

BE-STRONG – FORSKNINGSPROSJEKT: FRA FELTEKSPONERING TIL REVISJON AV STANDARD

NORSK BETONGDAG 2025

ARIANNA MINORETTI - STATENS VEGVESEN, ANDREAS LERVIK - DNV, JELENA ZIVKOVIC - EQUINOR OG KJELL TORE FOSSÅ - AKER SOLUTIONS

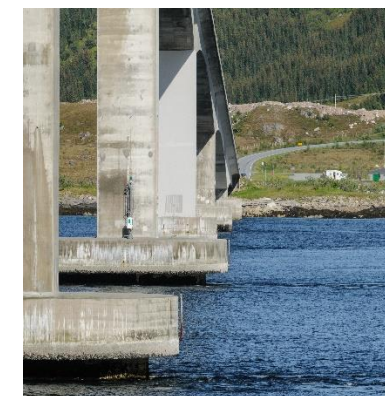
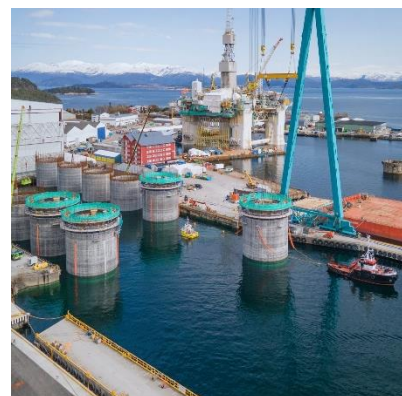


BE-sTrONG – Mot fremtidens bærekraftige betongkonstruksjoner i marine miljøer

Utnyttelse av avanserte tilsetningsstoffer og miljø-/klimavennlige bindemidler (bl.a. sementer) til å prosjektere og utføre betongkonstruksjoner i marine miljøer med

- a) betydelig redusert CO₂-utslipp (- 30% iht lavkarbon A), og
- b) betydelig redusert ressursbehov til vedlikehold og reparasjon i konstruksjonenes tiltenkte levetid (B55).

BE-sTrONG - konseptet bryter radikalt med eksisterende praksis for utvikling av miljø- og klimavennlige løsninger som er forankret i gjeldende EN og DNV standarder.

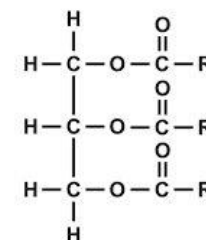


BE-sTrONG (www.be-strong.no)

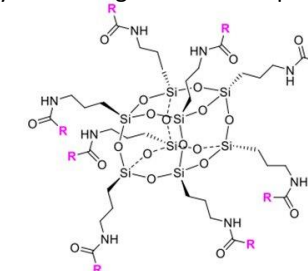
- skal tilpasse avanserte materialløsninger, dokumentere kritiske egenskaper gjennom ytelsestester og in-situ langtidseksponering samt tilstandskontroll av prototyper, og dokumentere miljøprestasjonen.
- skal danne grunnlag for revisjon av gjeldende standarder, her DNV-ST-C502, noe som er nødvendig for at innovasjonen kan bli realisert.

Avanserte tilsetningsstoffer ble kartlagt og utvalgt fra stoffgruppene:

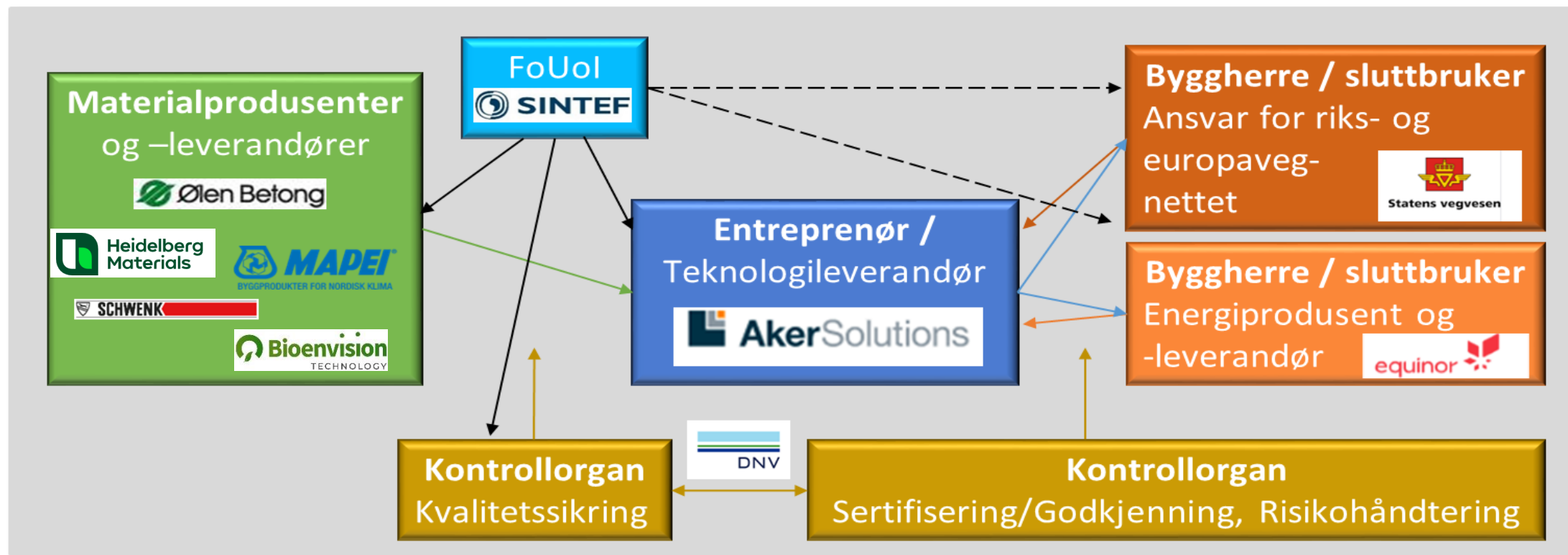
Triglycerides



POSS (Polyhedral Oligomeric Silsesquioxanes)



Samarbeidspartnerne i BE-sTrONG



SVV FELTSTASJONER ER EN VERKTØY FOR SVV TIL BESTANDIGHET AV VÅRE KONSTRUKSJONER

Statens vegvesen feltstasjoner

Svv involvert i forskning og utvikling på betongs bestandighet siden slutten av 1980-tallet– 1. feltstasjon i marint miljø etablert i 2017 av seksjon Konstruksjonsteknikk i Myndighet og Regelverk, Vegdirektoratet -

Feltstasjonene er viktig for å få en korrelasjon mellom akselerert prøving i laboratorium og virkelig oppførsel i felt, samt også for å dokumentere utvikling i betongens bestandighetsegenskaper over tid

Resultater fra feltstasjonene inngår i grunnlaget for krav i Vegvesenets regelverk (N400) knyttet til bestandighet av armert betong



Videre arbeid

Deler av feltstasjonen i Austefjorden er allokert til samarbeidsprosjekter innen forskning og utvikling.

NewsCem 1)

BE-sTrONG 2)

ZeroCarbCon 1)

for å studere effekten av nye supplerende sementmaterialer og tilsetningsstoffer.

- 1) Heidelberg Materials Sement Norge
- 2) Aker Solutions AS

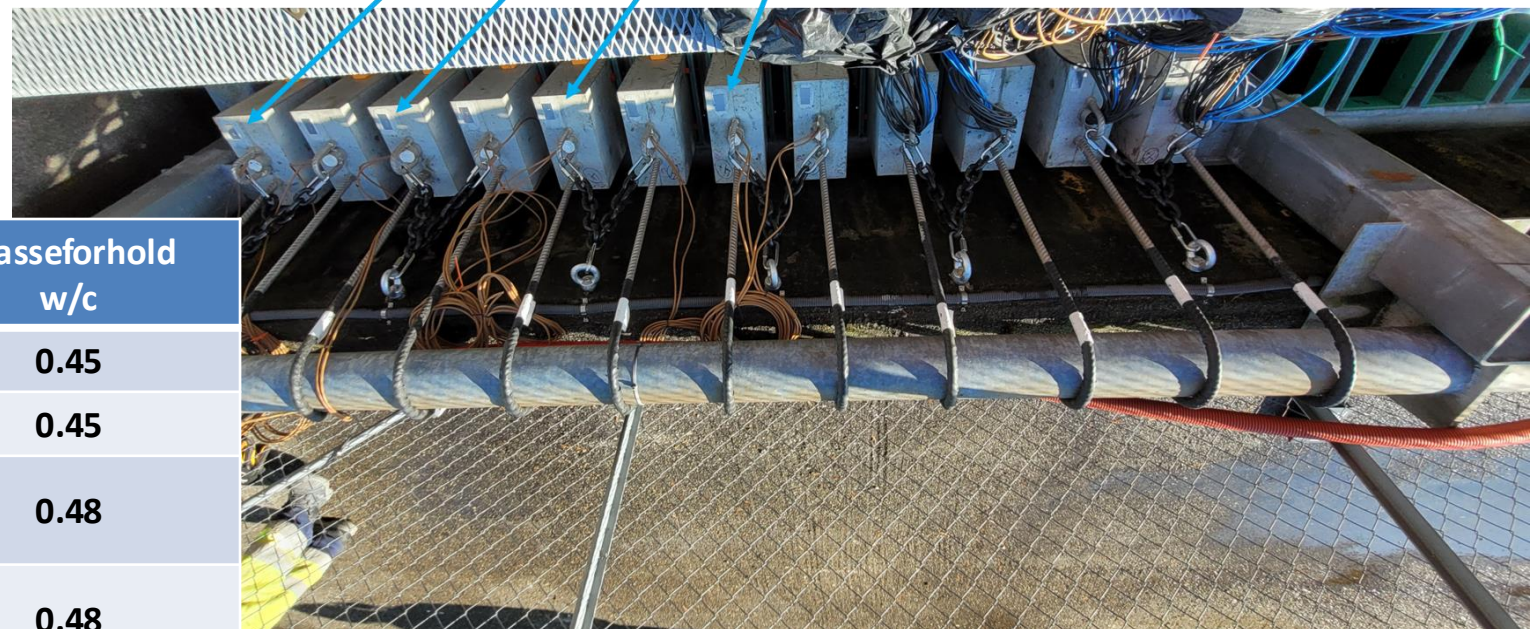
Et ny feltstasjon for salt/frost-bestandighet er nå under planlegging ved E6 sør for Klett/Trondheim, etablert fra seksjon Konstruksjonsteknikk seksjon med bransjen og med bistand fra DoV avdeling Midt. Det blir første feltstasjonen i Norge på frostnedbrytning

Langtidstesting av bjelker på feltstasjon

Eksperimentelt program:

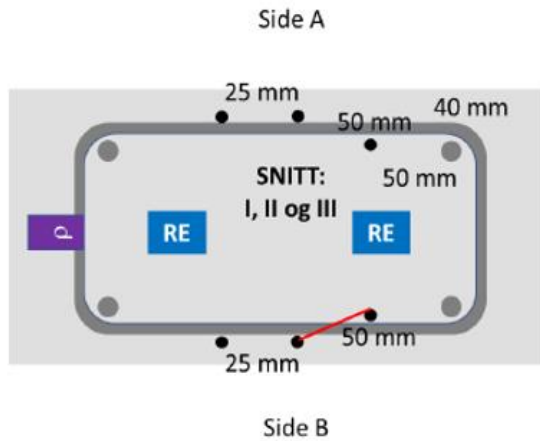
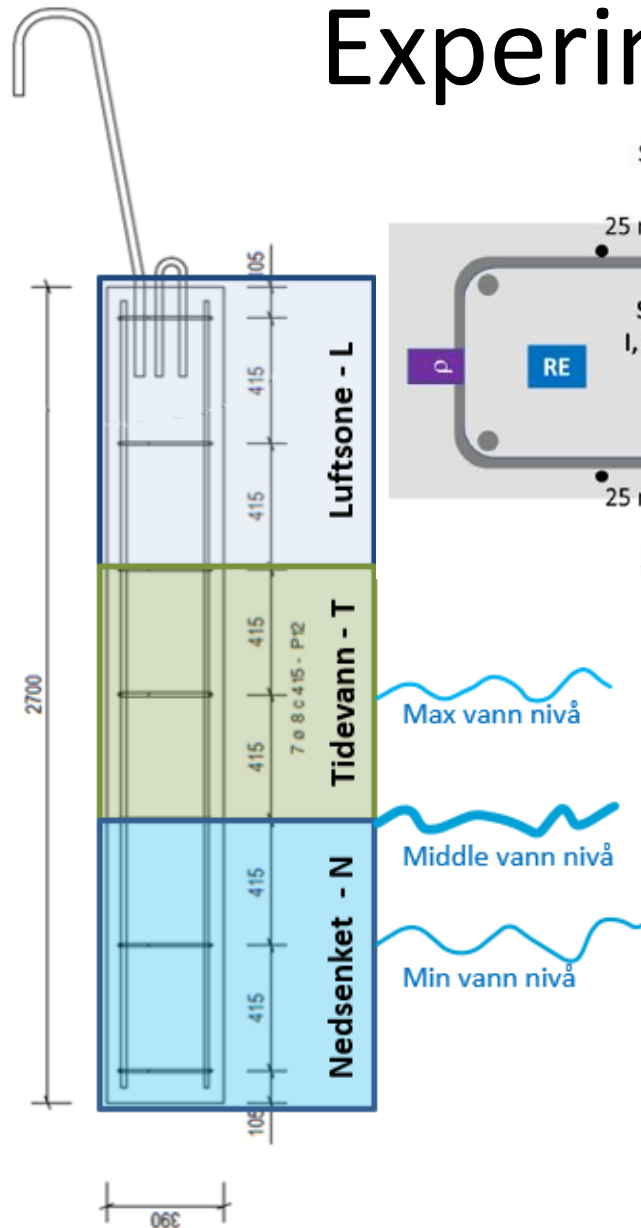
- 4 blandinger
- 12 bjelker (4 instrumentert, 8 ikke inst.)
- Små skala prøver

2-2	2-3	2+-1	2+-2	4-2	4-3	4+-2	4+-3	2-1	2+-3	4-1	4+-1
Ikke-Instrumenterte								Instrumenterte			



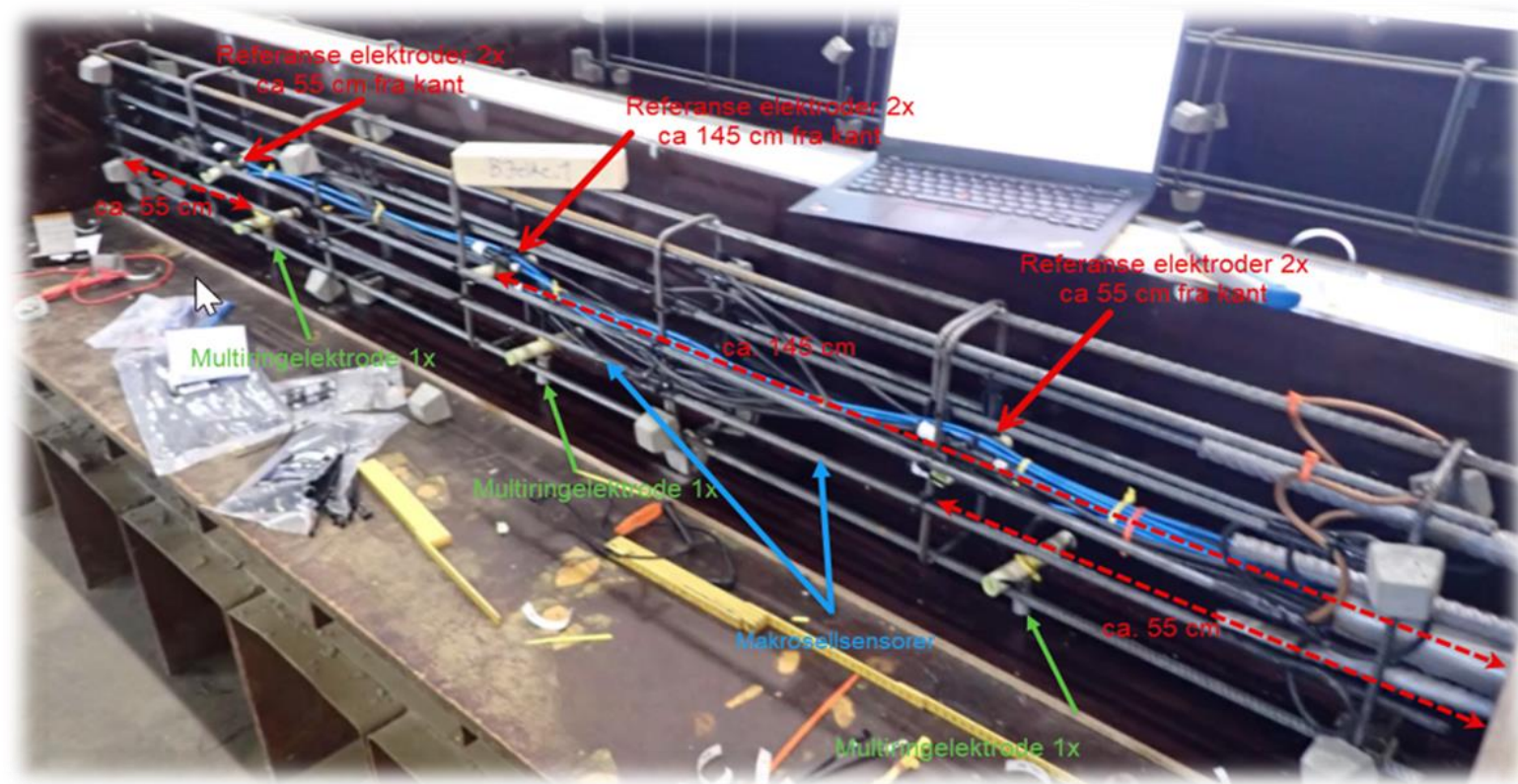
Mix	Cement	Tilsetningsstoffer	Masseforhold w/c
Mix 2	VPI50 (50%NP)	POSS	0.45
Mix 2+	VPI50 (50%NP)	POSS, RO	0.45
Mix 4	50%SLV(70% slagg) 50%SM (50%slagg)	POSS	0.48
Mix 4+	50%SLV(70% slagg) 50%SM (50%slagg)	POSS, RO	0.48
Ref. STD FA	STD FA (18%Flygeaske)	-	0.40

Experimental program-instrumenting



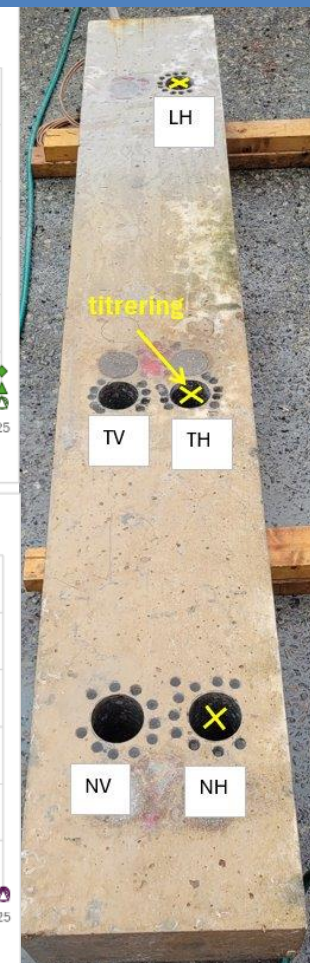
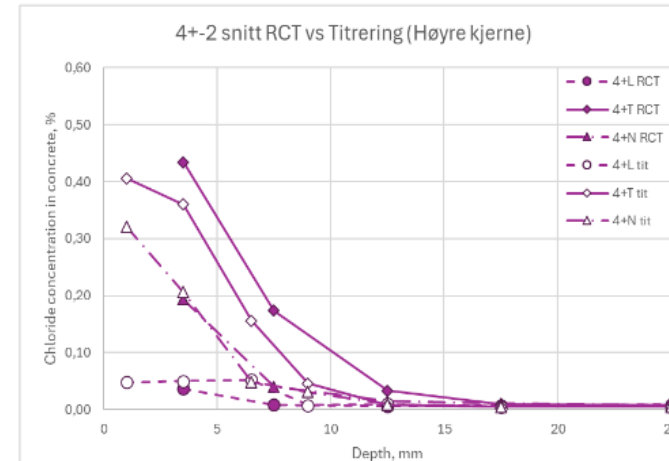
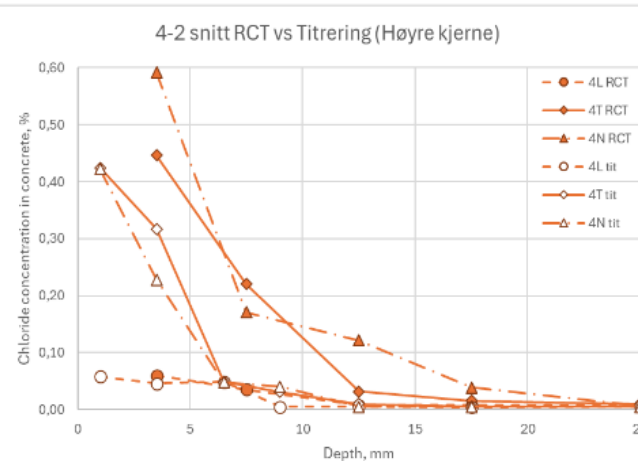
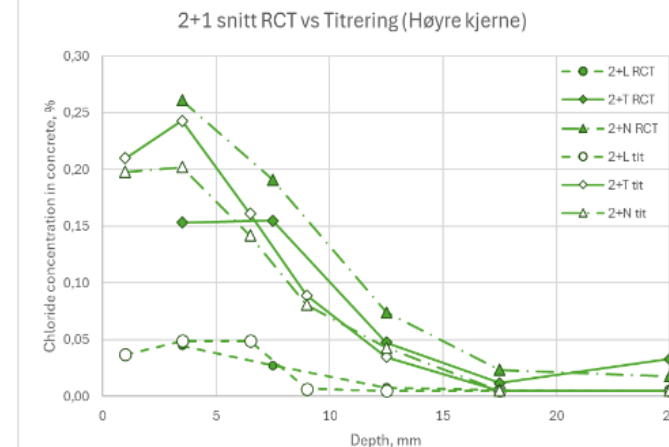
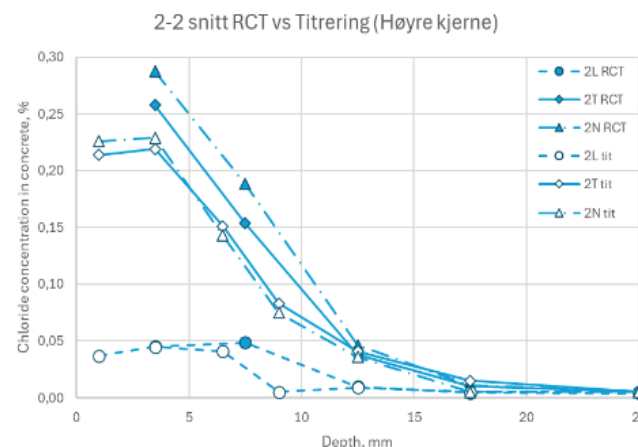
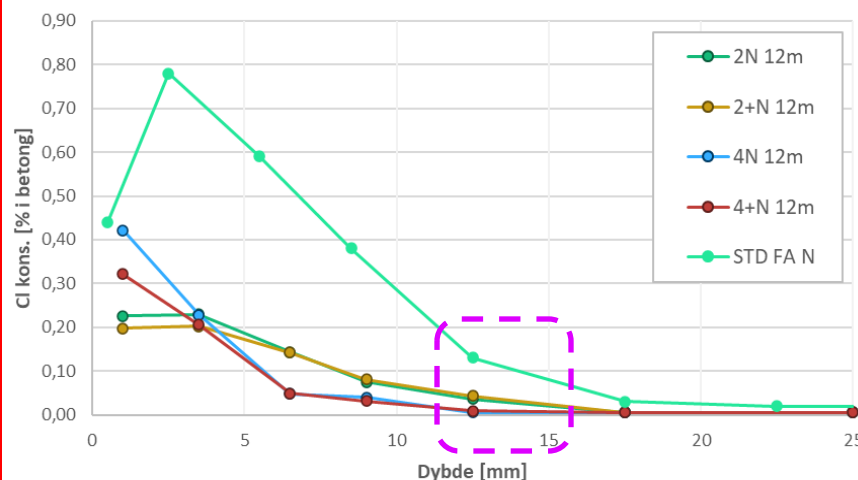
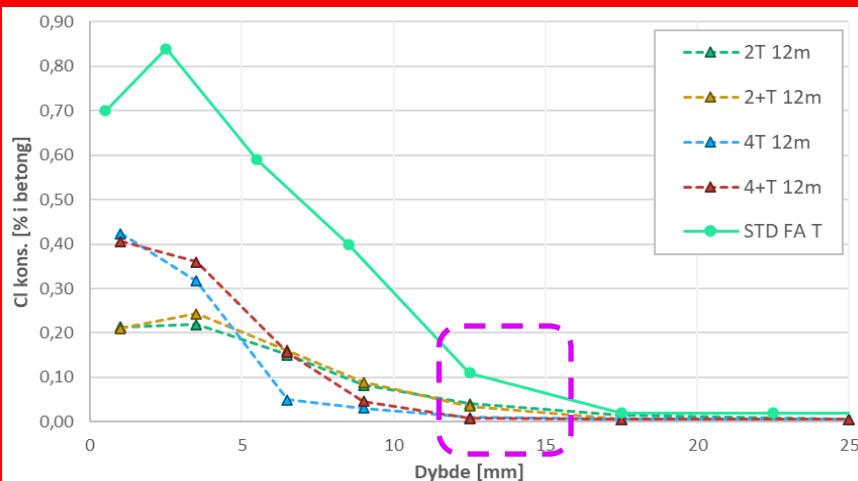
Instrumenter per bjelke

- 3 Multiringelektrode
- 6 Referanseelektroder
- 18 Makrosellesensorer

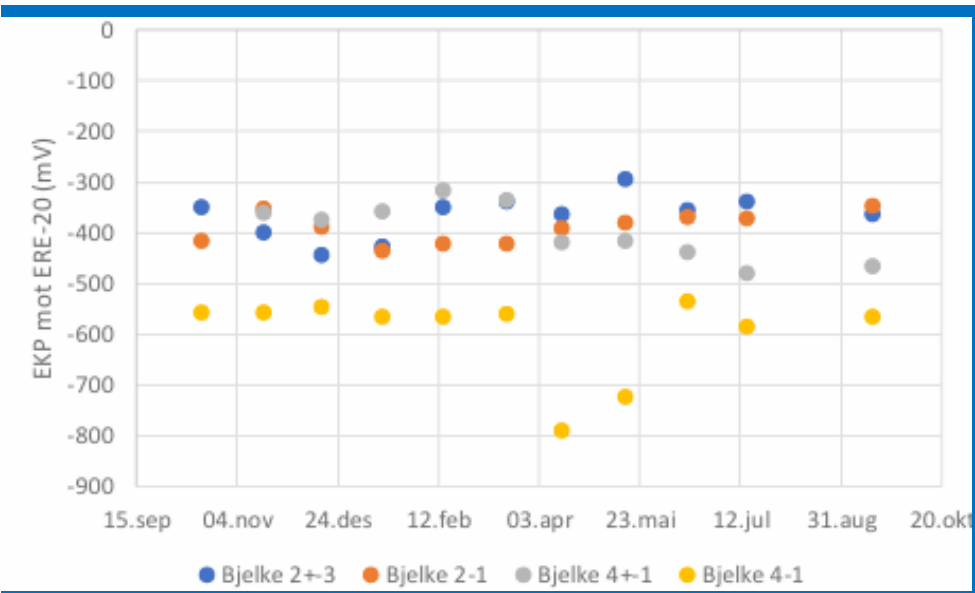


Experimental program-resultater etter 12MND

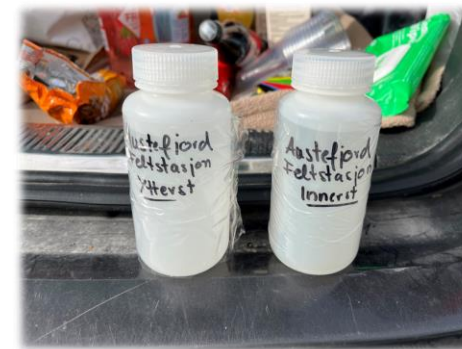
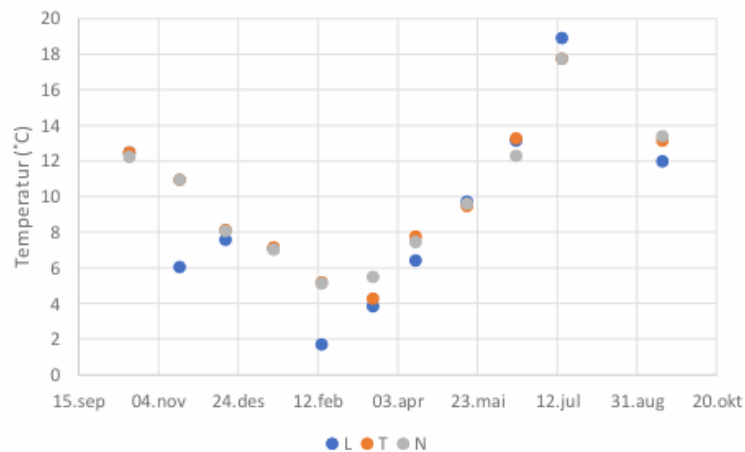
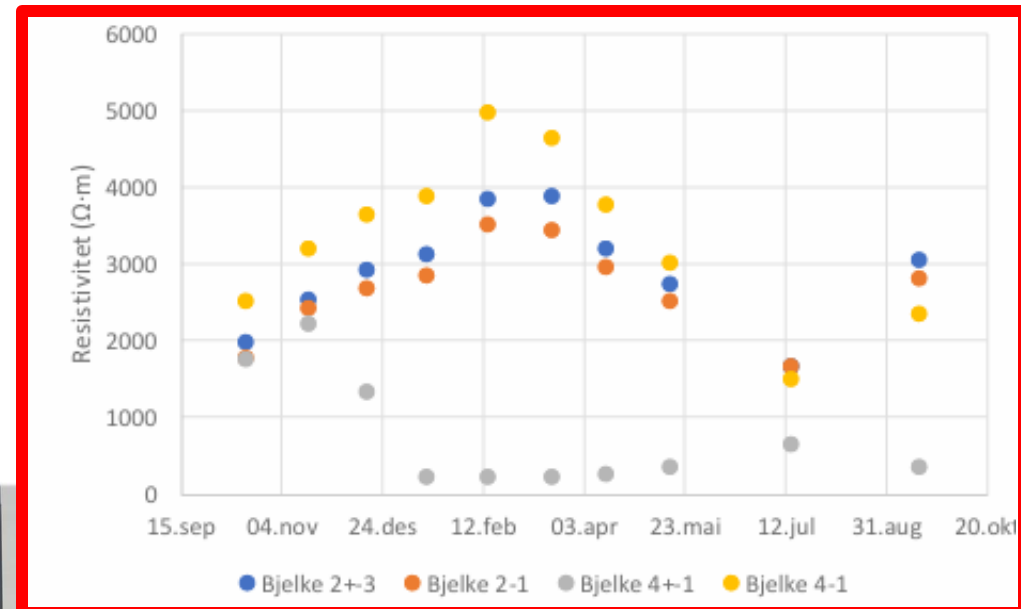
Klorid inntrenging (RCT vs klorid profil/titrering)



Experimental program-resultater etter 12MND



EKP og resistivitet

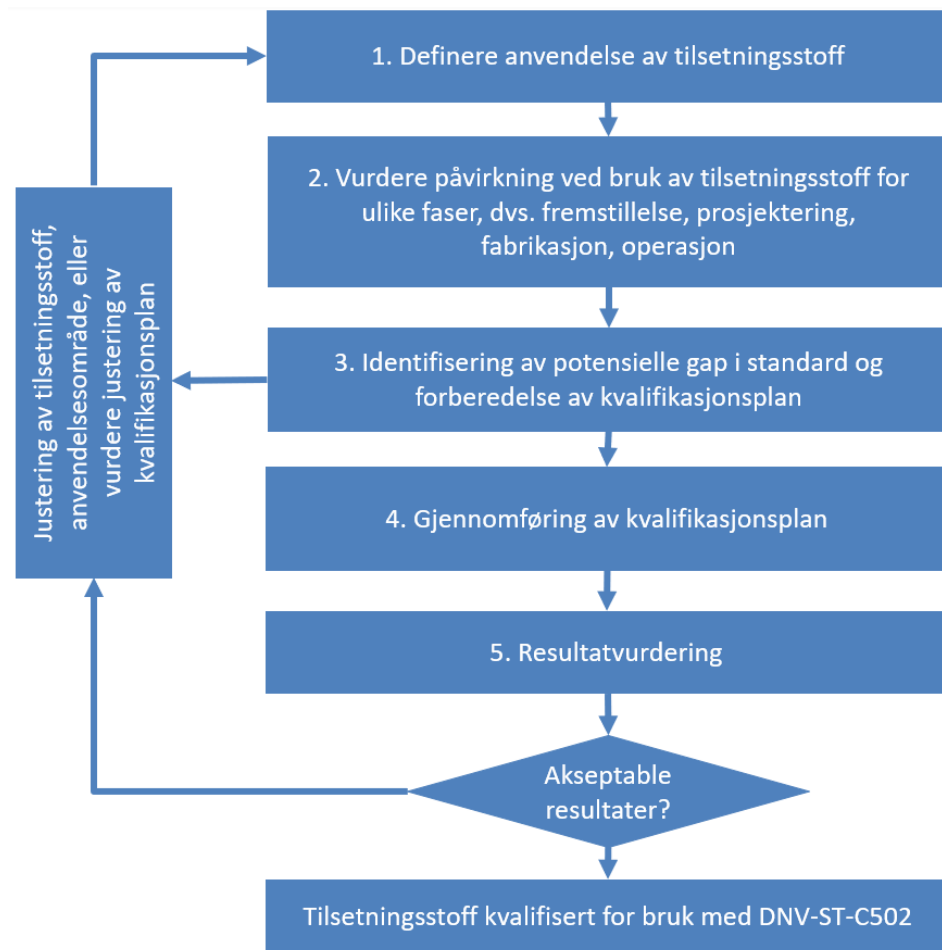


Hvorfor må vi oppdatere standardene?

- Dagens krav begrenser bruk av enkelte miljøvennlige løsninger
- Eksempel: Krav til sementmengde og masseforhold i skvalpesone
- Vi ønsker mer ytelsesbaserte krav for å sikre bestandighet
- Samtidig forsikre tilstrekkelig fasthet (B55) samt «robust» betong



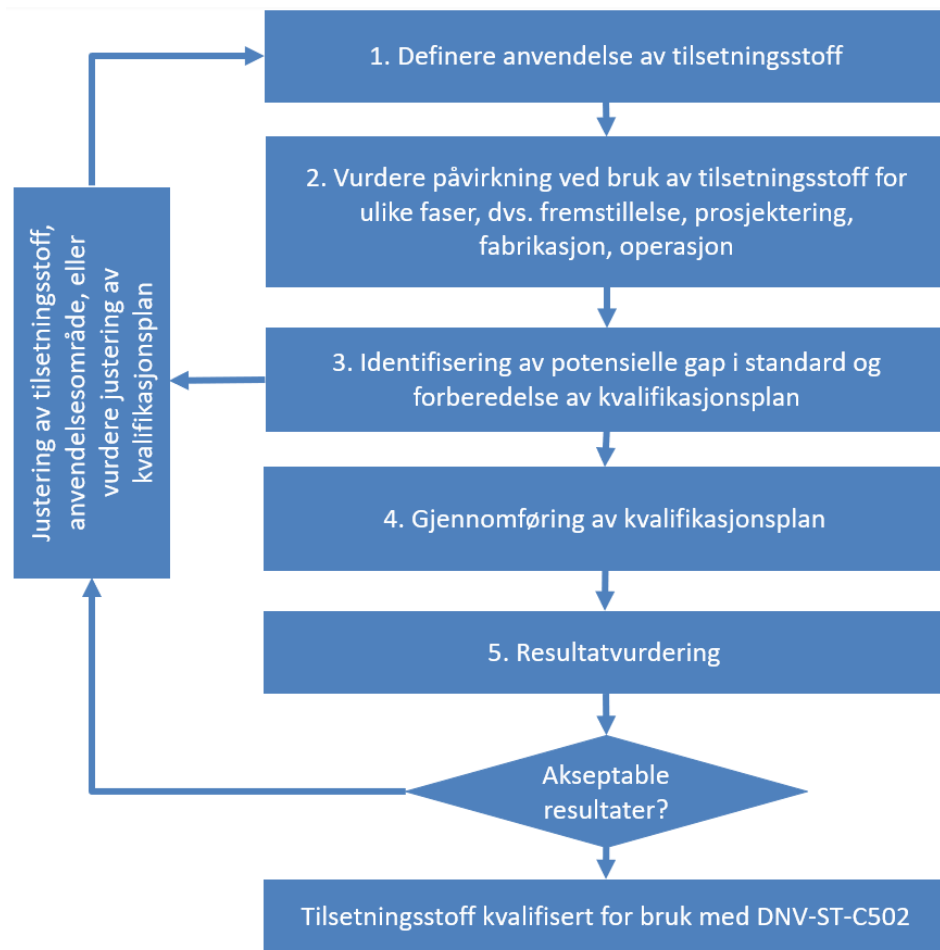
Oppdatering av standard – DNV-ST-C502



- Screening: hvilke elementer bør vurderes for BE-sTrONG
- Arbeidsmøter med prosjektdeltakere
- Utarbeide testmatrise innenfor prosjektets rammer
- Definere akseptkriterier

No.	Property	Test Standard
1	Compressive strength	NS-EN 12390-3
2	Tensile splitting strength	NS-EN 12390-6
3	Static Young's Modulus	NS-EN 12390-13
4	Shrinkage	NS-EN 12390-16
5	Creep	NS-EN 12390-17
6	Setting time	-
7	Pull-out testing	NS-EN 10080 Annex D

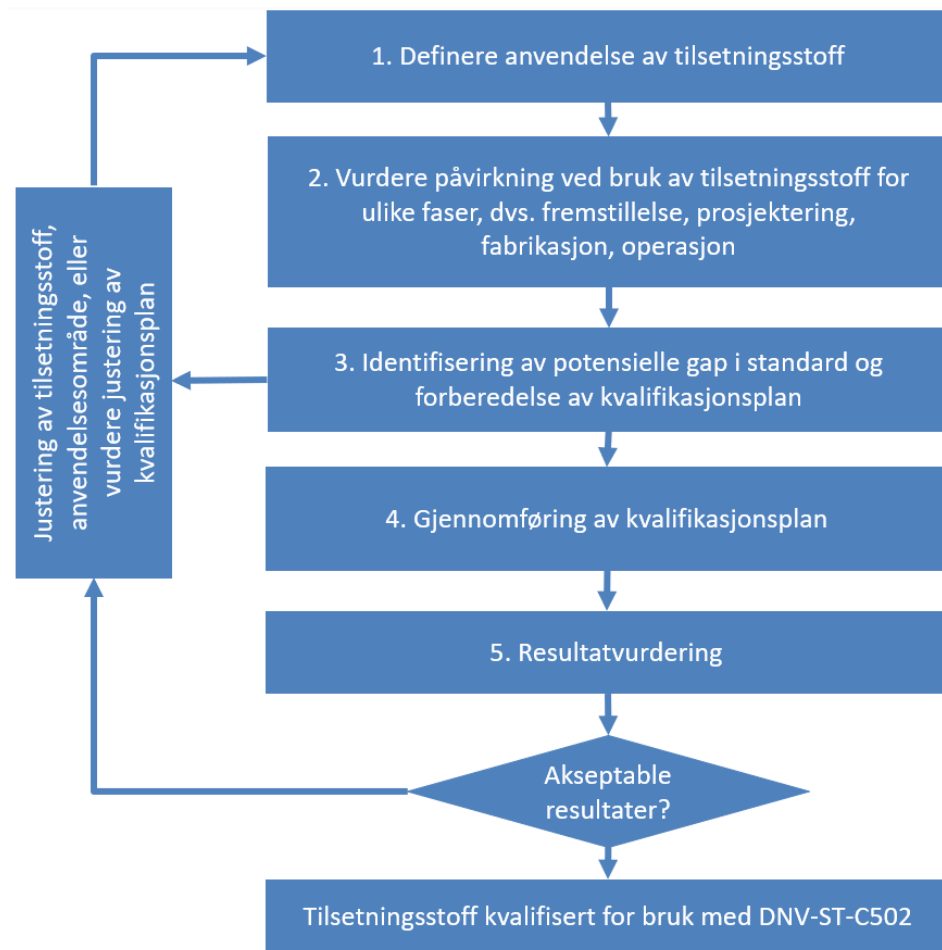
Oppdatering av standard – DNV-ST-C502



- Fullskalautstøping (Ølen Betong)
- 4 BE-sTrONG-blandinger (HMSN / SCHWENK / BIOENVISION)
- 2 referanseblandinger
- Testing (UiS, Mapei, SINTEF, DNV)
- Gliderigg (AKSO)
- Felteksponering (SVV / EQN)

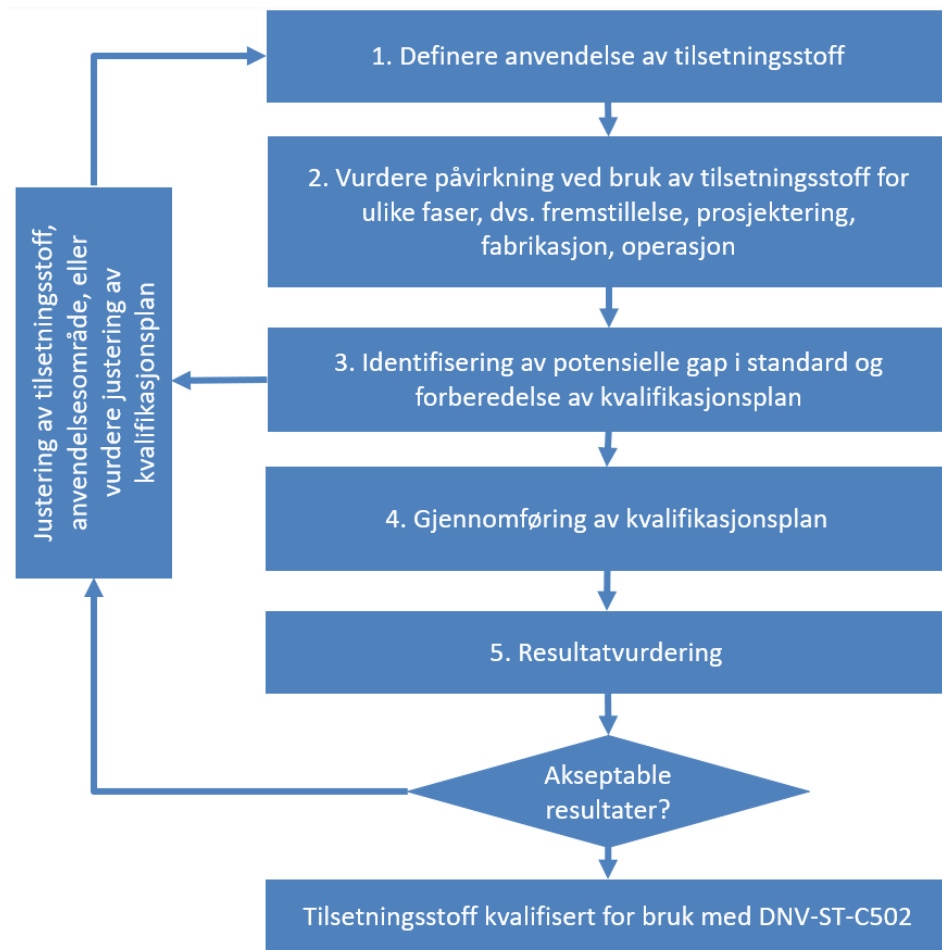


Oppdatering av standard – DNV-ST-C502



Id.	Beskrivelse	Status	Kommentar
1	Ingredienser i tilsetningsstoffer	☒	Ingen ingredienser skadelige for bestandighet
2	Sement	☒	Dokumenterte egenskaper og egnethet
3	Ferske egenskaper	☒	Egnethet dokumentert ved utstøping av bjelker
4	Strekkefasthet	☒	Ubetydelig effekt dokumentert fra testing
5	E-modul	☒	Ubetydelig effekt dokumentert fra testing
6	Kryp	☒	Testresultater er sammenlignbare med verdier beregnet etter standard. Konkludert at det ikke er signifikant effekt av tilsetningsstoffer.
7	Svinn	☒	Testresultater er sammenlignbare med verdier beregnet etter standard. Konkludert at det ikke er signifikant effekt av tilsetningsstoffer.
8	Bestandighet	☐	Avventer resultater fra langtidseksposering
9	Frostmotstand	☐	Avventer resultater fra SINTEF fra fryse-/tinesykler
10	Fasthetsklasse	☒	Fasthetsklasse OK ved bruk av fasthet ved 56 døgn
11	Kapasitetsformler skjær	☒	OK basert på ingen betydelig effekt på strekkefasthet
12	Heftfasthet	☒	OK basert på vurdering av heftfastheter
13	Utmatting	☐	Denne er parkert for BE-sTrONG (ikke forventet å være vesentlig dersom øvrige parametere sjekker ut)
14	Overdekning	☐	Må sees i sammenheng med #8
15	Skjøting av armering	☒	OK basert på konklusjon i #12
16	Minimumsarmering	☒	OK basert på ubetydelig effekt på strekkefasthet
17	Kvalitetskontroll	☐	Prosedyrer for fullskalaproduksjon må utarbeides (håndteres ikke i detalj i BE-sTrONG)
18	Fasthetsutvikling	☒	Ubetydelig effekt dokumentert fra testing
19	Fullskalautførelse	☐	Prosedyrer for fullskalaproduksjon må utarbeides (håndteres ikke i detalj i BE-sTrONG)
20	Glidestøp	☒	Tilfredsstillende resultat fra gliderigg v/UiS

Oppdatering av standard – DNV-ST-C502



- Åpne for bruk av mer miljøvennlig betong
- Generiske krav for betong med avanserte tilsetningsstoffer
- Intern/ekstern høring i 2026
- Ønsker du å bidra? Kontakt: Andreas.Lervik@dnv.com



Takk for oppmerksomheten :-)

- For ytterligere info:
 - www.be-strong.no
 - [Mot fremtidens bærekraftige betongkonstruksjoner i marine miljøer - Prosjektbanken](#)

BE-sTrONG - Mot fremtidens bærekraftige betongkonstruksjoner i marine miljøer

Dette innovasjonsprosjektet er finansiert av



Forskningsrådet

**IPNÆRINGSLIV21 – 332241
(2022-2025)**

Prosjekteier: Aker Solutions AS
<https://www.akersolutions.com/>