redusert materialforbruk og klimagassutslipp

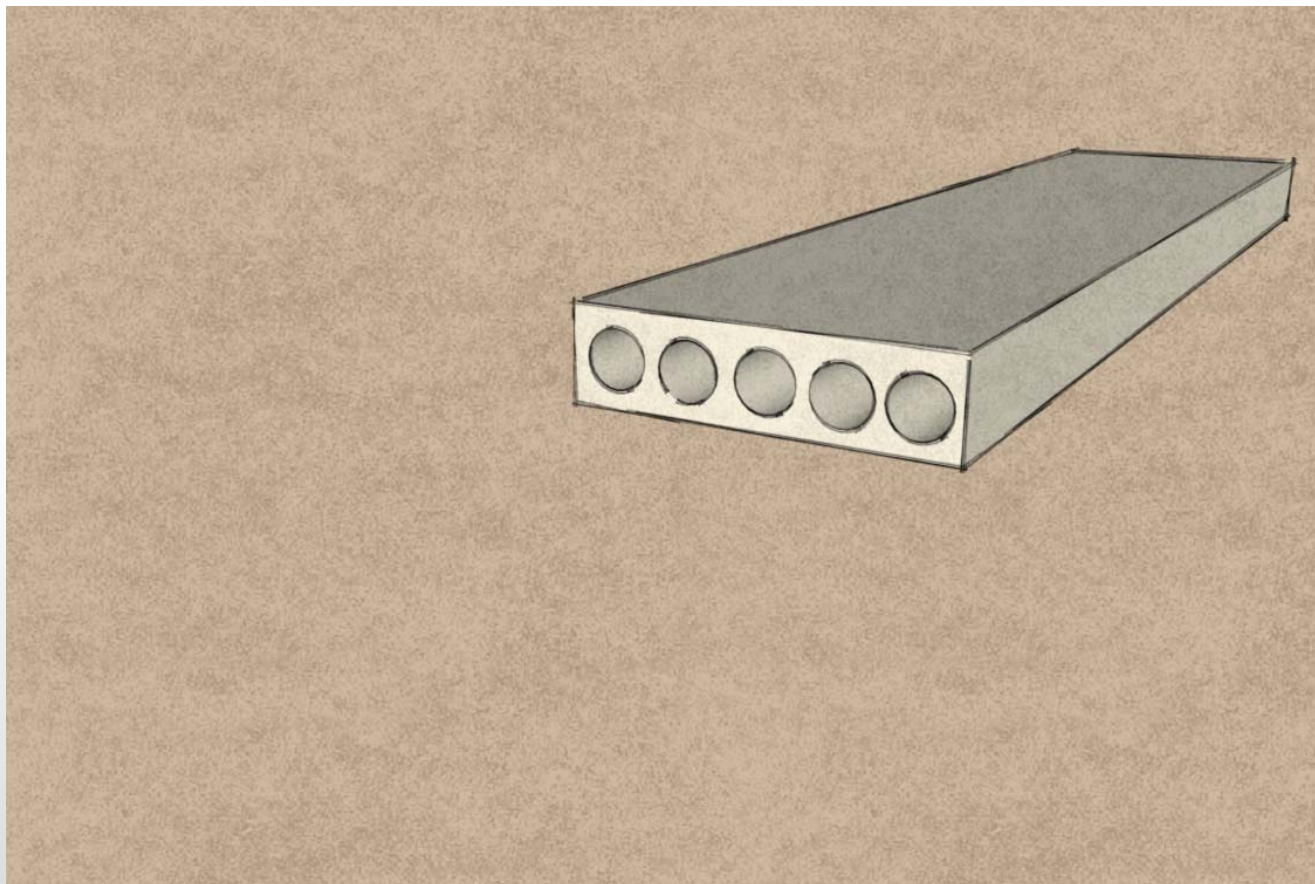
- Prinsippet for bæreevnen til en bjelke eller et dekke:



Optimal design for redusert materialforbruk og klimagassutslipp



Optimal design for redusert materialforbruk og klimagassutslipp



Optimal design for redusert materialforbruk og klimagassutslipp

Et eksempel på velment miljøkrav som slår i feil retning:

B07.2.223.1	LW2.2192A BJELKER AV BETONGELEMENTER Typebetegnelse: I-bjelke/ RB Utførelse og kontroll: Utførelsesklasse 2 Lokalisering: Bjelker over plan U1 i Økonomitorg Prosjektering: Bjelkene skal dimensjoneres for overliggende laster fra veibane og fortau i Tverrgaten. Følgende laster kan benyttes: <u>Egenlaster</u> -250 mm betongdekke 6,25 kN/m² -Vei-/ fortausoppbygging 20,0 kN/m² <u>Nyttelaster</u> -Vei 20,0 kN/m² -Fortau 5,0 kN/m² Bjelkene kan dimensjoneres for samvirke med overliggende betongdekke. Senteravstand: 1200 mm Dimensjon: H= 600 mm Bredde og form bestemmes av entreprenør innenfor en maksimal bredde på 700 mm. Det er ved utregning av forskalingsflate for plasstøpt dekke mellom bjelkene antatt at bjelkene har en bredde på 600 mm i overkant. Bjelkene skal leveres i to lengder avhengig av oppleggs måte mot A9. Andre krav: a) Omfang og prisgrunnlag Inkludert innstøpte stålplater i begge ende som sveises til hatteprofil av stål ved opplegg mot Bibliotek og til stålvinkel/ innstøpt stålplate ved opplegg mot A9. Krav til brannmotstand: REI 120 Eksponeringsklasse: XC3 Brukstil: 200 år b) Materialer Det skal benyttes lavkarbonbetong med maksimale klimagassutslipp 250 kg CO₂e/tonn element (inkludert armering)		
B07.2.223.1.1	L= ca. 14 400 mm Bjelker som legges opp på betongvegg mot akse A9.	stk	8
B07.2.223.1.2	L= ca. 14 200 mm Bjelker som legges opp på stålvinkel mot akse A9.	stk	14

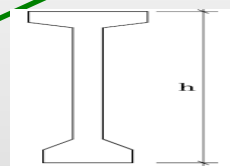
- Forespørsel om pris og løsning for 22 bjelker.
- Vi kan velge om vi benytter I-tverrsnitt eller rektangulært tverrsnitt



Total mengde betong = 282 tonn

EPD: CO₂ pr tonn = **249,5 kg**

Total mengde CO₂ = 70,359 tonn



• Total mengde betong = 218 tonn

• EPD: CO₂ pr tonn = **282,57 kg**

• Total mengde CO₂ = 61,600 tonn

- Kundens velmente miljøkrav kan tilfredsstilles ved at leveransen øker med 64 tonn, blir dyrere, og totalt CO₂- utslipp øker med 8759 kg

1. Ca halve volumet i et hulldekke er luft, uten at det reduserer bæreevnen
2. Spennarmering er bedre enn sitt rykte. Ved riktig EPD fra juni 2016 ble CO2-mengden redusert ca 16% pr enhet ferdig dekke
3. Dekkene kan i dag støpes med lavkarbonbetong klasse A slik den er definert i publikasjon nr 37 fra Norsk betongforening

1	prestressing tendons (kg)	2,734419200
2	Reinforcing (recycled steel) (kg)	0,720153343
3	Glass fibre	2,431878000
4	Spennarmering Tycsa	0,598620000
5	Spennarmering FNsteel	1,042000000



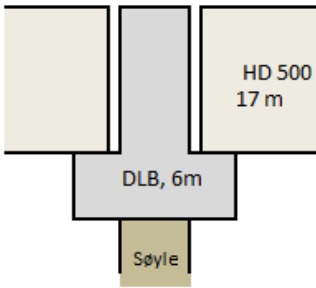
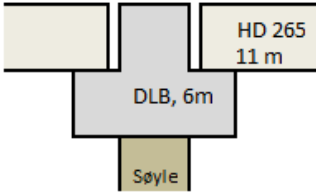
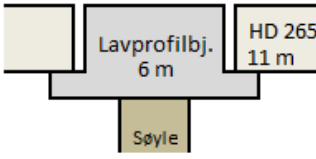
Optimal design for redusert materialforbruk og klimagassutslipp

Tabell 1 Lavkarbonbetongklasser med grenseverdier for klimagassutslipp

	B20	B25	B30	B35	B35	B45	B55
	M90	M90	M60	M45/MF45	M40/MF40	M40/MF40	M40/MF40
	Maksimalt tillatt klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv. pr m ³ 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
Klimagassregnskap.no iht. ICE (Utgående)	310	336	345	391	435	451	465

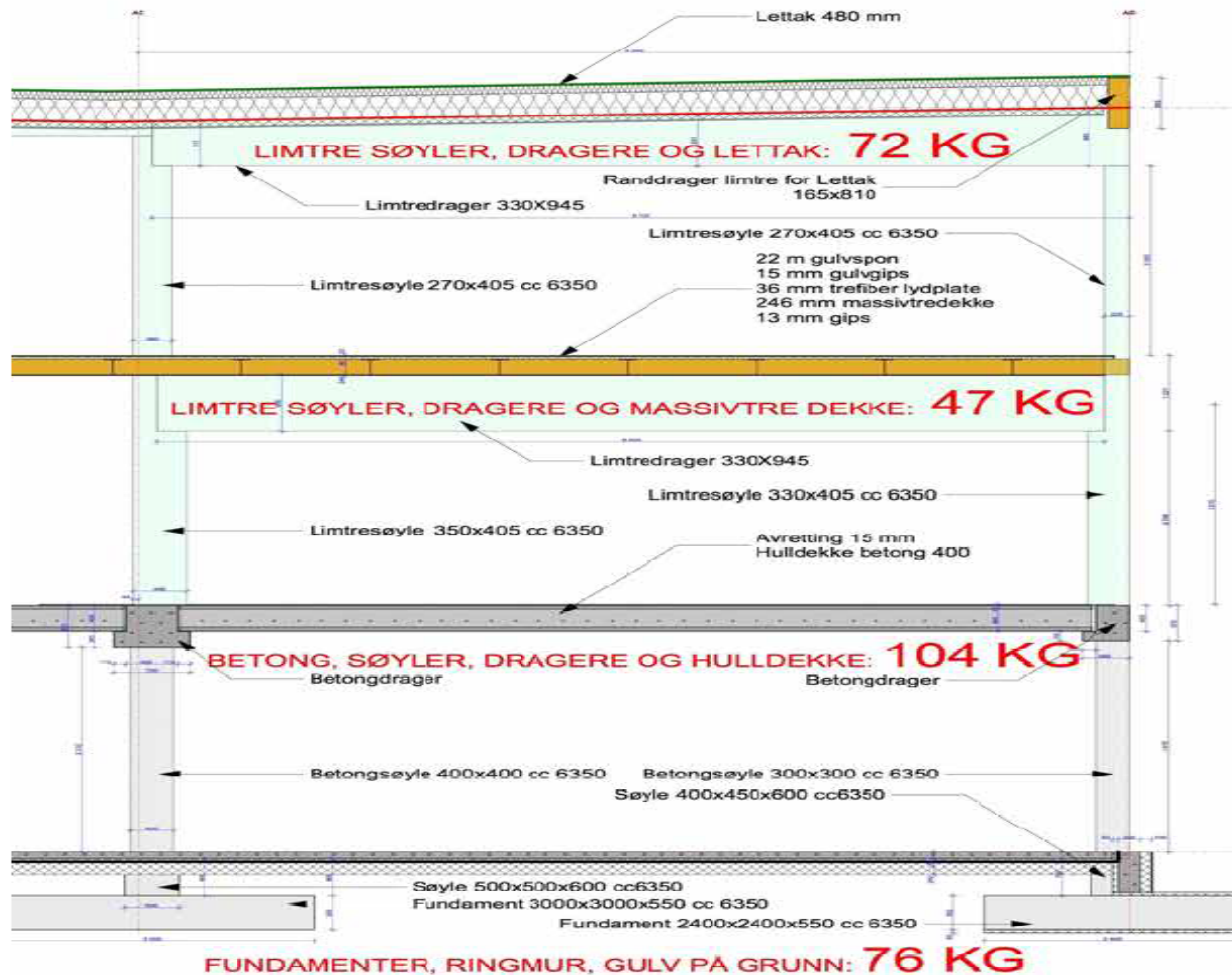
Klimagassutslippet oppgis for 1 m³ betong og dekker utslippet fra råvareuttak til betongproduksjonen ved fabrikkport. Utslippet oppgis som kg CO₂-ekv./m³ betong. Ved omregning fra kg/m³ til kg/tonn brukes densiteten 2400 kg/m³.

Optimal design for redusert materialforbruk og klimagassutslipp

Søyleavstand 6m. Akseavstand HD 500 = 17m. Aseavstand HD265 = 11 m	Tonn/m2	Kg CO2/tonn Tatt fra EPD	Kg CO2/m2	Hvis brukt Empirisk verdi på betongen	Hvis betongen gis reduksjon i CO2 på 10%	Kommentarer
	0,643	133,18	85,63			Den løsningen som gir høyest CO2 pr m2. Gir samtidig total byggehøyde på 735mm
	0,046	205,63	9,46			
	0,006	196,32	1,18			
			96,27	148,70	83,30	
	0,374	124,13	46,42			Viser at kortere spenn gir lavere utslipp. Total byggehøyde 500mm.
	0,055	205,63	11,31			
	0,01	196,32	1,96			
			59,70	95,10	55,40	
	0,363	124,13	45,06			Den løsningen som gir lavest CO2 pr m2. Gir total byggehøyde på 365mm
	0,052	231,37	12,03			
	0,01	196,32	1,96			
			59,05	93,50	55,00	

1. Bruk riktige data for CO2-utslipp på produktet
2. Finn smarte løsninger som sparer betongvolum
3. Bruk lavkarbonbetong tilpasset konstruksjonen

MATERIALFORBRUK ÅSVEIEN SKOLE



LETTAK: 60 kg

LIMTREKONSTRUKSJON: 12 kg

MASSIVTRE DEKKE: 38 kg

LIMTREKONSTRUKSJON: 9 kg

BETONG HULLDEKKE: 84 kg

BETONGKONSTRUKSJON: 20 kg

GULV PÅ GRUNN: 45 kg

FUNDAMENTER, RINGMUR: 31 kg

Krav til tidligfasthet

Avspennings- og utløftingsfasthet. **35MPa?**

Full og døgntkontinuerlig produksjon gir to produksjonssykluser pr benk:

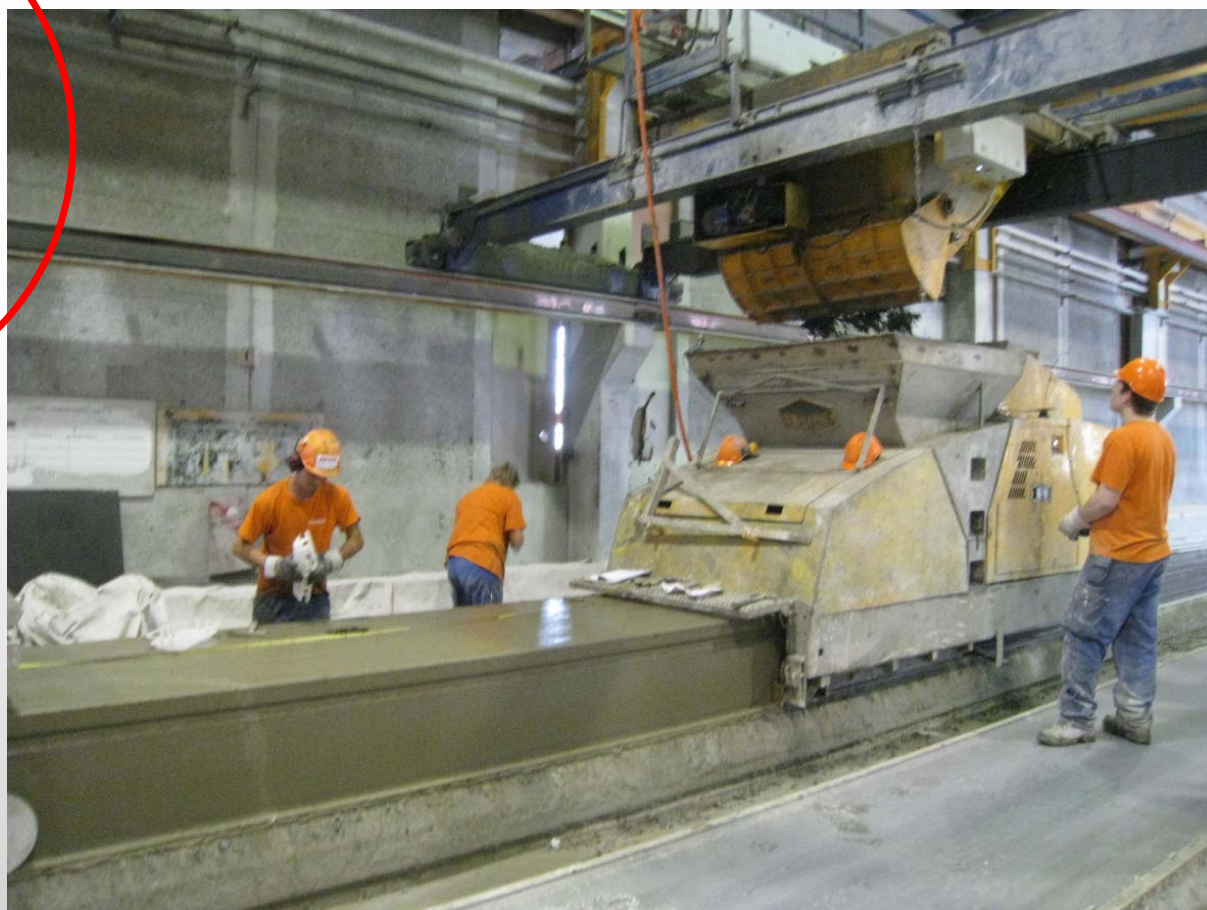
herdetid ca 6 timer.

En benk pr døgn:

herdetid ca 16 timer.

Støp fredag, nedkapping mandag:

herdetid ca 60 timer



Alternative bindemidler.

Sement	Type	Blane	Alt. BM	Mpa 1d	Mpa 2d	CO ₂ ekv	CO ₂ tr.
Norcem Industri	CEM I	550		32	40	748 / 859	3
Norcem ny Standard FA	CEM II B-M	450	18% FA 4 % Kalkm.	20	31	609 / 625	3
Norcem Lavkarbon	CEM II B-V	480	30% FA 4 % Kalkm.	14	23	503	3
Cemex Rapid	CEM I	540		35	47	780	31
Cemex Miljø	CEM II B-S 52,5	470	30% slagg	18	28	569	31
Cemex Lavvarme	CEM III B 42,5	470	75% slagg	4,8	12	273	18
Flygeaske			100% FA			0	?

Alternative bindemidler

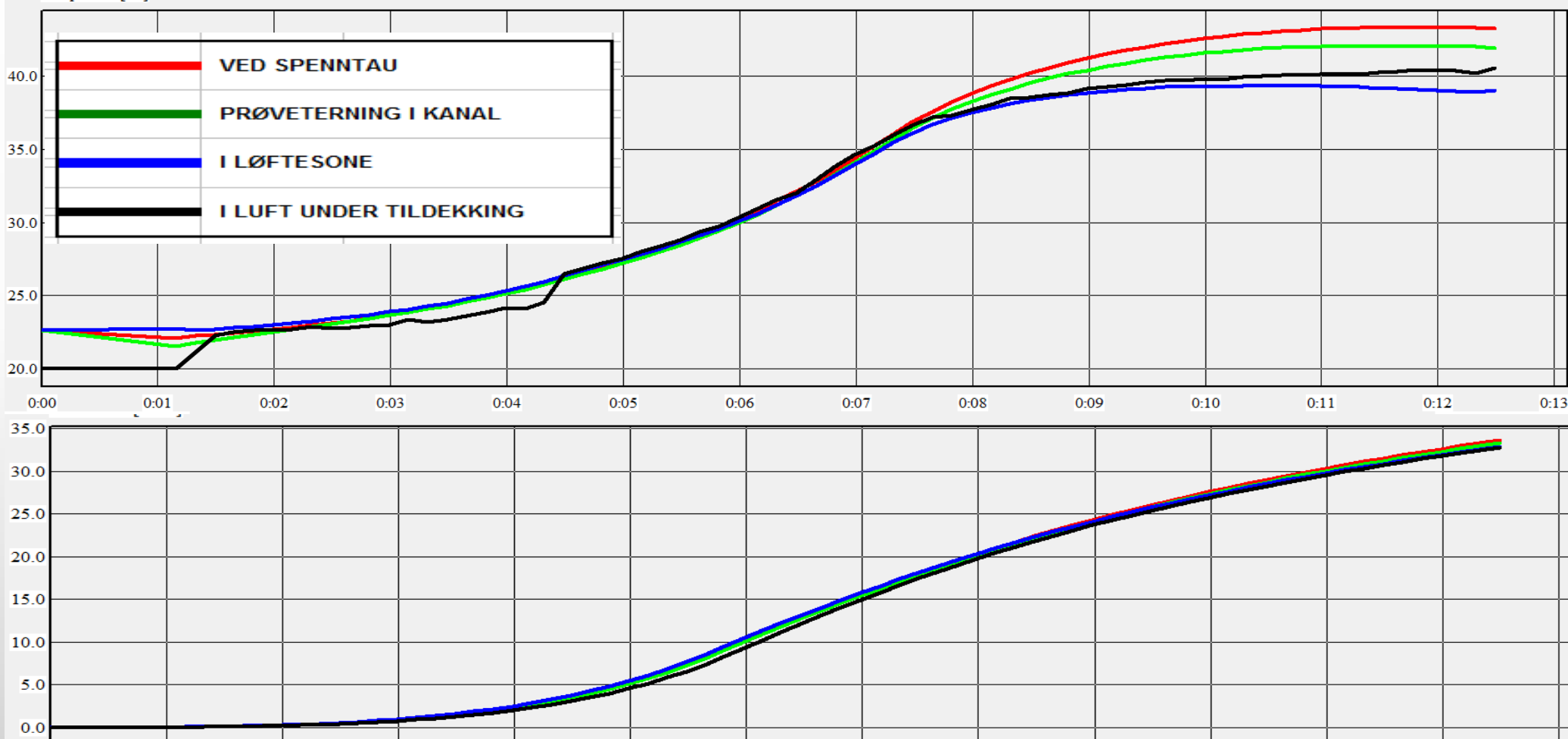
Sement	Type	Blane	Alt. BM	Mpa 1d	Mpa 2d	CO ₂ ekv	CO ₂ tr.
Norcem Industri	CEM I	550		32	40	748 / 859	3
Norcem ny Standard FA	CEM II B-M	450	18% FA 4 % Kalkm.	20	31	609 / 625	3
Norcem Lavkarbon	CEM II B-V	480	30% FA 4 % Kalkm.	14	23	503	3
Cemex Rapid	CEM I	540		35	47	780	31
Cemex Miljø	CEM II B-S 52,5	470	30% slagg	18	28	569	31
Cemex Lavvarme	CEM III B 42,5	470	75% slagg	4,8	12	273	18
Flygeaske			100% FA				

Alternative bindemidler, Framtid?

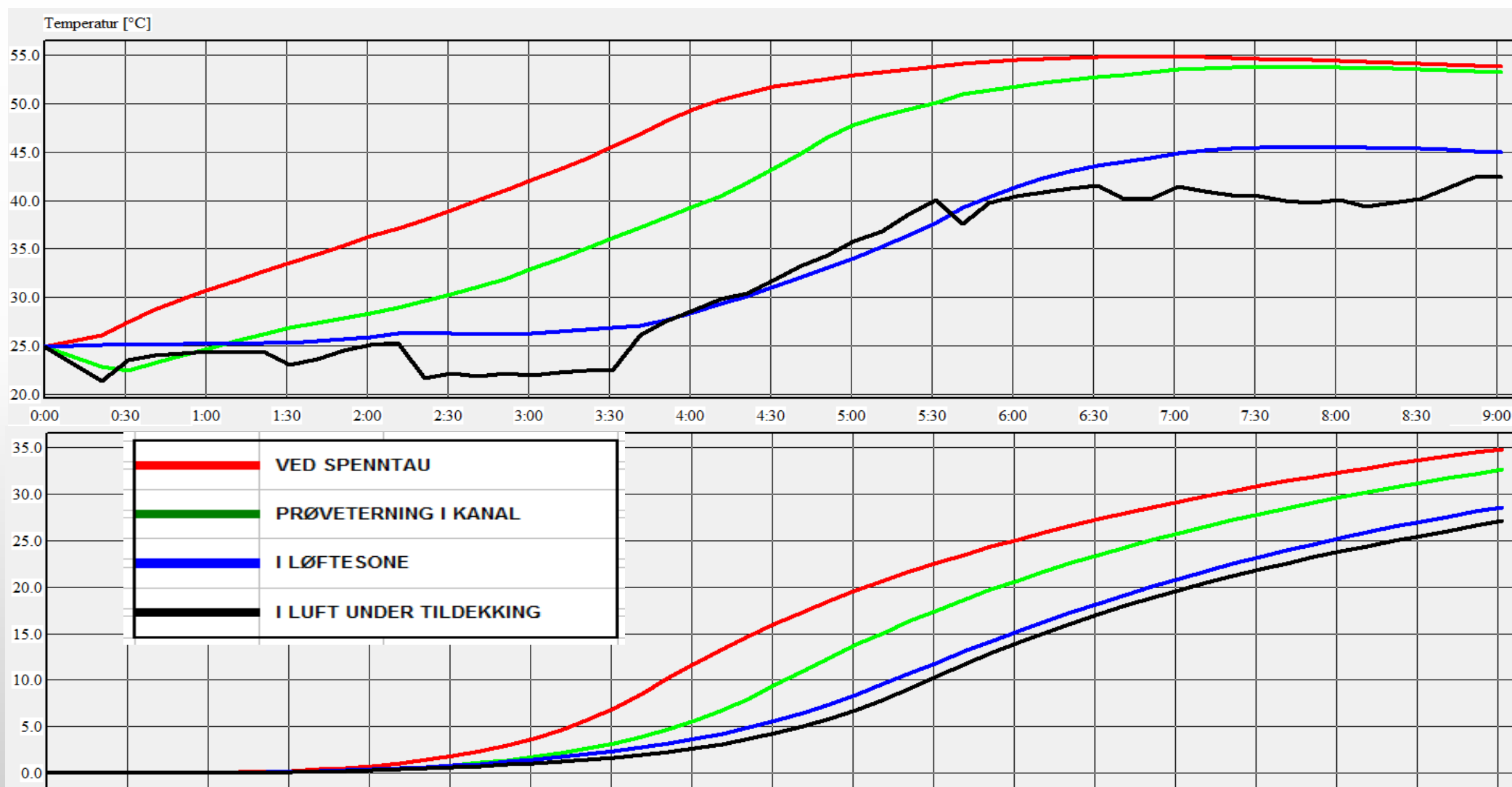
Sement	Type	Blane	Alt. BM	Mpa 1d	Mpa 2d	CO ₂ ekv	CO ₂ tr.
Norcem Industri	CEM I	550		32	40	748 / 859	3
Norcem ny Standard FA	CEM II B-M	450	18% FA 4 % Kalkm.	20	31	609 / 625	3
Norcem Lavkarbon	CEM II B-V	480	30% FA 4 % Kalkm.	14	23	503	3
Cemex Rapid	CEM I	540		35	47	780	31
Cemex Miljø	CEM II B-S 52,5	470	30% slagg	18	28	569	31
Cemex Lavvarme	CEM III B 42,5	470	75% slagg	4,8	12	273	18
Flygeaske			100% FA				

Modenhetsmåling. Uten benkevarme

Temperatur [°C]



Modenhetsmåling. Med benkevarme



**Jeg gjør som
politikkerne og
gjentar budskapet:**

Takk for meg.

- 1. Bruk riktige data for
CO2-utslipp på
produktet**
- 2. Finn smarte løsninger
som sparer betongvolum**
- 3. Bruk lavkarbonbetong
tilpasset konstruksjonen**