

# VINTERVEILEDEREN 2015

MONTASJE AV BETONGELEMENBKONSTRUKSJONER UNDER  
LAVE TEMPERATURER



# INNHold

## FORORD

Redaksjon	s.4
Forutsetninger for bruk av vinterveilederen	s.4
Hensikten med veilederen	s.4

## INNLEDNING

s.5

## STANDARDENE PÅ UTFØRELSESOMRÅDET, HARMONISERTE PRODUKTSTANDARDER, CE-MERKING OG YTELSESERKLÆRING

De viktigste standardene	s.6
CE-merking og ytelseserklæring er obligatorisk	s.6
Standardenes krav til utførelsesdokumentasjon	s.7
Standardenes krav til dokumentert kompetanse	s.7
BOR - Betongopplæringsrådet	s.7
BORs kompetanseklasser	s.8
Forslag til organisasjonsskisse (entreprenør monterer selv)	s.9
Underentreprenør (UE) monterer for entreprenør (HE)	s.10

## BETONG - MATERIALKUNNSKAP

Betongens bestanddeler	s.11
Herdeprosessen	s.12
Konsistens/støpelighet	s.12
Effekten av frost på fersk betong	s.13
Fugebetong til bruk under lave temperaturer	s.14
Anbefalte standardresepter for fugebetong (detaljer i støpematrise)	s.14
Rådgivende matrise for valg av betong m/tilsetningsstoffer og herdetiltak avhengig av krav til betongens fasthetsutvikling	s.16
Forklaring på farge-/bokstavkode i matrisen for valg av betong m/tilsetningsstoffer (basert på materiale fra SPENNCON AS)	s.17
Generell føring for justering av temperaturklassen i matrisen for valg av betong m/tilsetningsstoffer	s.17
Bestilling av betong	s. 18

## MOTTAKSKONTROLL PÅ BYGGEPLASS

Mottakskontroll for betongelementer	s.19
Mottakskontroll for fuge-, gysebetong	s.19
Tilsetning i betongen på byggeplass	s.20

## MONTASJEARBEIDER

Krav til byggeplassen og avlastingssted	s.20
Håndtering og lagring av betongelementer på byggeplass	s.21
Generelt om montasjeprosessen	s.21
Arbeidsrekkefølge ved lave temperaturer	s.21
Arbeidsbeskrivelser	s.21
Staging og stimpling	s.22

UTSTØPING OG FUGING UNDER LAVE TEMPERATURER	
Avvik fra NS-EN 13670s temperaturgrense	s.22
Utstøping og herdetiltak	s.22
Bruk av frysepunktnedsettende tilsetningsstoffer	s.22
Sementbasert lim	s.23
Innstøping av bolter og armering	s.24
Understøp	s.24
Utstøping av knutepunkt og fuger ved lave temperaturer	s.24
Overflatetiltak	s.25
BRUK AV FRYSEPUNKTNEDSETTENDE TILSETNINGSTOFFER	s.26
Rutiner ved lave temperaturer	s.27
Montasjefremdrift og fasthetsutvikling	s.28
Dokumentasjon av fasthetsutvikling	s.29
Modenhetsutviklingsprogrammer	s.30
Test i kuldekammer	s.30
Test med prellhammer	s.30
Test med trykkterning	s.30
SCENARIOER OG OMFANG FOR DOKUMENTASJON PÅ BYGGE/ANLEGGSPASS	
Generelt	s.31
Kontrollscope I/dokumentasjon I & Kontrollscope II/dokumentasjon II	s.31
Dokumentasjon av fugebetonger - generelt	s.32
MAPEI DOKUMENTASJON AV FUGEBETONGER	
Generell anbefaling	s.33
REFERANSETABELLER-FASTHET VED ULIKE BETONGSAMMENSETNINGER OG TEMPERATURER	s.34-36
SIKA DOKUMENTASJON AV FUGEBETONGER	s. 37
SIKA REFERANSETABELLER	
– FASTHET VED ULIKE BETONGSAMMENSETNINGER OG TEMPERATURER	s.38-43
Anbefalinger	s.43
OPPVARMING AV KONSTRUKSJONEN	s.44
SVEISEARBEIDER	s.44
HELSE, MILJØ OG SIKKERHET PÅ MONTSASJEPLASSEN	s.46
OM RISIKOVURDERING	s.47
SLUTTORD	s.49

*Rettighetene til Vinterveilederen tilhører Betongelementforeningen. Publikasjonens innhold (tekst, bilder, illustrasjoner og tabeller) er beskyttet av lov om opphavsrett til åndsverk m.v. (åndsverkloven). Det er ikke tillatt å gjengi (herunder kopiere) innhold til kommersiell bruk uten særskilt tillatelse fra Betongelementforeningen. Det samme gjelder bruk av innholdet i kurs- og/eller undervisningssammenheng. Ved spørsmål, kontakt [betongelement@bnl.no](mailto:betongelement@bnl.no)*

# FORORD

## Redaksjon

Manuskriptet for Vinterveilederen er en videreutvikling av tilsvarende finsk vinterveileder (Betoniteollisuus ry. Betonielementtien talvisaumausohje, Helsinki 2011). Den Norske veilederen er utarbeidet av en forfattergruppe bestående av Bernt Kristiansen (AF Gruppen), Ole Gamkinn (SPENNCON AS), Jørn Injar (CONTIGA AS), Steinar Røine (SPENNCON AS), Helge Ivar Fredriksen (BASF AS), Trond Solbø (SIKA AS), Dan Arve Juvik (MAPEI AS), John-E Reiersen (Betongelementforeningen), Frank Lavik (NEWMO AS), Øivind Sæter (UNICON AS), Tom Fredvik (NORBETONG AS) og Frode Skottun (NORBETONG AS).

*Redaktør: John-Erik Reiersen*

## Forutsetninger for bruk av vinterveilederen

Redaksjonsgruppen har gjort det ytterste for å kontrollere at innholdet er korrekt og i henhold til gjeldende standarder og forskrifter på det tidspunkt redaksjonene ble avsluttet. Noen feil kan likevel ha kommet med, BEF, forfatterne og redaksjonsutvalget kan derfor ikke ta ansvar for direkte eller indirekte følger av eventuelle feil og mangler. Vi forutsetter at veilederen benyttes av kompetente, fagkyndige ingeniører med forståelse for begrensningene og de forutsetninger som alltid må legges til grunn, og at det anvendes sunn faglig dømmekraft ved bruk av veilederen.

## Hensikten med veilederen

Denne publikasjonen fra Betongelementforeningen, BEF, behandler vintermontasje og vinterbetong for bygg oppført i prefabrikkerte betongelementer. BEF anbefaler at publikasjonen brukes ved montasjearbeider under lave temperaturer. Publikasjonen gir en generell veiledning, men kan ikke erstatte den stedlige vurderingen i det enkelte prosjektet. Redaksjonsgruppen mener likevel at anbefalingene fanger opp de fleste situasjonene ved montasjearbeider under lave temperaturer.



*Foto: Jaro AS. "Montasje av bygg i Longyearbyen"*

## INNLEDNING

Forbindelsen mellom betongelementer, eller utstøpte fuger, er avgjørende for hvordan kreftene føres ned i konstruksjonen og for konstruksjonens stabilitet i montasjefase og permanent fase. Arbeidene skal utføres etter (1) utførelsesbeskrivelsen fra konstruktør og (2) utførelsesstandardene på betong (evt. andre materialområder) og (3) andre retningslinjer som gjelder utstyr og materialer som brukes under montasje-arbeidene og (4) offentligrettslige krav. Til sammen utgjør dette produksjonsunderlaget for prosjektet.

Dersom det skjer noe uforutsett i byggefasen, enten på grunn av for store (eksempelvis mellomlagring av materiell) laster eller at knutepunktet/fugen ikke har tilstrekkelig fasthet er det sannsynlig at det første bruddet kommer i et knutepunkt eller i en fuge. Montasjeentreprenøren skal derfor alltid forsikre seg om at man har alle opplysninger og den nødvendige kunnskapen om prosjektet før arbeidene iverksettes, på den måten unngås tvil om hvordan knutepunkter og fuger skal utføres og dokumenteres.

Under forberedelse og gjennomføring av montasjearbeider om vinteren har man særlig fokus på;

1. At det foreligger en overordnet montasjeplan som inneholder regulerende bestemmelser for arbeider under lave temperaturer.
2. At det foreligger montasjeanvisning som viser til prosedyre(r) for montasje under lave temperaturer. Spesielt vektlegges at stag-/stemplingsplanen må inneholde minimumsfasthet for betongen før stag/støtter/stempling kan demonteres.
3. At det foreligger et system for dokumentasjon av;
  - a. Utførelsen ved fuging og utstøping
  - b. Fasthetsutvikling
  - c. Lufttemperatur
  - d. Konstruksjonens temperatur

Dette innebærer at konstruktøren og betongelementprodusenten må ha forberedt montasjearbeidene tilstrekkelig, og at det er tatt nødvendige hensyn til de spesielle utfordringene ved støpearbeider under lave temperaturer.

# STANDARDENE PÅ UTFØRELSESOMRÅDET, HARMONISERTE PRODUKTSTANDARDER, CE-MERKING OG YTELSESERKLÆRING

De viktigste standardene er:

- For stålarbeider: NS-EN1090-1:2011 og NS-EN 1090-2:2008 , "Utførelse av stålkonstruksjoner og aluminiumkonstruksjoner".
- For betongarbeider: NS-EN 13670:2009+NA:2010 "Utførelse av betongkonstruksjoner". Og NS-EN 1992 (eller Eurocode 2, med underliggende standarder) "Prosjektering av betongkonstruksjoner" som blant annet inneholder regler for hvilke opplysninger som skal være del av produksjonsunderlaget (beregninger, tegninger, beskrivelser og instruksjoner). Dette er primært krav til konstruktøren, men det er viktig at montasjepersonellet vet hva produkt-dokumentasjonen skal omfatte.
- For sveisearbeider: Det er ofte en del sveising i forbindelse med montasjearbeider, de relevante standardene er NS-EN ISO 14731, Sveisekoordinering. Sveisekoordinasjon, Oppgaver og ansvarsområder, samt NS-EN-ISO 9606-1 (erstatte 287-1:2011, "Godkjenning av sveisere, Smeltesveising". Sveisesertifikater etter den tilbaketrunkne standarden er fremdeles gyldige).
- NS 3420-1:2011 Fellesbestemmelser.

I tillegg til dette har vi en rekke produktstandarder som gjelder fremstillingen av betongelementene. Den viktigste av disse er NS-EN 13369 "Common rules for precast concrete products" (Allmenne regler for prefabrikkerte betongprodukter) med 20 underliggende produktstandarder for betongelementer. Disse er ikke veldig relevante for byggeplassarbeidene ut over at det stilles krav til:

1. CE merking og Ytelseserklæring for betongelementer som er produsert etter en av disse produktstandardene.
2. Montasjeanvisning skal følge med produktet.

## CE-merking og ytelseserklæring er obligatorisk

Stålelementer og ståldeler som leveres på byggeplass skal være CE merket på samme måte som betongelementene. CE-merking og ytelseserklæring er obligatorisk for alle byggevarer som er dekket av en harmonisert produktstandard. En harmonisert produktstandard er en standard som er laget med tanke på CE-merking av byggevarer. Dersom du er usikker på om produktet du har fått levert på byggeplass skulle vært CE-merket og ha en ytelseserklæring kan du sjekke dette på [www.byggevareinfo.no](http://www.byggevareinfo.no) i feltet "søk etter gjeldende standarder". Ytelseserklæringer skal være på norsk, svensk eller dansk for omsetning i Norge. CE-merkingen kan være på engelsk.

## Standardenes krav til utførelsesdokumentasjon

NS-EN 13670 krever at det skal utarbeides en utførelsesdokumentasjon, det vil i praksis si at det kreves at det føres dagbok/logg for montasjearbeidene. Kontrollen skal utføres fortløpende under montasjen, og føres inn i dagboken på en måte som er akseptabel både for kunde (entreprenør) og leverandør (underentreprenør). Dokumentasjonen kan være i form av sjekklister/kvitteringslister som angir hva som er registrert, hvor det er registrert og særlige forhold som er av betydning for arbeidsoperasjonen som dokumenteres. Omfanget av dokumentasjonen avtales mellom kunde og leverandør. Mangelfull dokumentasjon fører ofte til ressurskrevende konflikter mellom kunde og leverandør, derfor er det helt avgjørende at man har en klar avtale om hva som skal dokumenteres, hvilket omfang og formkrav som stilles til dokumentasjonen. Kontrollen og krav til dokumentasjon er beskrevet utførelsesstandardene på hhv. betong og stålområdet. Kontroll og dokumentasjon er videre behandlet i kapittel G9 i Betongelementboken bind G "Transport og montasje". Og i NS 3420-1.

## Standardenes krav til dokumentert kompetanse

Utførelsesstandarden NS-EN 13670 stiller krav om dokumentert kompetanse for en rekke arbeidsoppgaver på byggeplass.

1. Produksjonsleder og kontrollleder for intern systematisk kontroll tilfredsstiller krav til kompetanse angitt i NA.4.1.1 og 1.3 i NS-EN 13670.
2. For spennarmering , sveising og montasje av prefabrikkerte elementer, forutsettes det i tillegg at hhv. spennarmeringsleder, sveisekoordinator og montasjeleder tilfredsstiller kompetansekrav angitt i NA.4.1 .5 og 4.1.6 og 4.1.8 i NS-EN 13670.
3. For ledelse av betonglementmontasje er dette;
  - a) Overordnet ledelse: Montasjearbeider skal utføres under et faglig tilsyn av montasjeleder. Montasjeleder skal være ingeniør med utdanning som legger vekt på konstruksjonsforståelse, relevant tilleggsutdanning samt lang og allsidig erfaring.
  - b) Stedlig ledelse: Arbeidet på byggeplass utføres under ledelse av montasjeformann og bas. Disse skal ha gjennomgått egnet opplæring innenfor fagområdet, samt ha lang erfaring med montasjearbeider.

## BOR - Betongopplæringsrådet

Betongopplæringsrådet er satt sammen av de viktigste sammenslutningene i næringen og arbeider for et levende, dynamisk og kompetent betongmiljø med riktig kompetansenivå på alle plan. Rådet lager fagplaner for og godkjenner grunn- og etterutdanning som fører frem til BORs kompetansebevis.

## Kompetanseklasser gjeldende fra 1. september 2014

<b>Betongproduksjon og transport etter NS-EN 206</b>		<b>Tidligere klasser som fortsatt er gyldige</b>
PPK	Produksjons-og kontrollleder alle klasser	PPKU,09PPKU,PPKN
BO	Blandeoperatør alle klasser	BO
LB	Laborant alle klasser	LB
BTS	Betongtransportør alle klasser	BTS
PO	Pumpeoperatør alle klaser	PO

<b>Utførelse av betongkonstruksjoner etter NS-EN 13670-NA 2010</b>		
UPK3	Produksjonsleder, kontrollleder utf.kl 3	SLU, UPKU
UPK2	Produksjonsleder, kontrollleder utf.kl.1 og 2	SLN,UPKN
UFB	Formann, bas alle klasser	SLN,UPKN
UPK3+S	Produksjonsleder, kontrollleder utf.kl 3+spennarmering	UPK3+S,SPKU
UFB+S	Formann,bas alle klasser+spennarmering	Ny klasse
UPK3+E	Produksjonsleder, kontrollleder utf. kl. 3 + elementmontasje	UPK3+E
UPK2+E	Produksjonsleder, kontrollleder utf.kl.2 + elementmontasje	UPK2+E
UK	Kontrollleder alle klasser	UK3
UMKL	Montasjeleder, kontrollleder elementmontasje alle klasser	UMKL,UMKE,UMKE+B
UMFB	Montasjeforman, bas elementmontasje alle klasser	UMF,UFB,E,UFB+E,UFB3+F

<b>Betongrehabilitering etter NS-EN 1504-9</b>		
RPK3	Produksjons-og kontrollleder, utf.kl. 3	RPKU
RPK2	Produksjons-og kontrollleder, utf.kl. 2	RPKN
RFB	Formann, bas alle klasser	RU

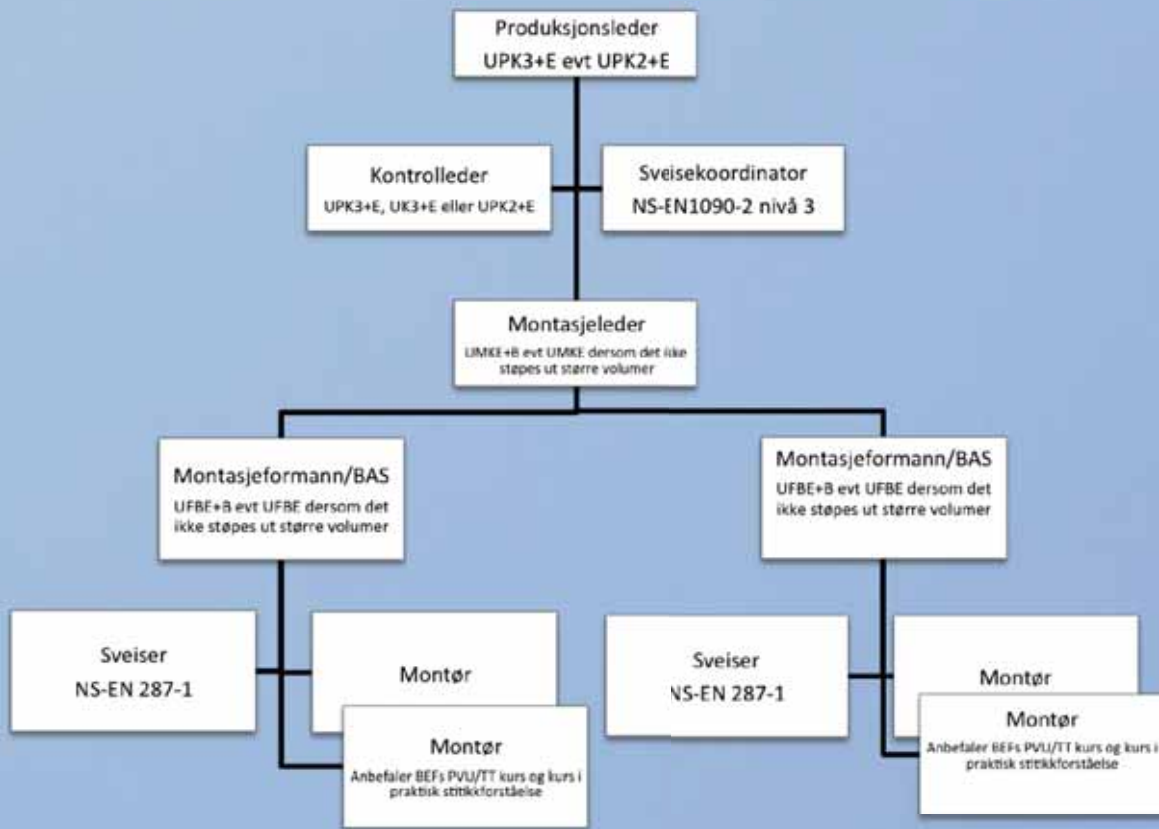
<b>Betongrehabilitering etter NS-EN 1504-9</b>		
RPK3	Produksjons-og kontrollleder, utf.kl. 3	RPKU
RPK2	Produksjons-og kontrollleder, utf.kl. 2	RPKN
RFB	Formann, bas alle klasser	RU

<b>Sprøytebetong til bergsikring etter NS-EN 14487</b>		
SBL3	Sprøytebetong-og -kontrollleder, utf.kl 3	SLBU
SBL2	Sprøytebetong-og -kontrollleder, utf.kl 1 og 2, formann bas alle kl.	SLBN



## Forslag til organisasjonsskisse

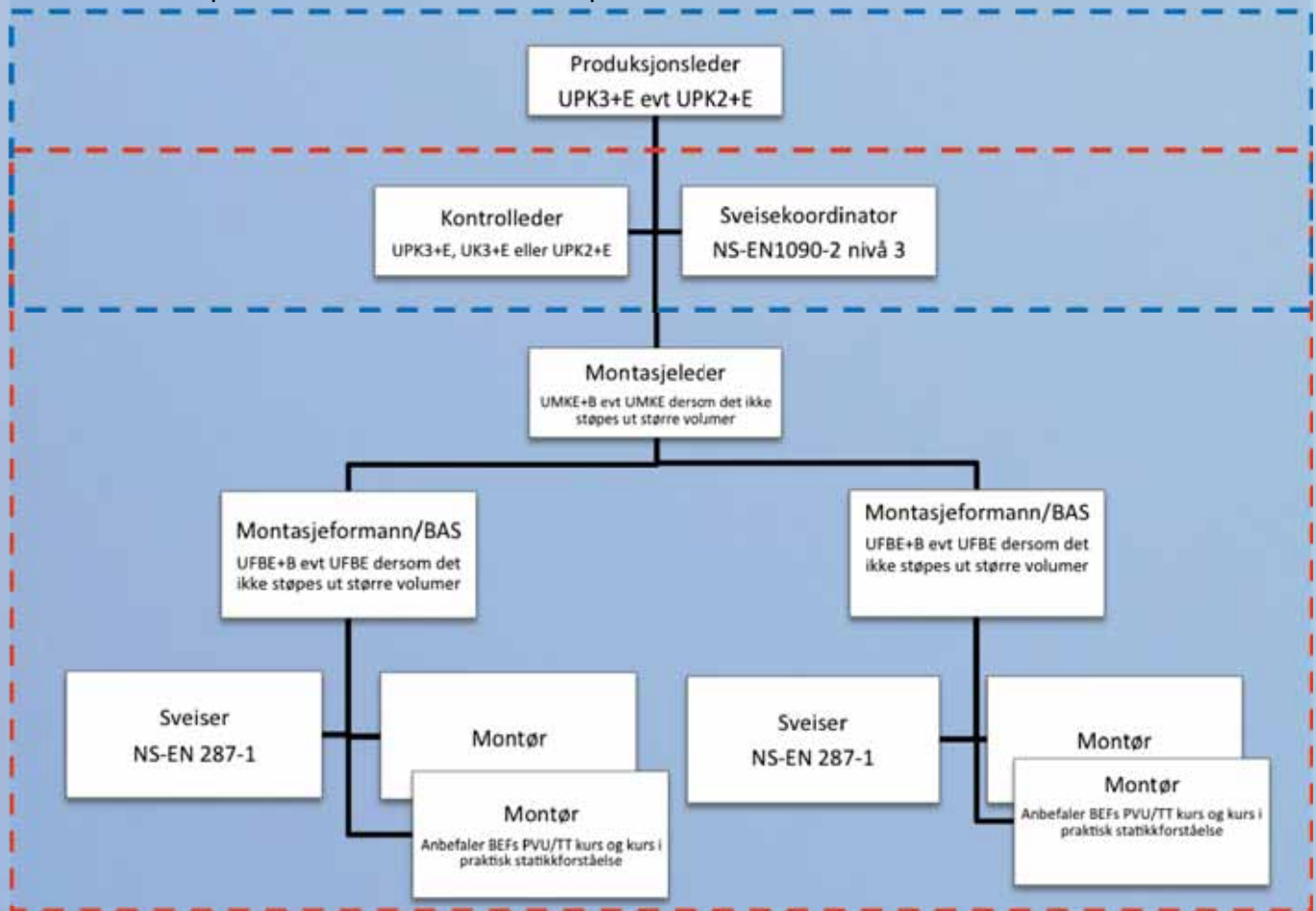
Entreprenør monterer selv



1. Montasjeleder har overordnet ansvar, og må ikke være fysisk til stede hele tiden.
2. Montasjeformann/BAS skal lede de stedlige arbeidene, og være til stede hele tiden.
3. Produksjonsleder og montasjeleder kan være samme person forutsatt at formelle kvalifikasjonskrav er tilfredsstillt.
4. Montasjeleder og montasjeformann/BAS kan være samme person forutsatt at vedkommende leder arbeidene direkte.
5. Montasjeformann/BAS kan ikke ha ansvaret for flere montasjesteder på byggeplassen dersom disse er helt adskilte fra hverandre.

## Forslag til organisasjonsskisse

Underentreprenør (UE) monterer for entreprenør



1. Produksjonsleder tilhører HEs organisasjon.
2. Kontrollleder og sveisekoordinator avtales spesifikt.
3. Montasjeleder har overordnet ansvar, og må ikke være fysisk til stede hele tiden.
4. Montasjeformann/BAS skal lede de stedlige arbeidene, og være til stede hele tiden.
5. Produksjonsleder og montasjeleder kan være samme person forutsatt at formelle kvalifikasjonskrav er tilfredsstillt.
6. Montasjeleder og montasjeformann/BAS kan være samme person forutsatt at vedkommende leder arbeidene direkte.
7. Montasjeformann/BAS kan ikke ha ansvaret for flere montasjesteder på byggeplassen dersom disse er helt adskilte fra hverandre.

Entreprenørs  
organisasjon

Underentreprenørs  
organisasjon

Avtales mellom  
entreprenør og  
underentreprenør

# BETONG - MATERIALKUNNSKAP

## Betongens bestanddeler

Betong består av en rekke delmaterialer: Sand, stein, vann, sement, tilsetningsmaterialer og eventuelle tilsetningsstoffer. Sand og stein har fellesbetegnelsen tilslag. Tilslaget består av stein (singel, pukk), sand eller fingrus (kornstørrelse mindre enn 4 mm), fillersand (kornstørrelse mindre enn 0,125 mm) og maskinsand (sluttprodukt i pukkproduksjon) (kornstørrelse mindre enn 4 mm). Tilslagstypen velges basert på betongens bruksområde, både i våt og herdet tilstand. Tilslagets korngradering bestemmes ved sikteanalyse ved bruk av en siktesats. Korngraderingen uttrykkes ved en finhetsmodul og ved en siktekurve. Vannet som skal brukes til fremstilling av mørtel må være rent. Det må ikke være forurenset av humussyre, salter eller olje. Det finnes flere typer sement, som har nokså forskjellige egenskaper. Tilsetningsmaterialene er silika eller flyveaske. Tilsetningsstoffer er stoffer som tilsettes i små mengder som blant annet påvirker støpelighet og det ferdige produktet. De krav som i dag stilles til betongens egenskaper hadde ikke vært mulig uten tilsetningsstoffer.

De viktigste tilsetningsstoffene som brukes i betong er:

- Plastiserende/vannreducerende (P)
- Superplastiserende (SP)
- Størkningsaksellererende
- Herdningsaksellererende
- Størkningsretarderende
- Luftinnførende

Antifroststoff, antiutvaskingsstoff, svinnreducerende og injeksjonsstoffer. SP-stoffene har vanligvis bedre plastifiserende evner og mindre retarderende effekt enn P-stoffene.



*1 65% av norske næringsbygg og nesten 30% av norske boligbygg føres opp med betongelementer, likevel er ikke betongelementfabrikkene ansvarlig for mer enn 12-15% av det totale sementforbruket. Et hulldekke består av 50% hull.*

## Herdeprosessen

Herdeprosessen kalles hydratisering, som er en kjemisk reaksjon mellom sement og vann. Hydratiseringen starter umiddelbart og den utvikler varme. Prosessen gjør at betongen mister slump (blir stivere), utvikler styrke (fasthet), og stopper opp når vannet er oppbrukt. Det er primært for å forhindre plastisk svinn at man bruker herdemembran eller vanner betongen under herdeprosessen.

## Konsistens/støpelighet

Konsistens er et mål på hvordan betongen lar seg håndtere under transport og bearbeide under støpningen. Konsistensen påvirkes av valget av delmaterialer og sammensetninger av dem. Den vannmengden som trengs for å gi betongen en bestemt støpbarhet eller konsistens kalles betongens vannbehov. Vannbehovet bestemmer også sementmengden fordi nødvendig trykkfasthet eller miljøbetingelser krever et bestemt masseforhold (forholdet mellom vann og sement). Vannbehovet er derfor også et mål på lønnsomheten. Betong som krever mye vann krever mye sement. Finkornet tilslag gir økt vannbehov og økt volum av sementlim. Det er velkjent at mer vann gir bløtere konsistens, men om betongen skal opprettholde samme fasthet, må altså sementmengden økes når vannmengden økes (masseforholdet er konstant). Plastiserende og superplastiserende tilsetningsstoffer har gjort det enklere å forandre betongkonsistensen. Masseforholdet er effektivt vanninnhold dividert på sementmengde i fersk betong, også kalt v-c tall. I Norge brukes betegnelsen masseforhold for å ha mulighet for også å kunne ta hensyn til tilsetningsstoffer.

Formelen ser slik ut:  $m = \text{vann/sement} + k \text{ tilsetningsmateriale (pozzolaner)}$

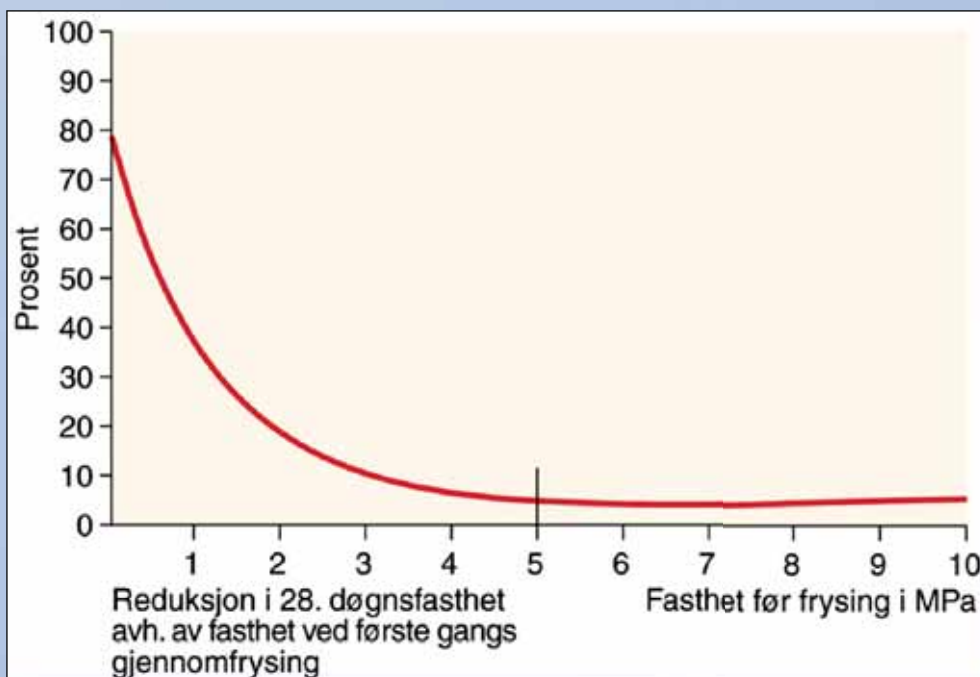
Der k er avhengig av hvilket tilsetningsmaterial som anvendes. Et høyt masseforhold gir lav fasthet og et lavt masseforhold gir høy fasthet. Vannreducerende tilsetningsstoffer gir en bløtere konsistens ved samme masseforhold, slik at fastheten blir opprettholdt. Ved hjelp av vannreducerende tilsetningsstoffer opprettholdes konsistensen med mindre vann, og dermed er det også behov for mindre sement.



*Norsk sementproduksjon er blant Europas mest miljøvennlige. For å produsere sement trengs det mye energi, en del av energien lages av avfall. Likevel er sement den mest foruensende delen av betong.*

## Effekten av frost på fersk betong

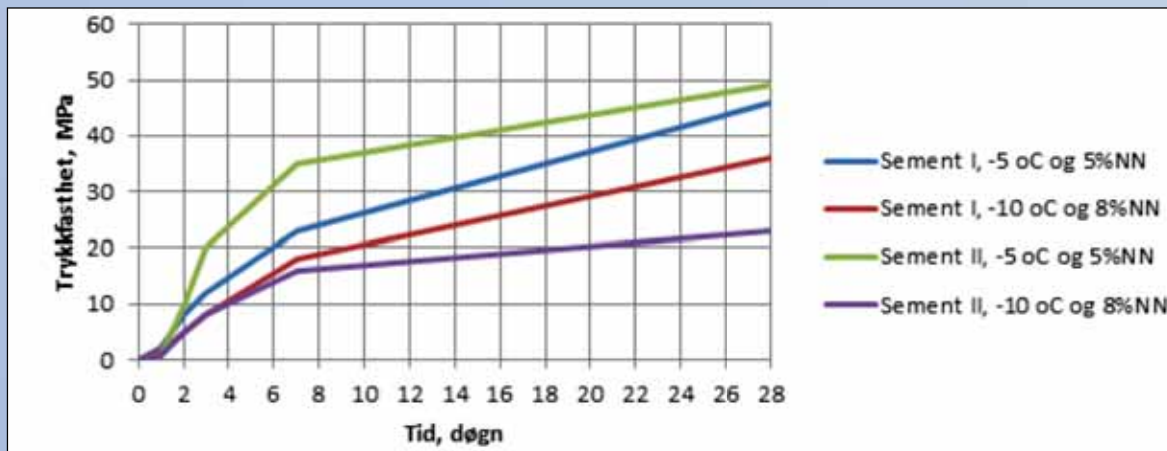
Umiddelbart etter utstøpingen vil opptil 80 % av betongens vanninnhold foreligge som fritt vann. Dersom temperaturen faller under frysepunktet vil dette medføre dannelser av store mengder is i betongen. Denne isdannelsen vil påvirke porestrukturen slik at den blir åpnere. Fasthetstap på 30–40 % er registrert på betong som har vært utsatt for frostpåkjenning i tidlig alder. Tapet i bestandighet er trolig enda større. NS 13670 krever derfor at temperaturen i betongen ikke i noe punkt faller under 0 °C før det er oppnådd en minimum fasthet på 5 MPa.



Sikker og hensiktsmessig støpning av betong under vinterforhold stiller strenge krav til planlegging, utførelse og etterbehandling. Vann som fryser til is utvider seg ca. 10 %. Vannet utgjør ca. 20 % av betongens volum, det vil si at betong som fryser utvider seg med 2%. Dersom fersk betong fryser, blir blandedvannet til is og kan ikke lenger reagere med sementen. Det betyr at hydratiseringen ikke kommer i gang. Når slik betong tiner opp, vil hydratiseringen starte igjen, men betongen blir som regel porøs og får dårlig bestandighet og nedsatt fasthet. Betong må altså aldri fryse i fersk tilstand. Betongen er frostsikker når den har fått så høy fasthet at den tåler å fryse uten å ta varig skade, derfor må man sørge for at betongen ikke fryser før den tåler det. Dersom betongen ikke har oppnådd 5 MPa før første frysing får den varig skade i form av fasthetstap, som vist i figuren over. Betongens egen varmeutvikling styrer herdingsforløpet. Reaksjonen mellom sement og vann er sterkt temperaturavhengig og reaksjonstiden øker når temperaturen stiger. Reaksjonshastigheten halveres når temperaturen synker fra 20 °C til 10 °C. Temperaturen har også sterk innvirkning på betongens fasthetsutvikling, særlig i tidlig alder. Betong med lav sluttfasthet (høyt masseforhold) er mye mer ømfintlig for lave herdetemperaturer. Støpearbeider i forbindelse med montasje er oftest svært små mengder, som i fuger eller knutepunkter. Det hjelper altså lite om det kommer en varm dag, dersom omgivende betong (f.eks. hulldekker eller fundament) er sterkt nedkjølt. Ved større volumer er ikke den ferske betongen like ømfintlig, man må likevel ha god kontroll på fasthetsutviklingen frem til betongen blir utsatt for frysing.

## Fugebetong til bruk under lave temperaturer

Betongen som skal benyttes må ha dokumentert fasthetsutvikling i de temperaturer som den er tenkt benyttet i. Relevante temperaturer er ned til -15 °C. Fornuftige nivå i dokumentasjonen kan være som vist i figuren under.



Dersom betongelementene har høy temperatur ved støpetidspunktet (se støpematrise) kan det benyttes betong uten frysepunktnedsettende middel såfremt temperaturen i luft forventes å bli høy (se støpematrise) inntil betongen har oppnådd tilstrekkelig fasthet før den fryser, som er 5 MPa. Dersom betongelementet er kaldt vil betongen raskt få lav temperatur og sen fasthetsutvikling og risikoen for frysing i betong er tilstede.

Betongen kan være i kvalitetene B30 M60, og B35 M40. Hver enkelt blanding som er tenkt benyttet må ha forhåndsdokumentasjon på fasthetsutvikling ved de temperaturene som betongen er tenkt benyttet ved. Eller så må sammensetningen være slik at den gir større sikkerhet, f.eks. ved økt sementmengde. Det anbefales å benytte B35 M40 da denne sammensetningen har vist generelt raskest fasthetsutvikling ved både ulike temperaturer og tilsetning av frysepunktnedsettende middel.

Anbefalte standardresepter for fugebetong (detaljer i støpematrise)

1) B30 M60

2) B35 M40

B35 M40 har også andre positive egenskaper med tanke på fukt, den vil i et fuktregnskap ikke avgi byggfukt på grunn av dens selvuttørkende egenskaper. Dette kan variere noe avhengig av bindemiddelkombinasjonen og må også være dokumentert.

Det har ingen hensikt å benytte betong med «høy» temperatur når det er kuldegrader i hulldekkene fordi betongen raskt får samme temperatur som hulldekkene. I store volumer er ikke risikoen for rask frysing like høy.

Alle resepter og tiltak for å sikre fasthetsutviklingen må inkludere robusthet til å takle uforutsette temperaturfall o.a. Det skal foreligge testresultater fra kuldekammer for den angitte betong-sammensetningen.



*Når man bygger med betongelementer utnyttes betongens trykkapasitet optimalt, derfor kan man redusere betongforbruket samtidig med at man utnytter betongens gode egenskaper. Illustrasjonsbilde: Sandnes Sparebank, Forus.*

## Rådgivende matrise for valg av betong m/tilsetningsstoffer og herdetiltak avhengig av krav til betongens fasthetsutvikling.

Støping byggeplass - matrise for valg av betong m/tilsetninger og herdetiltak avhengig av krav til betongens fasthetsutvikling.						
Temperaturklasser kl. 07.00 på støpedagen.						
Konstruksjonsdel:	> +20 C	+20 til +5 C	+5 til 0 C april - november	+5 til 0 C november - april	0 til -10 C	< -10 til -15 C
<b>Knutepunkt med last</b> som er midlertidig ivaretatt med staging/stempling i montasjefasen før betong er hardet tilstrekkelig, og som får krefter påført etter fjerning av staging/stempling. Antall/type stag/støtter, samt tidligste tidspunkt for fjerning av disse, skal stå i produksjonsunderlaget.	B	B	D	F	G	I
<b>Fuger (langsgående og tversgående) og knutepunkter</b> som overfører skivekrefter fra vind/skjevstilling/jordskjelv/annet tidligst 14 dager etter støp, og som ikke har krav til mer enn 5MPa betongfasthet for å montere neste etasje. (Andre fuger behandles som knutepunkter som opptar laster i montasjefasen)	A (B for knutepkt)	A	C	E	E	H

## Generell føring for justering av temperaturklassen i matrisen for valg av betong m/tilsetningsstoffer

<b>Temperaturklassene justeres som følger:</b>	En temperaturklasse høyere snitt-temp enn kl. 07.00 støpedag for foregående 24 timers periode / prognose etter neste 72 timer) kan det velges en temperaturklasse høyere i matrise. (Hovedregel 8 C mellom dag og natt)	En temperaturklasse lavere snitt-temp enn kl. 07.00 støpedag for foregående 24 timers periode / prognose etter neste 72 timer) må det velges en temperaturklasse lavere i matrise.
--	---	--

**Matrisen må testes/justeres/dokumenteres FORTLØPENDE** for videre utvikling av referanseresepter og fasthetsutvikling av disse på basis av temperatur og tiltak. Resultatene må alltid dokumenteres i sjekkliste underlagt kontrollskjema.

Versjon 5.2.14 O.G.



## Forklaring på farge-/bokstavkode i matrisen for valg av betong m tilsetningsstoffer.

Forklaring på farge-/bokstavkode i matrisen:							
Farge / Bokstavkode	Betongtype - fasthetsklasse / slump / Oppvarmet / kald. Husk: aldri anleggssement fra klasse D og lavere temp. !! Kan evt. blande 80% anlegg- + 20% industrisement + 1% akselerator	% tilsetning av Natriumnitrat i forhold til sementvekt, for eksempel Rescon Antifreeze N / Sika Antifreeze S og lignende (=pulver; hvis det benyttes flytende er % høyere)	Tildekking vintermatte/ Cellegummimatte i 48 timer etter støp.	Forhånds- og etterfyring med tinematte (eller tilsvarende) i min. 72 timer før og etter støp som dekker 30 % av arealet. Alltid vintermatte/ cellegummimatte rett etter flytting av tinematte og i samme antall timer.	Membranherder / vanning (sommer) etter støp / avbinding	Annet	
A	B30 M60 slump 20, Std (FA), D-max 8 - "kald"	0 %	Nei, ikke nødvendig	Nei, ikke nødvendig	Ja	Rene fuger	
B	B30 M60 slump 20, Std FA, D-max 8 - "kald"	0 %	Nei, ikke nødvendig	Nei, ikke nødvendig	Ja	Rene fuger - forvarme	
C	B35 M40 slump 20, Std FA, D-max 8 - "kald"	2 %	Nei, ikke nødvendig	Nei, ikke nødvendig	Ja	Rene fuger	
D	B35 M40 slump 20, Std FA, D-max 8 - "kald"	2 %	Nei, ikke nødvendig	Nei, ikke nødvendig	Ja	Rene fuger	
E	B35 M40, slump 20 (helst SKB), Std FA, D-max 8 - "varm maks 20"	5 % ( kan red. til 3 % ved +5 til 0 °C )	Nei, ikke nødvendig	Nei, ikke nødvendig	Ja	Rene fuger	
F	B35 M40, slump 20 (helst SKB), Std FA, D-max 8 - "varm maks 20"	3 %	Nei, ikke nødvendig	Nei, ikke nødvendig	Ja	Rene fuger	
G	B35 M40 slump 20 (helst SKB), Std Fa, D-max 8 - "varm 20"	5 %	Ja	Nei, ikke nødvendig	Ja	Rene fuger	
H	B35 M40 slump 20 (helst SKB), Industri/Std Fa blandet evt. Std Fa + 2% akselerator, D-max 8 - "varm 20"	7 %	Ja	Nei, ikke nødvendig	Ja	Rene fuger - forvarme med propan	
I	B35 M40 slump 20 (helst SKB), Industri/Std Fa blandet evt. Std Fa + 2% akselerator, D-max 8 - "varm 20"	7 %	Nei, men Forhånds- / etterfyring – se høyre kolonne.	Ja	Ja	Rene fuger - forvarme med propan	



Langtidsvarsel							
I morgen 29.01.2014	Torsdag 30.01.2014	Fredag 31.01.2014	Lørdag 01.02.2014	Søndag 02.02.2014	Mandag 03.02.2014	Tirsdag 04.02.2014	Onsdag 05.02.2014
-3°	-4°	-3°	-1°	2°	2°	0°	0°
Skyet. Lett bris, 5 m/s fra øst-nordøst. 0,3 mm nedbør.	Sne. Lett bris, 4 m/s fra øst-nordøst. 1,6 mm nedbør.	Sne. Svak vind, 2 m/s fra øst-nordøst. 0,8 mm nedbør.	Sne. Svak vind, 2 m/s fra øst. 0,7 mm nedbør.	Sludd. Svak vind, 2 m/s fra øst. 0,8 mm nedbør.	Skyet. Flau vind, 1 m/s fra sør-sørøst. 0,1 mm nedbør.	Skyet. Flau vind, 2 m/s fra nord-nordøst. 0,2 mm nedbør.	Sne. Svak vind, 2 m/s fra øst-sørøst. 0,9 mm nedbør.

Forventet temperaturutvikling påfølgende uke.

Det skal bestilles betong etter laveste temperatur de nærmeste 3 døgn, dersom elementene er kalde (underkjølte sammenlignet med lufttemperaturen) når man planlegger utstøpingen må dette tas hensyn til dette ved bestilling av betong. Du skal alltid gå ut fra de mest ugunstige faktorene når du planlegger arbeidene. Betongen som skal benyttes kan enten være tilsatt frysepunktnedsettende stoffer fra betongprodusenten, eller det kan tilsettes på byggeplassen.

## MOTTAKSKONTROLL PÅ BYGGEPLASS

### Mottakskontroll for betongelementer

Når følgeseddel kvitteres og elementene losses på byggeplass overtar montasjefirmaet ansvaret for elementet. Eventuelle skader eller mangler som oppdages må registreres på følgeseddelen og i dagboken, dersom skadene har konstruktiv betydning skal konstruksjonsavdelingen/RIB som har prosjekteringsansvaret kontaktes. Betongelementer med strukturelle skader skal ikke brukes uten at det er avklart med prosjekteringsansvarlig, denne avklaringen skal foregå på en måte som er dokumenterbar i ettertid.

### Mottakskontroll for fuge-, gysebetong

Mottakskontroll av betong skal gjennomføres av utførende ved alt støpearbeid i samsvar med NS-EN 13670.

All betong som leveres på byggeplass skal kontrolleres, hensikten med mottakskontrollen er å:

- Kontrollere at betongen er levert på rett byggeplass
- Kontrollere at det er riktig betongkvalitet som leveres
- Kontrollere at konsistens og støpelighet er som bestilt.

Graden av kontroll bestemmes av hvilken utførelsesklasse konstruksjonen er definert i. I utførelsesklasse 1 og 2 skal følgeseddelen kontrolleres før lossing, mens det i utførelsesklasse 3 i tillegg er krav til materialkontroll.

I tillegg til de vanlige kravene i NS-EN 13670 må det, hvis frysepunktnedsettende stoff skal tilsettes på byggeplassen, dokumenteres ved å skrive ned tilsatt mengde på følgeseddelen, dateres og signeres. Dersom resepten inneholder frysepunktnedsettende stoffer må betongen testes og dokumenteres av ferdigbetongprodusenten med +20 °C referansetemp, samt 0, -5, -10 og helst også -15 grader celsius), og/ eller at dette er samordnet av betongleverandørene sentralt.

### **Tilsetning i betongen på byggeplass**

Dersom betongleverandøren skal dokumentere betongen etter NS-EN 206-1 er det betongleverandøren som må godkjenne hva som kan gjøres med betongen før den går ut av automixer / skifter eier. Derfor må rammene for hva montasjeentreprenøren kan tilsettes avtales med betongleverandøren på forhånd, betongens ytelse skal dokumenteres selv om tilsetningsstoffene tilsettes ved mottak av betongen. Dersom betongleverandørens samsvarserklæring skal gjelde etter tilsetning må dette avtales utvetydig med betongleverandør. Frysepunktnedsettende stoffer som tilsettes på byggeplass bør være i pulverform, og må godkjennes av ferdigbetongleverandør og må påføres følgeseddel og dokumentasjon (ytelseserklæring)

## **MONTASJEARBEIDER**

Vinterarbeider defineres som arbeider ved temperaturer  $< + 5 \text{ }^\circ\text{C}$  .

### **Krav til byggeplassen og avlastingssted**

Adkomstveier og oppstillingsplasser må tilfredsstillende til sikker og god fremkommelighet for transport og trygge oppstillingsplasser for montasjearbeidene, dette innebærer at avlastingsområdet skal være; <sup>7</sup>

1. Plant, stigning på interne veier kan maksimalt være 1:10
2. Brøytet og strødd.
3. Grunnens bæreevne skal være kjent, også om det oppstår mildvær slik at telen forsvinner/ svekkes.

Mellomlagringsplass for elementer må også ha sikker grunn, med samme bæreevne som veiene. Elementstabler, bukker for veggelementer og paller må lagres på sikker grunn slik at man unngår at elementer/elementstabler velter når eksempelvis telen forsvinner.

## Håndtering og lagring av betongelementer på byggeplass

Håndtering, lagring og beskyttelse av betongelementene skal utføres i samsvar med produksjonsunderlaget. Lagringsanvisningen skal angi lagringsposisjon, opplagringspunkter, stabelhøyde og andre tiltak som bidrar til å sikre lageret. Betongelementene skal beskyttes mot snø og is, is og snø skal i alle tilfelle fjernes før betongelementene posisjoneres i bygget. Det er viktig å påse at hvert enkelt betongelement er merket med produktidentifikasjon, og posisjonsdata dersom produksjonsunderlaget krever dette.

## Generelt om montasjeprosessen

Før betongelementene leveres på byggeplass skal det foreligge en montasjeanvisning, denne angir krav til montasje og justering av betongelementene. Om vinteren er det særlig to forhold som er viktige; (1) Temperatur og (2) nedbør. Det er og viktig å ha kontroll på værprognosene noen dager frem, slik at man kan planlegge eventuelle tiltak som sikrer kvaliteten ved montasje. Stag- og stemplingsplan må være utarbeidet og inneholde klar instruks for minimum betongfasthet før stag/støtter/stempling kan demonteres.

## Arbeidsrekkefølge ved lave temperaturer

Fasthetsutviklingen i ovennevnte fuger og knutepunkter må sikres på en slik måte at betongen/mørtelen/finsatsen faktisk har kapasiteten produksjonsunderlaget forutsetter. Fugene og knutepunktene som ikke overfører krefter kan prioriteres lavere i støperekkefølgen, på den måten kan man utnytte den tempererte betongen maksimalt.

Under lave temperaturer skal man som hovedregel prioritere utstøping i denne rekkefølgen;

1. Knutepunkter som utsettes for moment/torsjon.
2. Skjærfuger.
3. Volumer som ikke overfører krefter.

## Arbeidsbeskrivelser

Arbeidsbeskrivelser som viser rekkefølgen i arbeidene skal være tilgjengelig på byggeplass, montasjearbeider skal ikke igangsettes før montasjebeskrivelse og arbeidsbeskrivelse er på plass. Fugene og knutepunktene er kritiske deler av den totale konstruksjonen, de skal bidra til å overføre krefter mellom de forskjellige konstruksjonsdelene under montasjen og når konstruksjonen er ferdig.

Dersom produksjonsunderlaget angir annen rekkefølge skal denne følges. Betongens minimum trykkfasthet skal fremgå av produksjonsunderlaget, det skal og fremgå av produksjonsunderlaget hvilke minimum trykkfasthet knutepunktene må ha før videre progresjon. I mange tilfeller utnyttes kun en del av kapasiteten i fugene og knutepunktene, se mer om dette i Betongelementboken på [www.betongelement.no](http://www.betongelement.no). Etter rivning av (eventuell) forskaling skal alle overflater kontrolleres i henhold til utførelsesklassen for vurdering av samsvar med kravene<sup>7</sup>

## Staging og stempling

Stempling for midlertidig torsjon må stå 100% intakt inntil det er påført last på motsatt side av oppleggsbjelke, uavhengig av betongfasthet. Stage-/stemplingsplanene må synkroniseres både mot ferdigbetongleverandørens fasthets-/temperaturutviklingskurver for reseptene (se senere i veilederen), og nødvendig fasthet før demontering av stag/stempling fra de prosjekterende, i tillegg til temperaturlogg daglig på [www.yr.no](http://www.yr.no) + avlest temperatur på byggeplass.

Betongen som leveres på byggeplass skal gjennomgå mottakskontroll<sup>8</sup>. All betong som brukes i montasjeprosessen skal være fremstilt etter kravene i NS-EN 206-1. Basert på dette, produksjonsunderlaget og fasthetsutviklingskurven for det relevante temperaturintervallet kan man bestemme minimumstid for midlertidig understøtting<sup>9</sup>.

# UTSTØPING OG FUGING UNDER LAVE TEMPERATURER

## Avvik fra NS-EN 13670s temperaturrense

NS 13670 krever at temperaturen i betongen ikke i noe punkt faller under 0 °C før det er oppnådd en minimum fasthet på 5 MPa, selv om man bruker frysepunktnedsettende stoffer avviker man altså fra standardens krav når temperaturen faller under 0 °C før betongens fasthet er 5 MPa. Oppdragsgiver må derfor få melding om avviket, og hvilke tiltak som er iverksatt for å ivareta betongens fasthetsutvikling.

## Utstøping og herdetiltak

Knutepunkt og fuger skal være fri for is, snø og løse partikler. Det er ingen hensikt å prøve å forvarme betongelementene men kun fjerne is og snø. Armeringen skal monteres som vist på tegning og plasseringen dokumenteres. Anbefalt konsistens på betongen er > synk 22 cm og betongen komprimeres ved stamping. Herdetiltak ved utstøping i minusgrader, med betong med frysepunktnedsettende stoff bør være herdemembran eller plastfolie. Hensikten er kun å hindre avdamping av vann. Mangelfulle herdetiltak vil gi en porøs overflate.

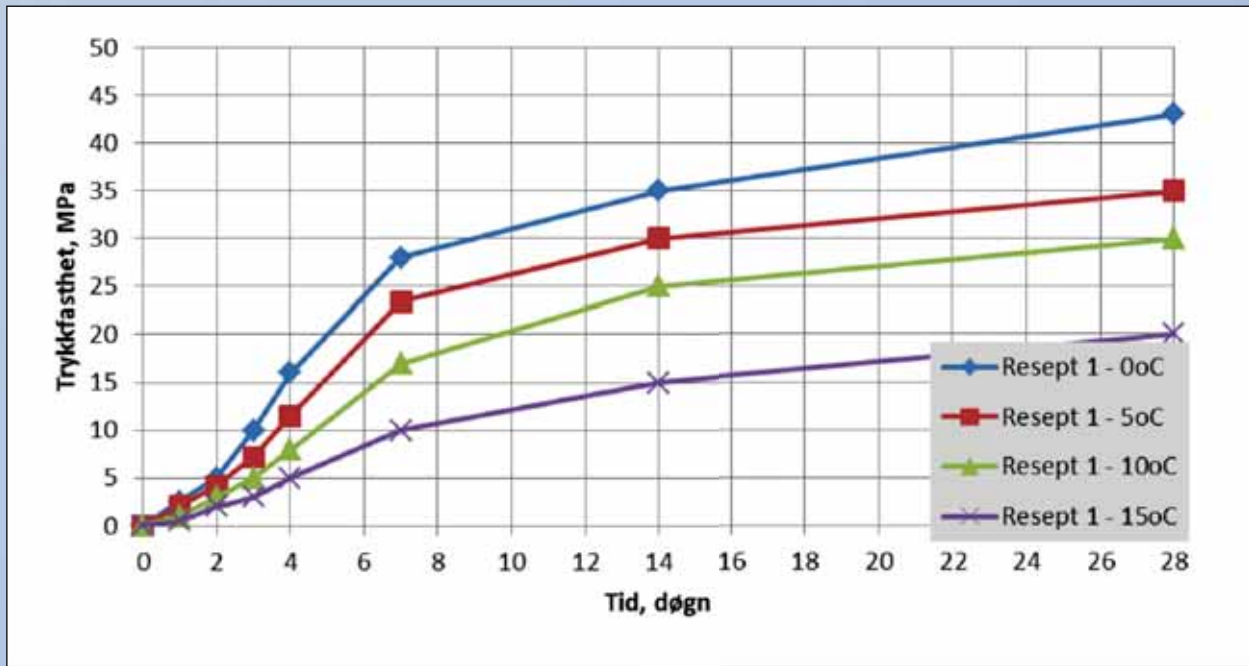
Det er ingen hensikt med tildekking og isolering av fuger for å ta vare på eventuell varme i betongen. Volumet er for lite til at denne varmeutviklingen har effekt. Ved utstøping av knutepunkt kan isolering med f.eks. vintermatter ha en effekt når det er varmt, > + 2 °C. Jo lavere temperatur jo mindre effekt er det av isoleringen. Det er så liten effekt av isolering når lufttemperaturen er < + 2 °C at det ikke gir ekstra trygghet.

## Bruk av frysepunktnedsettende tilsetningsstoffer

Bruk av varm/temperert betong i knutepunkt og fuger forhindrer ikke frysing. En kald betongelementoverflate får et lite betongvolum til å fryse raskt. Det må benyttes betong tilsatt frysepunktnedsettende midler eller sørge for tilstrekkelig oppvarming og beskyttelse av fuger og knutepunkter. Frysepunktnedsettende midler senker frysepunktet for vann og forhindrer at is kan dannes og skade betongen.

Betong tilsatt frysepunktnedsettende midler kan ofte brukes ned mot -15°C (se deklarasjon og bruks-egenskaper fra leverandør). Betong med frysepunktnedsettende midler vil ha en viss fasthetsutvikling selv om det er minusgrader i selve betongen.

Figuren nedenfor viser eksempel på en betongresept tilsatt ulike mengder frysepunktnedsettende middel, lagret ved ulike temperaturer og trykktestet.



Eksempel på fasthetsutvikling på betong tilsatt frysepunktnedsettende middel.

## Sementbasert lim

Ved montasje i vinterhalvåret er det viktig å ta hensyn til temperatur ved valg av understøpmasse. Sementbasert lim må være av en frostfri variant med dokumenterte og klart definerte egenskaper for de spesifikke arbeidene som skal utføres. Dette er svært viktig siden det normalt er svært små volum som skal utstøpes, dermed er ikke hydratiseringsvarmen nok til å forhindre frysing av mørtelen.

## Innstøping av bolter og armering

Den største utfordringen ved innstøping av bolter og innstøping av utstikkende armering på søyler er å begrense svinnet i støpemassen. Sementbaserte mørtler er av ekspanderende (svinnkompenserte) typer. Det mest vanlige er å benytte ferdigblandede ekspanderende mørtler i sekk hvor det tilsettes vann ved bruk på byggeplassen. Borehull og bolter må rengjøres før støpingen. Hullet skal fuktes, men det skal ikke være fritt vann der. Det er særlig viktig å påse at det ikke finnes ispropper eller ishinne i hullet. For å sikre god herding kan vi tilføre fuktighet eller påføre en herdemembran. Ved bruk av spesialmørtler skal bruksanvisningen følges. Mørtelen må støpes ut slik at det ikke oppstår luftlommer i massen. Ved lave temperaturer er det viktig å sikre at omgivelsene ikke er underkjølt før mørtelen har oppnådd tilstrekkelig fasthet, se dokumentasjon fra mørtelleverandøren for fasthetsutvikling under de gjeldene temperaturforholdene.

## Understøp

En meget viktig del av montasjen er understøp av bærende konstruksjoner som søyler og vegger. Til dette arbeidet blir det stort sett kun brukt sementbaserte, ekspanderende mørtler. Ved understøp er det viktig at understøpmassen helles på plass fra én kant av søylen slik at massen sklir under og presser luften ut på andre siden. Hvis det fylles rundt hele søylen vil det bli en luftlomme på midten. Massen må også fylles til litt overhøyde for å sikre god utstøping. Der hvor understøpmassen får en fri flate, bør det legges på et steng for å unngå at overflaten blir grov. Under lave temperaturer er det viktig å påse at det ikke finnes is eller ishinne på flatene og/eller armeringsjern som det støpes mot, i tillegg skal man påse at omgivelsene ikke er underkjølt eller blir underkjølt før støpemassen har oppnådd tilstrekkelig fasthet.

## Utsøping av knutepunkt og fuger ved lave temperaturer

Betongens fasthetsutvikling synker vesentlig når temperaturen faller under +5 °C, den fryser når temperaturen faller under 0 °C. På grunn av den reduserte fasthetsutviklingen og usikkerhetene i forhold til temperatur/tid må man ha særlige rutiner som skal brukes når lufttemperaturen faller under +5 °C eller at temperaturen på betongelementene er under +5 °C når disse skal fuges.

Fasthetsutviklingen i fuger og knutepunkter må sikres på en slik måte at betongen/mørtelen/finsatsen faktisk har kapasiteten produksjonsunderlaget forutsetter. Fugene og knutepunktene som ikke overfører krefter kan prioriteres lavere i støperekkefølgen.



*Fugging av hulldekker. Illustrasjonsfoto: AF Gruppen.*



Dersom produksjonsunderlaget angir annen rekkefølge skal denne følges. Det skal klart fremgå av produksjonsunderlaget hvilken minimum trykkfasthet knutepunktene og fugene må ha før videre progresjon. I mange tilfeller utnyttes kun en del av kapasiteten i fugene og knutepunktene, se mer om dette i Betongelementboken på [www.betongelement.no](http://www.betongelement.no). Etter rivning av (eventuell) forskaling skal alle overflater kontrolleres i henhold til utførelsesklassen for vurdering av samsvar med kravene .

Fugene i et elementbygg skal ofte overføre store krefter, i tillegg skal materialet beskytte fugearmeringen mot korrosjon og sikre at konstruksjonen er tett. Fugemassen har svært lite volum i forhold til elementene, og blir derfor sterkt påvirket av omgivelsenes temperatur, den blir raskt avkjølt under lave temperaturer. Bruk av oppvarmet mørtel, hurtig herdende sement, tilsetningsstoffer og ytre varmetilførsel sikrer et godt resultat. Under lave temperaturer kan det være nødvendig å tilføre varme for at fugemørtelen ikke skal fryse før den har oppnådd tilstrekkelig tidligfasthet. Før utstøping skal fugen være rengjort for løse partikler som støv, betongrester, snø og is. Rengjøringen kan gjøres med trykkluft og kosting. Det er særlig viktig å påse at volumet under armeringen som krysser eller går på langs av dekkefuger er rengjort tilstrekkelig. Kontroller alltid armeringen før utstøping – ta gjerne bilder som dokumentasjon på armeringsplassering og rengjøring.



*Hulldekkene skal rengjøres før fugging.*

Dersom fugene er trange, kan det være en fordel først å fylle mørtel i fugene opp til armeringens nivå og deretter plassere armeringen riktig, for så å fylle opp resten. Når fugeutstøpingsarbeidet er ferdig, rengjøres dekket med skraping/ kosting på overside og kosting av fuger på underside. Etter montasje kontrolleres det at drenshull er åpne. Det bores nye drenshull i elementer som er skåret på langs, ved istøpte kanaler o.l. Ved lave temperaturer er det viktig å påse at mørtelen ikke fryser før den har oppnådd tilstrekkelig tidligfasthet.

## Overflatetiltak

De vanlige teknikkene for å sikre at en nystøpt betongoverflate ikke får for stor uttørking er:

1. Vanning.
2. Tildekking med plastfolie.
3. Påføring av membranherdner.

## Overflatetiltak

Under lave temperaturer er vanning ikke aktuelt, derfor er det kun tildekking med plastfolie eller membranherdner som er aktuelle. En god membranherdner danner en sammenhengende film når den er jevnt påført og gir delvis vannmetning nær overflaten. Videre gir den en beskyttelse mot uttørring i løpet av det første døgnet som kan sammenliknes med tildekking med plastfolie. Membranherdner må påføres umiddelbart (i løpet av noen få minutter) etter at overflaten er ferdig formet. En forsinket påføring, for eksempel etter en tidsforskjøvet ferdigglatting, gir redusert effekt. Det har liten effekt å sprøyte membranherdner på en ubeskyttet overflate som er mer enn ett døgn gammel.

## BRUK AV FRYSEPUNKTNEDSETTENDE TILSETNINGSSTOFFER

Bruk av varm/temperert betong alene forhindrer ikke alltid frysing, en kald betongelementoverflate får (særlig) en tynn fuge til å fryse raskt. Man må altså enten bruke betong tilsatt frysepunktnedsettende midler eller sørge for tilstrekkelig oppvarming og beskyttelse av fuger og knutepunkter. Betong skal under ingen omstendighet fryse før den har oppnådd 5 MPa.

Frysing kan hindres ved;

1. Tilstrekkelig oppvarming.
2. Å tilsette frysepunktnedsettende midler i betongen.

Frysepunktnedsettende midler senker frysepunktet for vann og forhindrer at is kan dannes og skade betongen. Betong tilsatt frysepunktnedsettende midler kan brukes under 0°C og kan hindre innfrysing helt ned mot -15°C (se dokumentasjon fra tilsetningsstoffleverandør) Disse betongene har en viss temperaturavhengig fasthetsutvikling, kravet til når tidligfasthet skal være oppnådd avgjør om man må iverksette tiltak ut over de frysepunktnedsettende tilsetningsstoffene. Kravet til tidligfasthet kan altså bety at man må iverksette andre tiltak allerede ved -5°C.

Ved lavere temperatur enn -10°C må man i alle tilfelle treffe særlige tiltak for å oppnå tilstrekkelig tidligfasthet. Dersom antifreeze tilsettes fra automikser på byggeplass, skal dette være pulver som kjøres 5 min i automikser, ferdigbetongleverandøren skal godkjenne dette og dokumentere tilsetningen på følgeseddel.

Regn med 500 kg sement/m<sup>3</sup> ved utregning av dosering av antifreeze pulver, dvs.;

- 2% antifreeze blir 10kg/m<sup>3</sup>
- 3% antifreeze blir 15kg/m<sup>3</sup>
- 5% antifreeze blir 25 kg/m<sup>3</sup>
- 7% antifreeze blir 35 kg/m<sup>3</sup>

## Rutiner ved lave temperaturer

Betongens fasthetsutvikling synker vesentlig når temperaturen faller under +5 °C, den fryser når temperaturen faller under 0 °C. På grunn av den reduserte fasthetsutviklingen og usikkerhetene i forhold til temperatur/tid må man ha særlige rutiner som skal brukes når lufttemperaturen faller under +5 °C eller at temperaturen på betongelementene er under +5 °C når disse skal fuges.

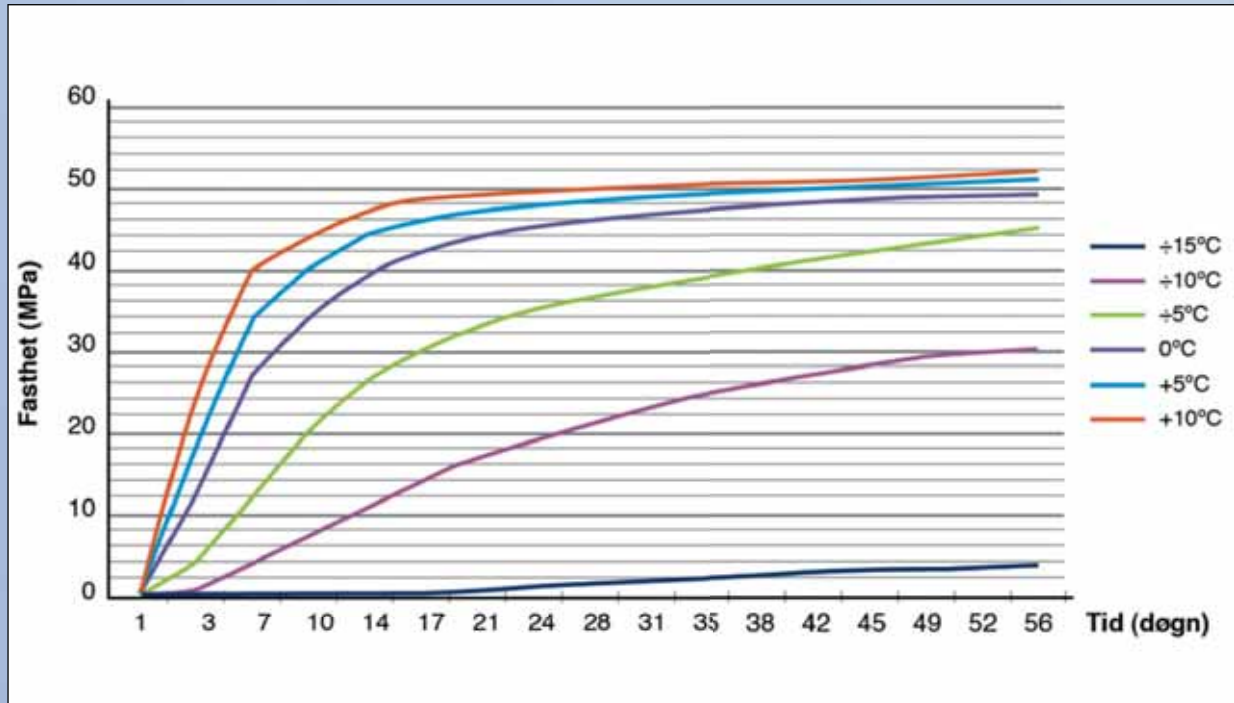
Avhengig av geografisk plassering varer vintersesongen (klimatologisk) mellom 0 og 6 måneder. I tillegg til lufttemperatur og temperatur i konstruksjonsdelene er det en rekke andre forhold som påvirker arbeidene som utføres, manglende fokus på disse kan bidra til å svekke kvaliteten på utførte arbeider.

Man skal ha særlig fokus på

- Loggføre lufttemperaturen på byggeplass.
- Prognostisere temperaturutviklingen for kritisk.
- Å holde fuger og knutepunkter rene for snø og is, all snø og is fjernes før fuging og utstøping.
- Fersk betong/finsats/mørtel skal beskyttes og isoleres slik at man kontrollerer temperaturen frem til betongen har oppnådd tilstrekkelig fasthet.
- Ved lave temperaturer skal betong/finsats/mørtel ha tilsatt frysepunktnedsettende TSS, uansett temperatur ved overtagelse vil betongen kjøles ned til omgivelsestemperaturen (i elementene) i løpet av kort tid. Det er kun ved utstøping av større volumer temperert betong vil ha betydning, generelt har betongtemperaturen ved leveranse liten eller ingen betydning.
- Fuger og knutepunkter skal overvåkes på en slik måte at man kan dokumentere temperatur/tid frem til betongen har oppnådd minimum fasthet. Minimum fasthet og fasthetsklasse er beskrevet i produksjonsunderlaget. Varigheten av hedetiltakene skal være tilpasset utviklingen av betongens egenskaper i overflatesjiktet.
- Treff tiltak for å hindre uttørking av overflaten, særlig ved fuging av HD

## Montasjefremdrift og fasthetsutvikling

Betongens fasthetsutvikling avhenger av temperaturen i luften og i konstruksjonen for øvrig. Kurvene for fasthetsutviklingen (figuren under) er for en generalisert resept og tjener derfor kun som en illustrasjon, den reelle fasthetsutviklingen for betongen/mørtelen/finsatsen man konkret bruker i montasjeprosessen.



Figur 5 Er en generalisert resept og tjener derfor kun som en illustrasjon, den reelle fasthetsutviklingen for betongen/mørtelen/finsatsen man konkret bruker i montasjeprosessen må dokumenteres av ferdigbetongleverandøren og/eller av leverandøren av tilsetningsstoffer.

Fasthetsutviklingen reduseres betydelig ved temperaturer under  $-10^{\circ}\text{C}$ . Under  $-15^{\circ}\text{C}$  stopper nærmest fasthetsutviklingen helt opp, i tillegg kan betongen miste en del av sin endelige trykkfasthet selv om den er tilsatt frysepunktnedsettende tilsetningsstoffer, særlig om den fryser før den har oppnådd 5 MPa. Betong som herder under lave temperaturer, og med store mengder frysepunktnedsettende tilsetningsstoffer mister en del av slutfastheten, dette er grunnen til at man (eksempelvis) går opp til B35 for vinterbetong der ytelseskravet er B25 eller B30 under sommerforhold. Kravet til slutfasthet i fuger og knute-punkter finnes i produksjonsunderlaget, betongens fasthetsutvikling dokumenteres av betongleverandøren.

På bakgrunn av denne velger man en egnet betong for montasjearbeidene samt vurderer tiltak som:

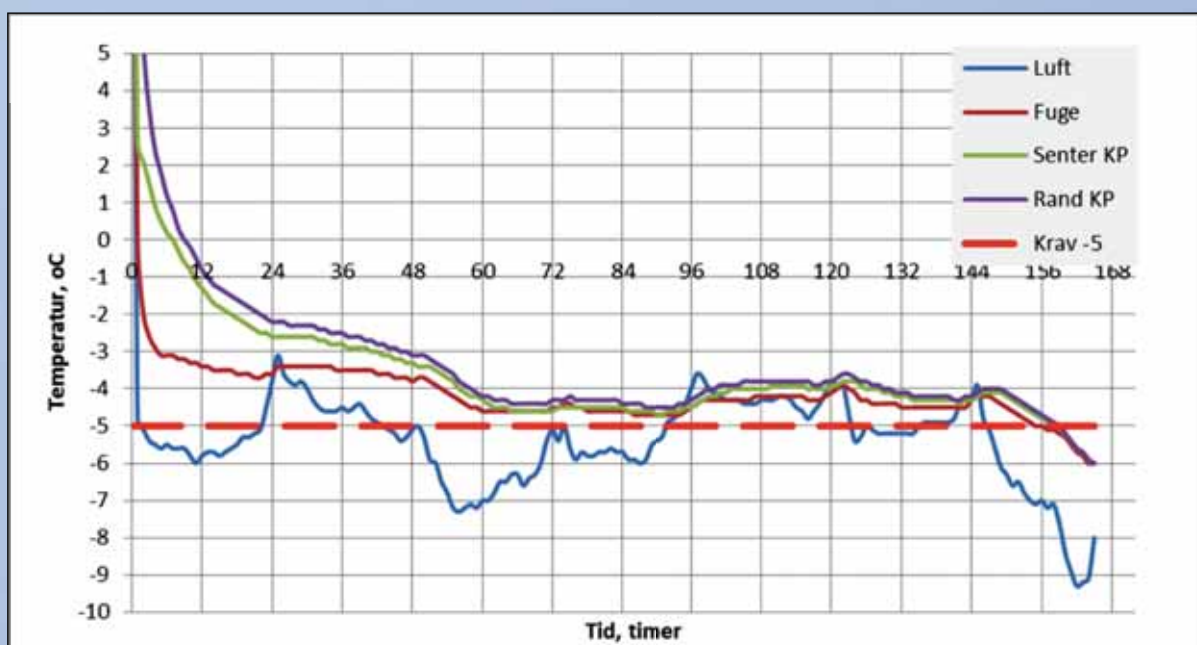
1. Lokal oppvarming.
2. Bruk av frysepunktnedsettende stoffer.
3. En kombinasjon av 1 og 2.

For å hindrer innfrysning i fersk tilstand og rask fasthetsutvikling kan dette styres ved;

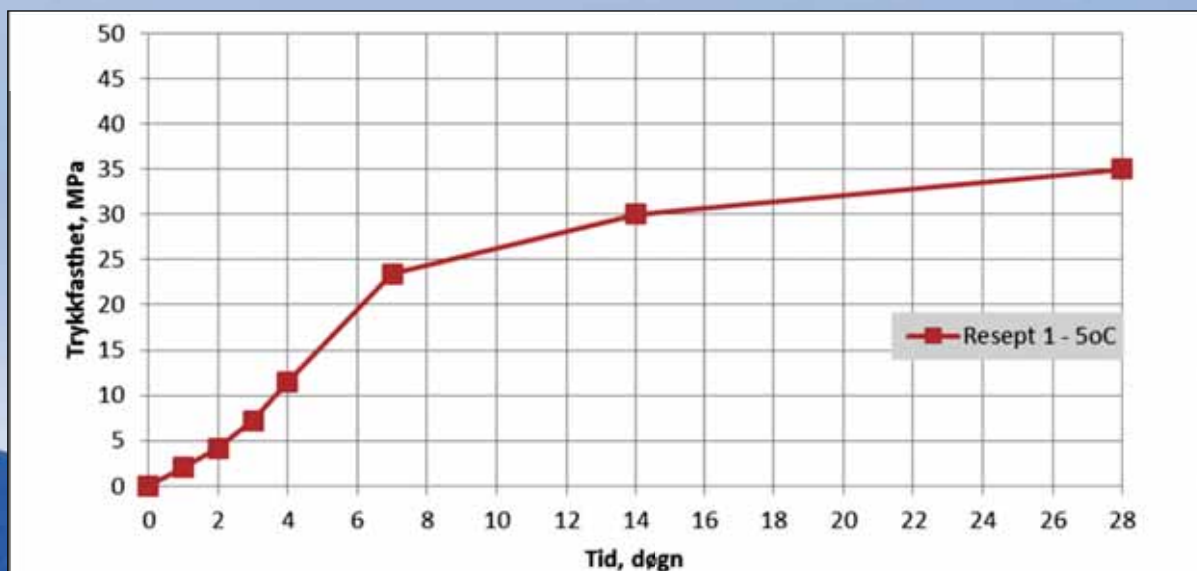
1. Valg av sementtype.
2. Bruk av akseleratorer.
3. Betongens masseforhold.

## Dokumentasjon av fasthetsutvikling

En god dokumentasjon på fasthetsutviklingen i fugen vil være å registrere opptredende temperatur i knutepunkt og fuger. Når temperaturen i knutepunkt og fuger er høyere enn temperaturen betongen er testet ved vil fasthetsutviklingen være minimum det som er dokumentert hos betongprodusenten. Figuren nedenfor viser målt temperatur i knutepunkt, fuge og luft der det er benyttet betong egnet ned til  $-5^{\circ}\text{C}$ . Figuren viser at fasthetsutviklingen på dokumentert fugebetong ved  $-5^{\circ}\text{C}$  kan benyttes.



Målte temperaturer i fuge, knutepunkt og luft.



Målt fasthetsutvikling i "fugebetong  $-5^{\circ}\text{C}$  ".

## Modenhetsutviklingsprogrammer

Modenhetsutviklingsprogrammer (dataprogrammer som beregner fasthetsutviklingen, eksempelvis CONREG) må brukes med stor forsiktighet, risikoen for feil er særlig til stede når temperaturen ikke måles på ugunstigste sted i tverrsnittet. Ugunstigste sted er vanligvis der det støpes ut små volumer mot en stor flate som avkjøler den ferske betongen raskere enn et stort og mer innesluttet volum. Merk at CONREG kan brukes i minusgrader, men ikke med betong tilsatt natriumnitrat.

## Test i kuldekammer

Det er allment akseptert at det sikreste er å forhåndsteste/funksjonsteste betongsammenstningen med gitte temperaturparameterne. Dette løses ved at betongleverandøren gjennomfører test i kuldekammer for den angitte betongsammensetning, testen og dokumentasjonen må ikke være utført med lokalt benyttet tilslag. På byggeplass/anleggsplass kontrollerer og dokumenterer man at temperatur ved utstøping og utherdning er innenfor de gitte grensene fra testen i kuldekammer.

## Test med trykkterning

Trykkteste terning er ikke relevant da det kan være ulik temperatur i terning og konstruksjon.

## Test med prellhammer

Prellhammer er ikke egnet på lave fastheter, under 10 mMPa.



*Prellhammer PCE-HT-225A (Schmidt hammer), brukes til mekanisk test av betongfasthet*

# SCENARIOER OG OMFANG FOR DOKUMENTASJON PÅ BYGGE/ANLEGGSPASS

## Generelt

Temperatur skal loggføres daglig 1 døgn tilbake i tid, samt prognose 3 døgn framover i tid, [www.yr.no](http://www.yr.no) er vanligvis en tilstrekkelig kunnskapskilde. Lokal topografi kan imidlertid bidra til at temperaturen avviker fra [www.yr.no](http://www.yr.no). I tillegg skal temperatur kl.07.00 på byggeplassen logges og dokumenteres i dagbok, videre skal det støpes inn temperaturfølere i dekkene og benytte Testo el.tilsv. iht kontrollplanen for montasje-jobben når man nærmer seg temperaturgrenser i støpematriksen (side 10-12). Alternativt anbefales man å benytte en temperaturklasse kaldere fra matriksen.

### Kontrollscope I/dokumentasjon I

1. Dokumentasjon av døgntemperatur på byggeplass, enten ved egen måling eller ved bruk av data fra [www.yr.no](http://www.yr.no). Her er det viktig å prognostisere temperaturen fremover i tid, samtidig må man ta hensyn til underkjølte konstruksjonsdeler som følge av forutgående periode med lav temperatur.
2. Mottakskontroll og kontroll av dokumentasjonen på fugebetongen.
3. Menbranherder påføres etter utstøping av fuger/volumer.
4. Kontinuerlig logging av temperatur/tid på ugunstigste sted etter utstøping frem til dokumentert minimum fasthet er oppnådd.

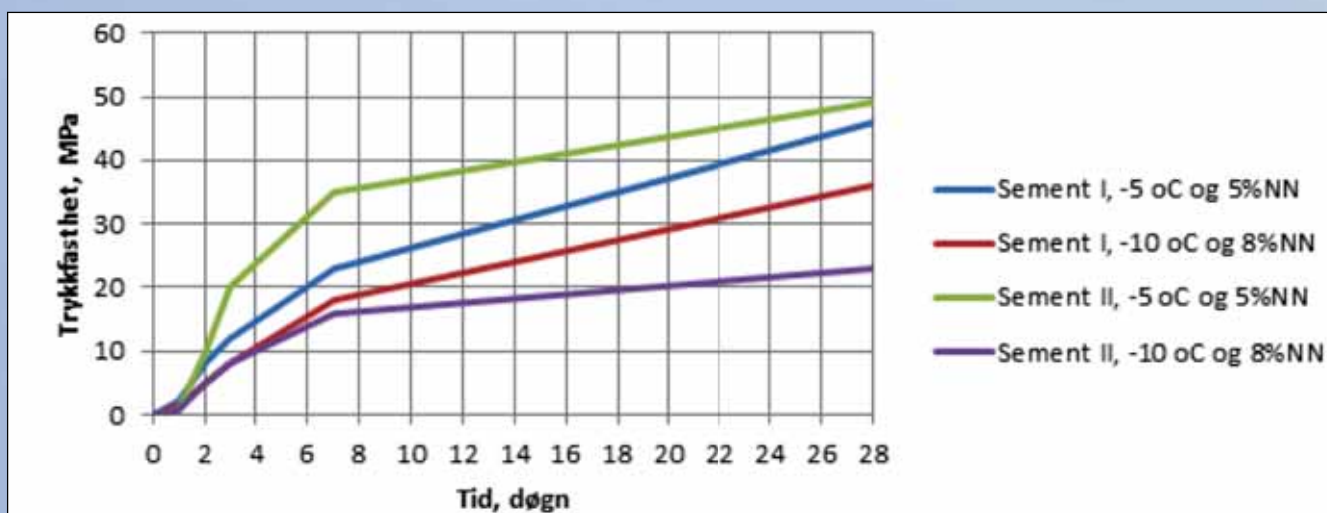
### Kontrollscope II/dokumentasjon II

1. Dokumentasjon av døgntemperatur på byggeplass, enten ved egen måling eller ved bruk av data fra [www.yr.no](http://www.yr.no). Her er det viktig å prognostisere temperaturen fremover i tid, samtidig må man ta hensyn til underkjølte konstruksjonsdeler som følge av forutgående periode med lav temperatur.
2. Lokal oppvarming av konstruksjonsdeler.
3. Mottakskontroll og kontroll av dokumentasjonen på fugebetongen.
4. Kontinuerlig logging av temperatur/tid på ugunstigste sted etter utstøping frem til dokumentert minimum fasthet er oppnådd.

## Dokumentasjon av fugebetonger - generelt

Teori og prøving indikerer at betong med masseforhold M40 gir best resultat resultat, det er ingen støpelighetsutfordring med betong med masseforhold 0,4. Denne kan leveres som SKB om ønskelig. SKB stiller imidlertid større krav til at former/forskaling er tett for å eliminere muligheten for lekkasje. Det er i ferd med å komme resultater på resepter med «rene» sementer i temperaturer på -5 °C. og -10°C. med henholdsvis 5 og 8 % frysepunktnedsettende middel av bindemiddelmengde.

Figuren nedenfor er et eksempel på fasthetsutvikling med 2 ulike sementer i konkrete resepter. Dersom disse reseptene benyttes, eller resepter som vi vet er sikrere så gir kurvene en god indikasjon på om man er på sikker side.



*Plastfolie er god beskyttelse mot snø og is.*



# MAPEI DOKUMENTASJON AV FUGEBETONGER

## Generell anbefaling

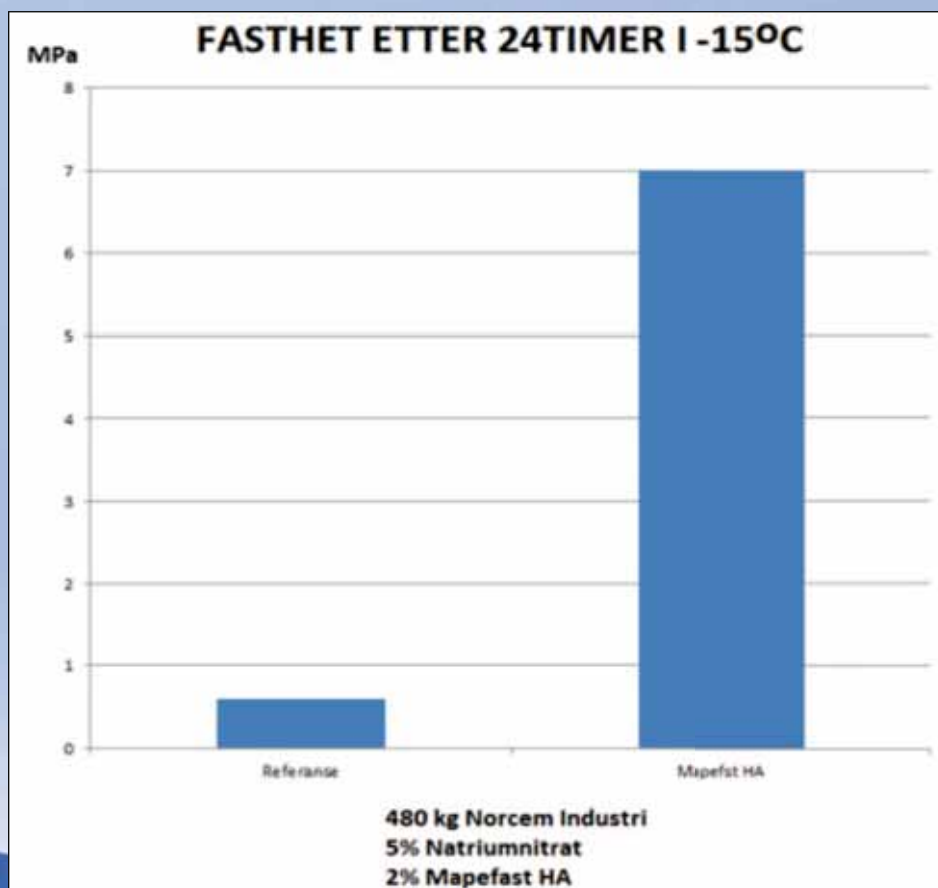
**Mapei anbefaler følgende sammensetning av fugebetong for temperaturer ned til -15°C:**

Masseforhold - bestandighetsklasse	M40
Sement–Norcem Standard FA, -Anlegg FA eller CEMEX Miljøsement	Min 480 kg /m <sup>3</sup>
Tilslag Dmax	< 8mm
Antifreeze N Powder – Frysepunktsnedsettende stoff i pulverform	25 kg /m <sup>3</sup>
Temperatur	15 – 22OC

Dette er basert på tester gjort med ulike sementer og masseforhold, samt hensyn til uttørring av konstruksjonen.

Trenger man av ulike grunner en vesentlig raskere fasthetsutvikling kan det i tillegg til overnevnte resept tilsettes Mapefast® HA, 2% av sementvekt. Dette er en herdningsakselerator som vil gi vesentlig raskere fasthetsutvikling, > 5mPa etter 24 timer i -15°C.

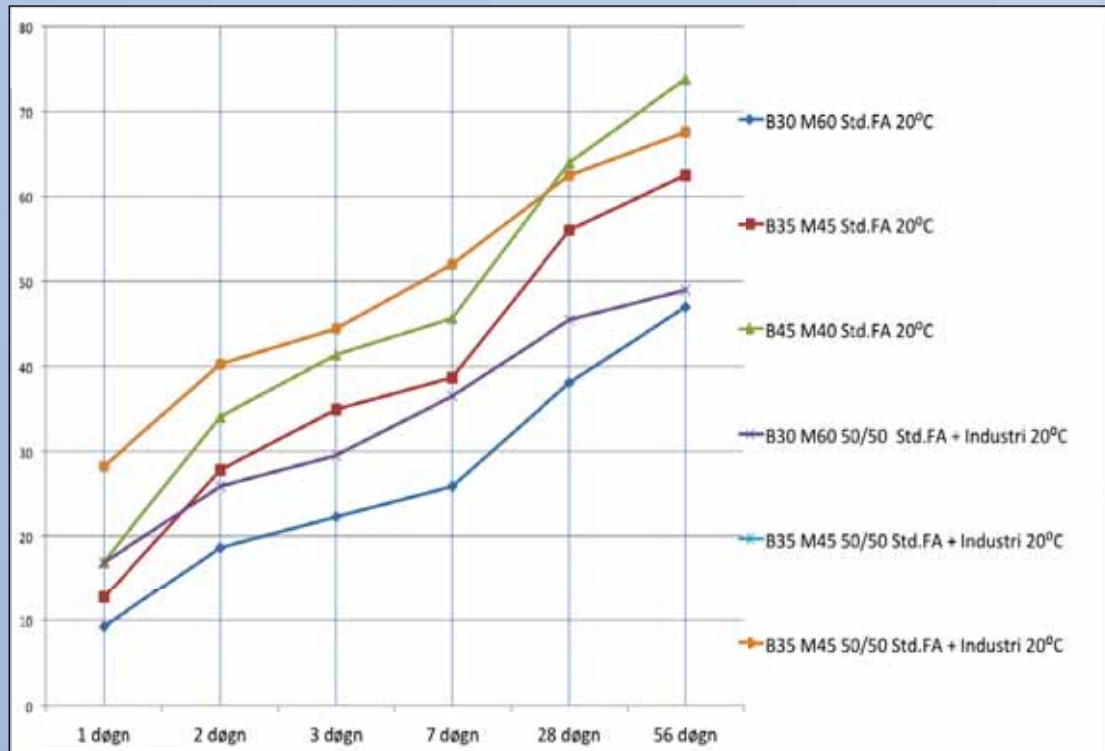
Mapefast® HA påvirker ikke åpentiden til betongen, og kan derfor med fordel tilsettes i betongen på blanderiet. Dess lenger tid det går fra produktet blandes i til betongen blir nedkjølt, dess høyere tidlig-fasthet vil man oppnå.



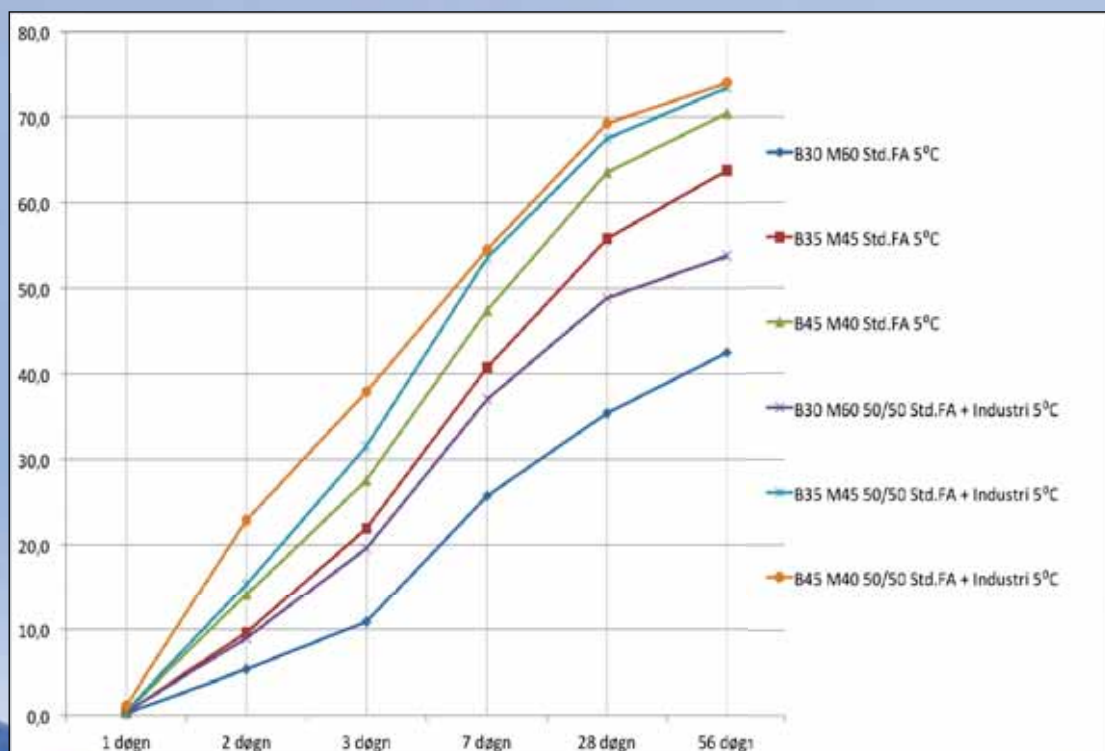
Figur: Ved å benytte Mapefast® HA kan man oppnå trykkfasthet på 7MPa etter 24 timer i -15°C

# – REFERANSETABELLER – FASTHET VED ULIKE BETONGSAMMENSETNINGER OG TEMPERATURER

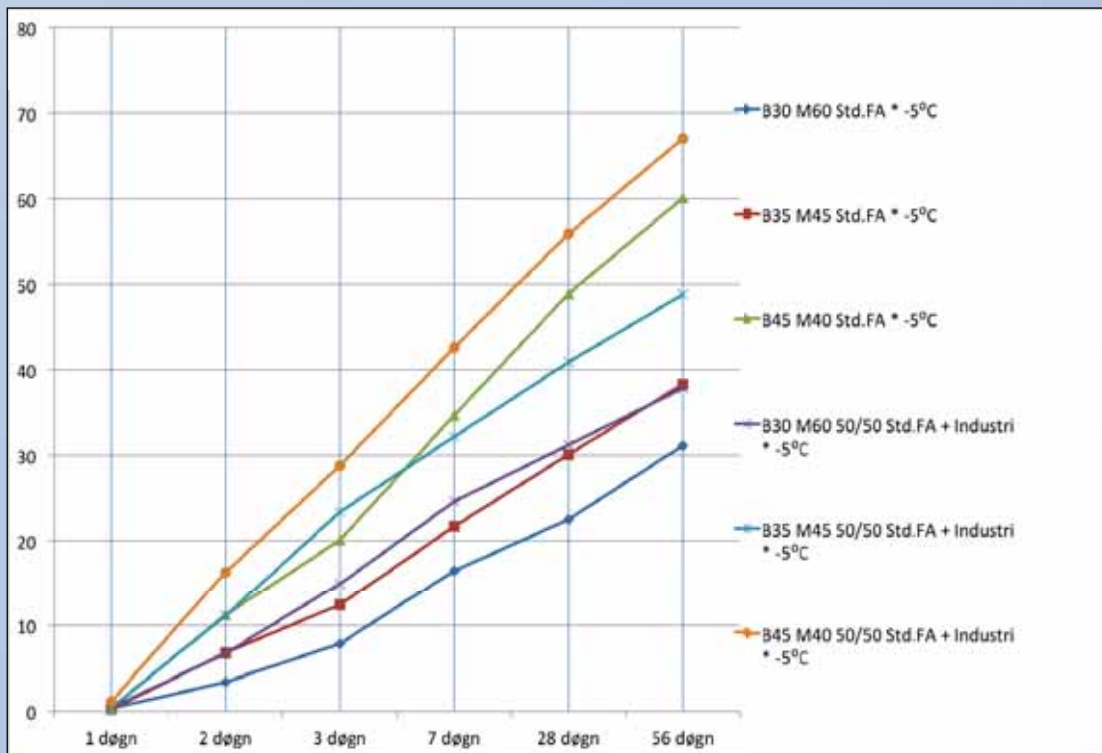
## Fasthetsutvikling ved +20°C



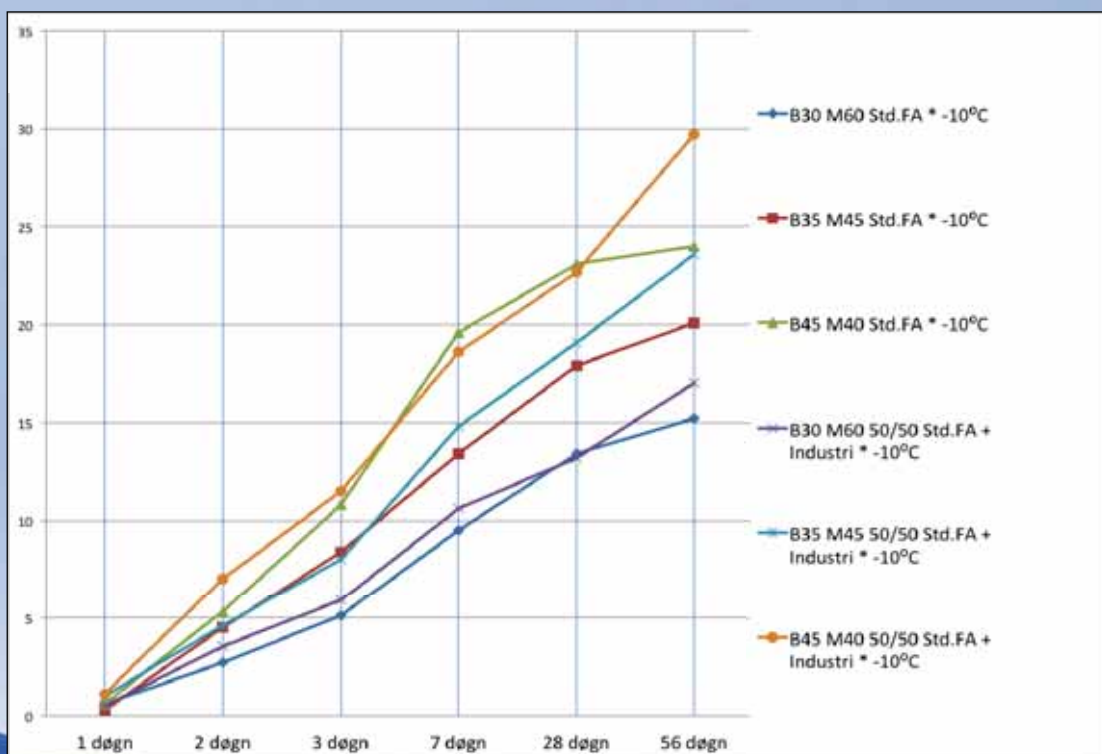
## Fasthetsutvikling ved 5°C



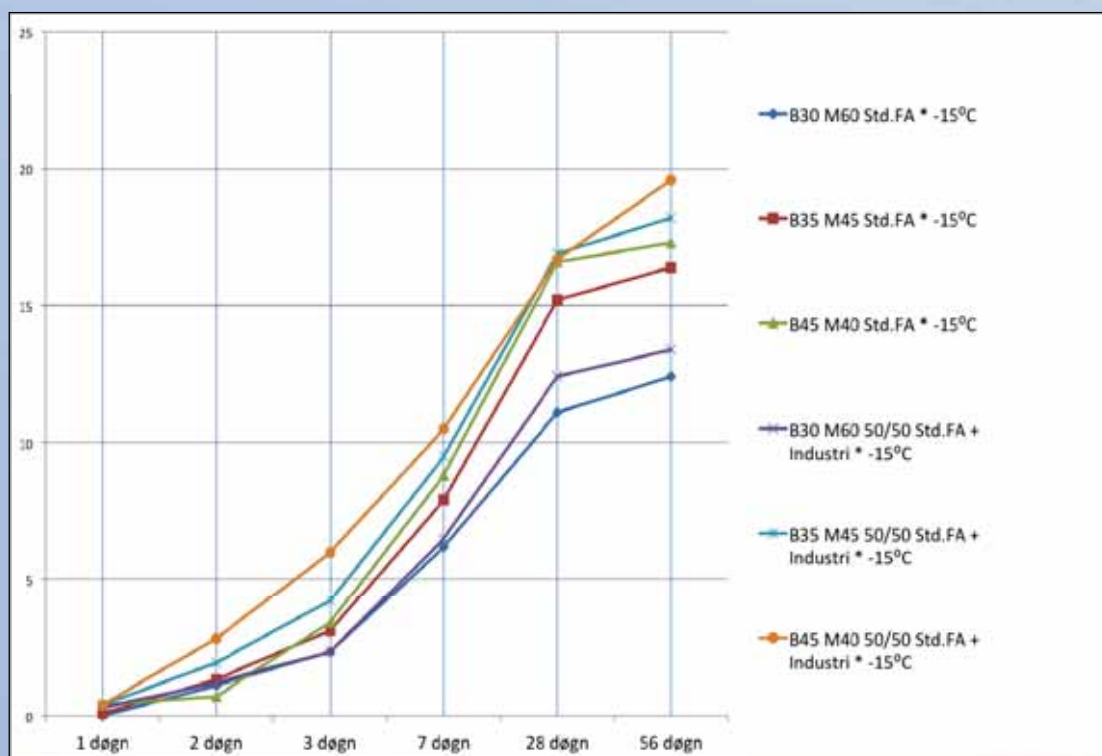
**Fasthetsutvikling ved -5°C , Antifreeze N, 3% av sementvekt**



**Fasthetsutvikling ved -10°C , Antifreeze N, 4,5% av sementvekt**



## Fasthetsutvikling ved -15°C, Antifreeze N, 6,5% av sementvekt



Montasje av SIB bjelker med 31 meter fritt spenn over E18. Byggeprosessen handler ikke bare om byggematerialer og byggearbeider, ved god planlegging og logistikk kan man redusere byggetiden betydelig. Redusert byggetid bidrar til minimale trafikkavbrudd og til mindre belastning på miljøet, bruker man betongelementer i bygging av infrastruktur reduserer man kostnadene fordi materialbruken er effektiv og byggetiden kort. Foto Arve Brekkhus, Byggeindustrien

## SIKA DOKUMENTASJON AV FUGEBETONGER

Figur 1 viser fasthetsutvikling ved -5 grader for en B35 M40 fugebetong med Norcem Std FA uten frysepunktnedsettende tilsetningsstoff og med 2 % Sika Antifreeze-S (Natriumnitrat, pulver).

Figur 2 viser fasthetsutvikling ved -5 grader for B35 M40 fugebetonger med de mest aktuelle sementene for dette formålet (Norcem Std FA og Cemex Miljø). Samtlige betonger er tilsatt 2 % Sika Antifreeze-S.

Figur 3 viser de samme kurvene som i figur 2. I tillegg vises oppnådde fastheter for de samme betongene etter at prøvestykkene er tatt ut av fryseskap og vannlagret ved +20 grader i 28 døgn mellom opptining og trykkprøving. De «stiplede» kurvene gir dermed en indikasjon på fasthetspotensialet for betongene over tid.

Figur 4 viser fasthetsutvikling ved -10 grader for en B35 M40 fugebetong med Norcem Std FA uten frysepunktnedsettende tilsetningsstoff og med 5 % Sika Antifreeze-S (Natriumnitrat, pulver).

Figur 5 viser fasthetsutvikling ved -10 grader for B35 M40 fugebetonger med de mest aktuelle sementene for dette formålet (Norcem Std FA, Norcem Industri og Cemex Miljø). Samtlige betonger er tilsatt 5 % Sika Antifreeze-S.

Figur 6 viser de samme kurvene som i figur 4. I tillegg vises oppnådde fastheter for de samme betongene etter at prøvestykkene er tatt ut av fryseskap og vannlagret ved +20 grader i 28 døgn mellom opptining og trykkprøving. De «stiplede» kurvene gir dermed en indikasjon på fasthetspotensialet for betongene over tid.

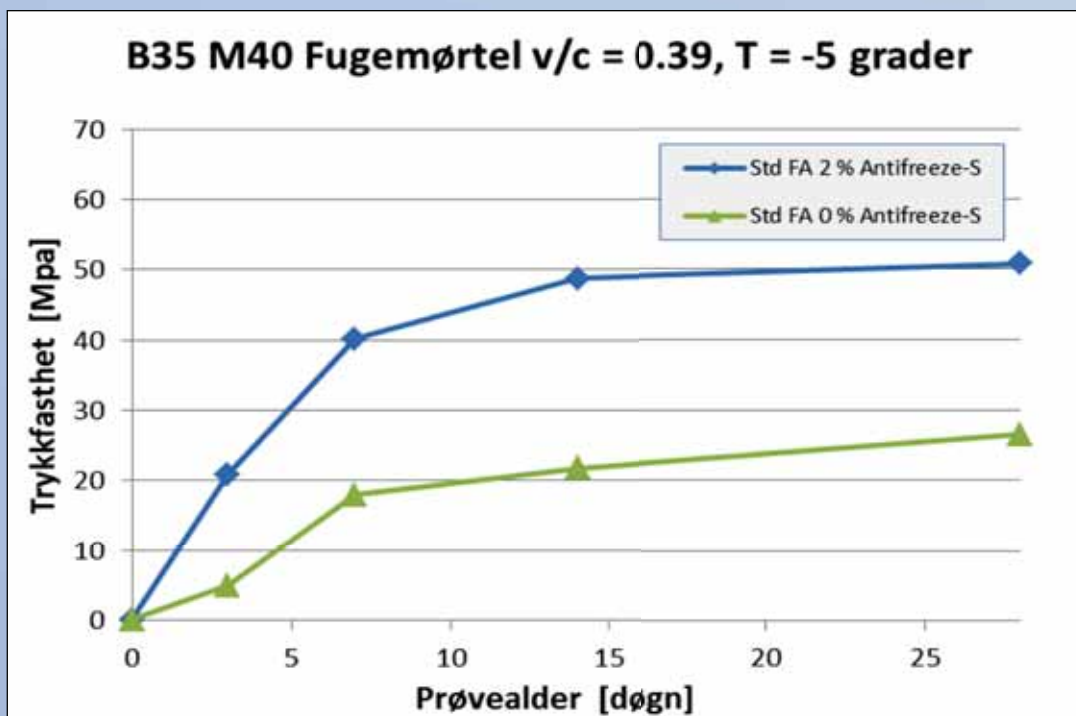
Figur 7 og 8 viser fasthetsutvikling ved -10 grader for fugebetonger med Norcem Std FA og ulike bestandighetsklasser (v/c-tall). Samtlige betonger er tilsatt 5 % Sika Antifreeze-S. I figur 8 vises også fasthetspotensialet etter opptining og vannlagring ved +20 grader i 28 døgn før trykking. Det er verdt å merke seg at M60-betongen bare oppnår en fasthet på ca 15 MPa ved -10 grader og en «sluttfasthet» på bare ca 25-26 MPa.

Figur 9 og 10 viser fasthetsutvikling ved -10 grader for fugebetonger med Norcem Std FA og ulike doseringer Sika Antifreeze-S. I figur 10 vises også fasthetspotensialet etter opptining og vannlagring ved +20 grader i 28 døgn før trykking. Figurene viser at mengde frysepunkt-nedsettende tilsetningsstoff har relativt liten innvirkning på fasthetsutviklingen de første 7 døgnene ved -10 grader men har betydning for hvilken «sluttfasthet» betongene får.

I de tilfeller det kreves raskere fasthetsutvikling (f.eks. etter 3 eller 7 døgn) kan det benyttes herdningsakselerator i kombinasjon med frysepunkt-nedsettende tilsetningsstoff. Figur 11 viser effekten av bruk av SikaRapid C-100 herdningsakselerator i fugebetonger med Norcem Std FA.

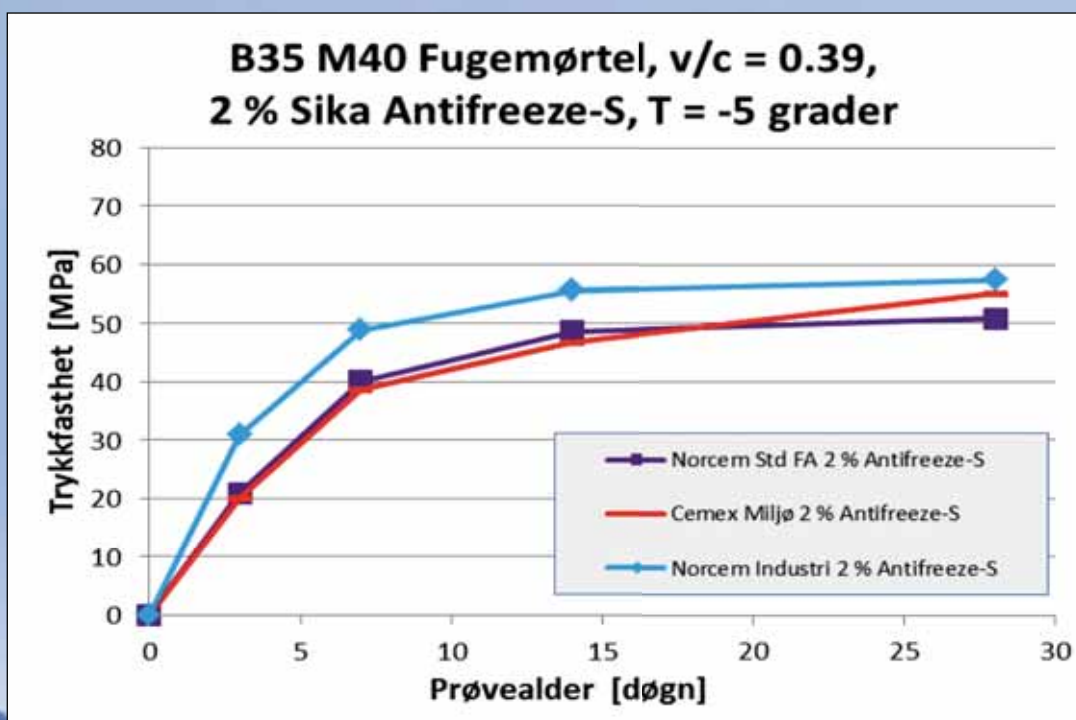
## – SIKA REFERANSETABELLER – FASTHET VED ULIKE BETONGSAMMENSETNINGER OG TEMPERATURER

B35 M40 Fugebetong, v/c = 0.39, T = -5 °C



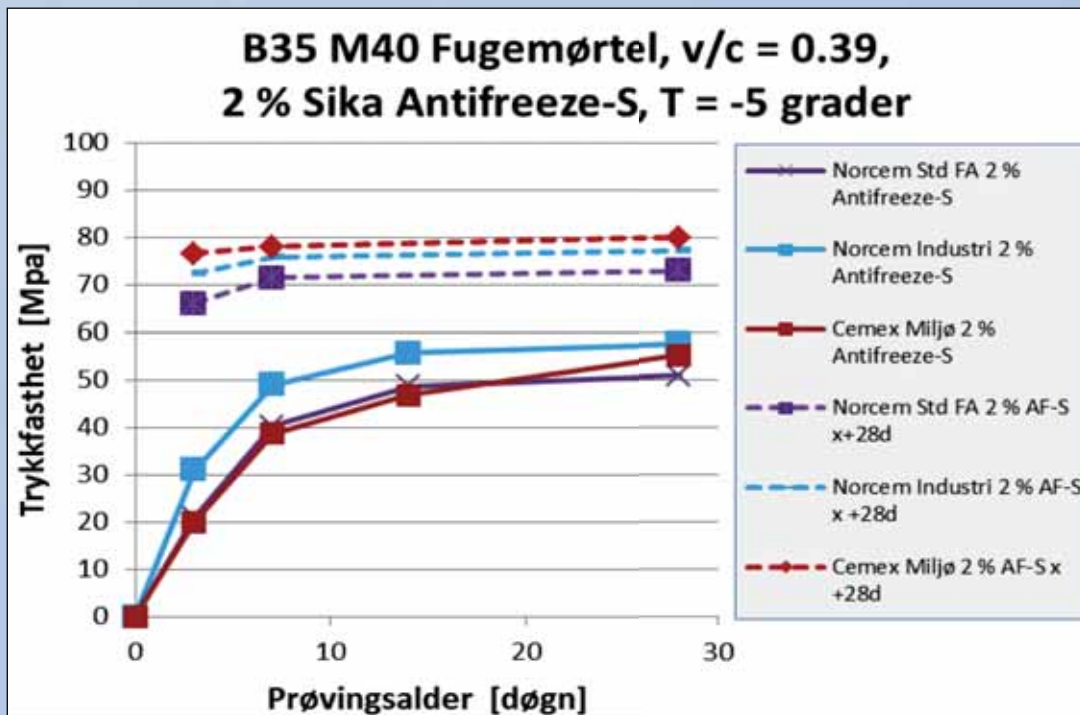
Figur 1: Fasthetsutvikling ved -5°C for B35 M40 Norcem Std FA fugebetong uten tilsatt frysepunkt-nedsettende TSS og tilsatt 2 % Sika Antifreeze-S (Natriumnitrat, pulver)

B35 M40 Fugebetong, v/c = 0.39, T = -5 °C



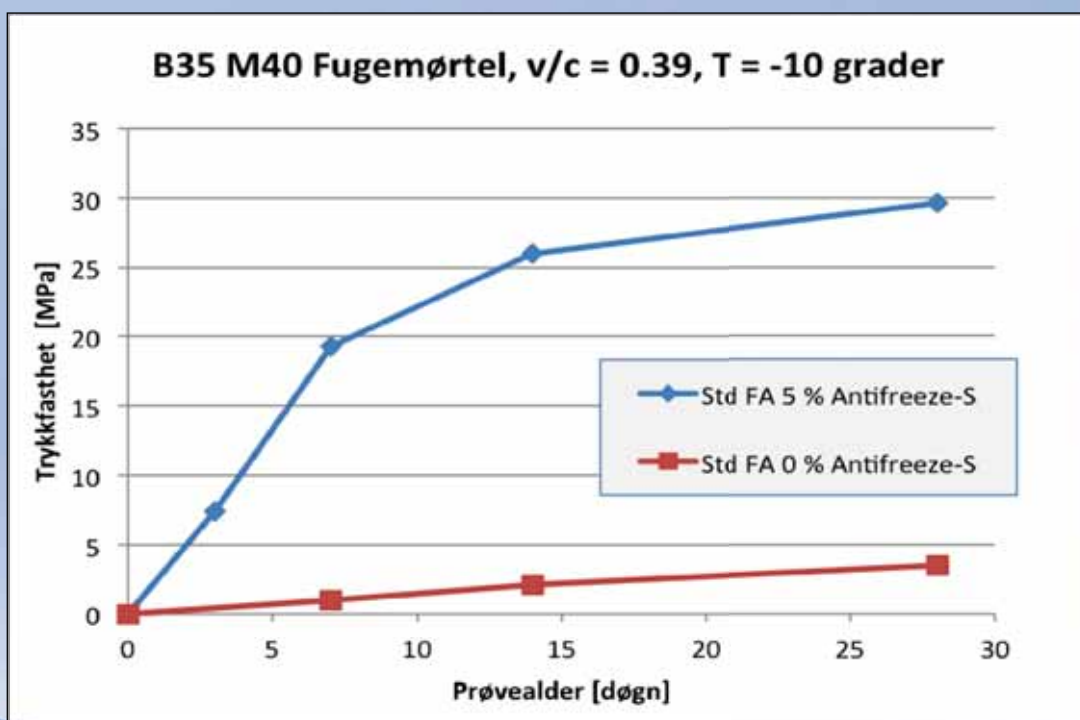
Figur 2: Fasthetsutvikling ved -5 grader for B35 M40 fugebetong med de mest aktuelle norske sementene. Alle fugebetongene er tilsatt 2 % Sika Antifreeze-S (Natriumnitrat, pulver).

**B35 M40 Fugemørtel, v/c = 0.39, T = -5 °C**



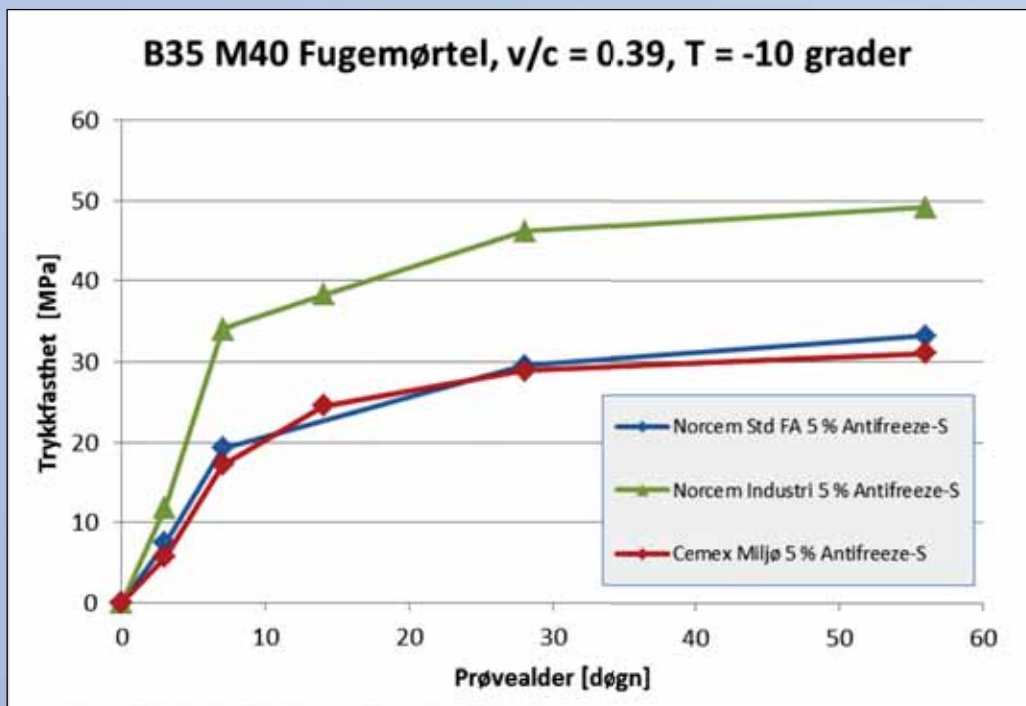
Figur 3: Fasthetsutvikling ved -5 grader for B35 M40 fugebetong med de mest aktuelle norske sementene. Alle fugebetongene er tilsatt 2 % Sika Antifreeze-S (Natriumnitrat, pulver). «Heltrukne» kurver viser fasthet for prøver lagret x døgn ved -10 grader. «Stiplede» kurver viser fasthet for prøver lagret x døgn ved -10 grader og deretter vannlagret ved +20 grader i 28 døgn før trykking.

**B35 M40 Fugemørtel, v/c = 0.39, T = -10 °C**



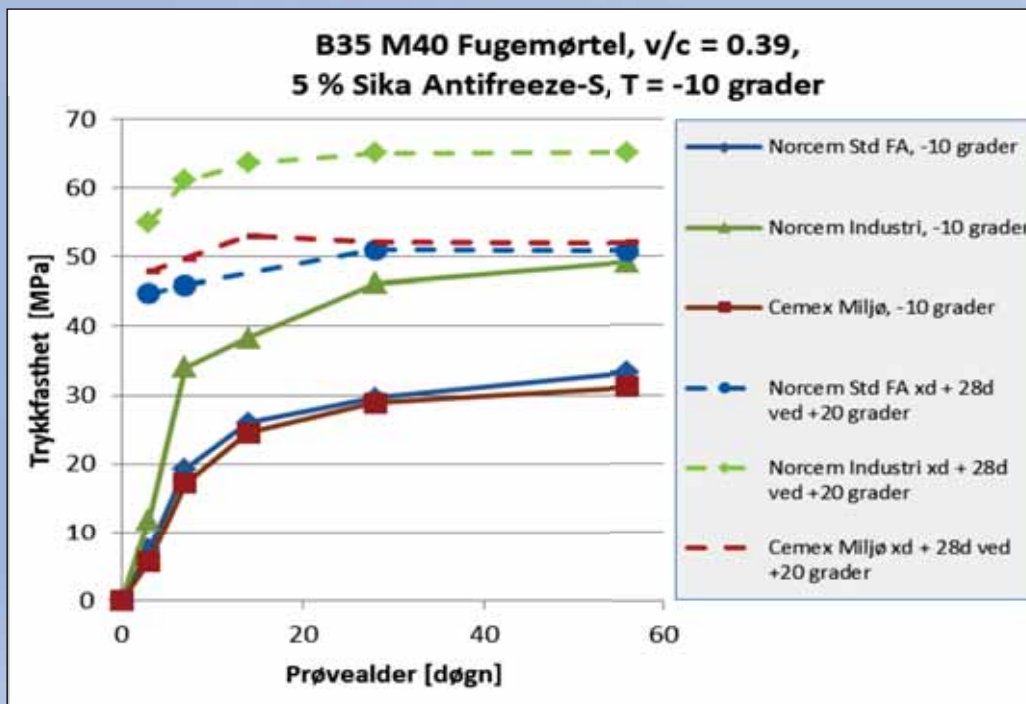
Figur 4: Fasthetsutvikling ved -10 grader for B35 M40 Norcem Std FA fugebetong uten tilsatt frysepunktnedsettende TSS og tilsatt 5 % Sika Antifreeze-S (Natriumnitrat, pulver)

**B35 M40 Fugebetong, v/c = 0.39, T = -10 °C**



Figur 5: Fasthetsutvikling ved -10 grader for B35 M40 fugebetong med de mest aktuelle norske sementene. Alle fugebetongene er tilsatt 5 % Sika Antifreeze-S (Natriumnitrat, pulver).

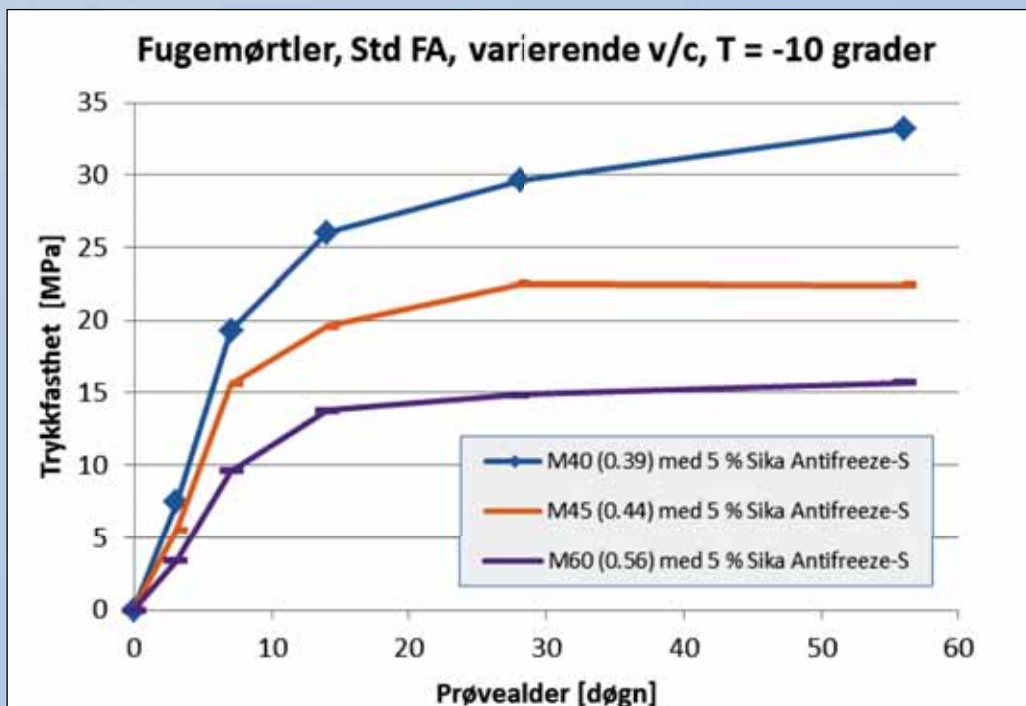
**B35 M40 Fugemørtel, v/c = 0.39, 5 % Sika Antifreeze-S**



Figur 6: Fasthetsutvikling ved -10 grader for B35 M40 fugebetong med de mest aktuelle norske sementene. Alle fugebetongene er tilsatt 5 % Sika Antifreeze-S (Natriumnitrat, pulver). «Heltrukne» kurver viser fasthet for prøver lagret x døgn ved -10 grader. «Stiplede» kurver viser fasthet for prøver lagret x døgn ved -10 grader og deretter vannlagret ved +20 grader i 28 døgn før trykking.

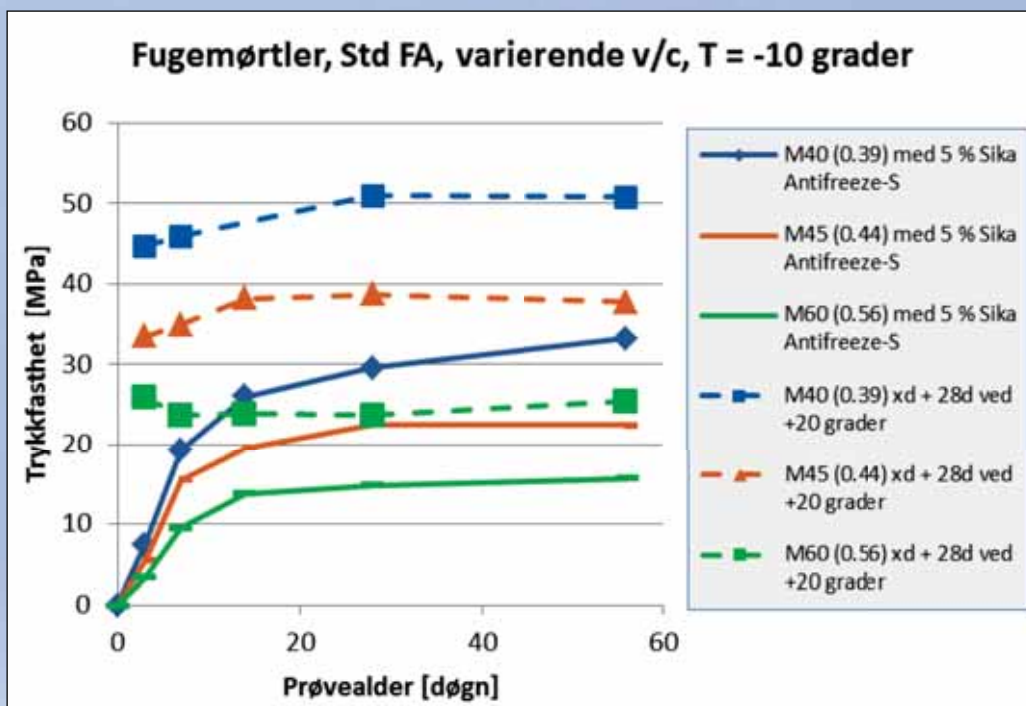


### Fugemørtler, Std FA, varierende v/c, T= -10 °C



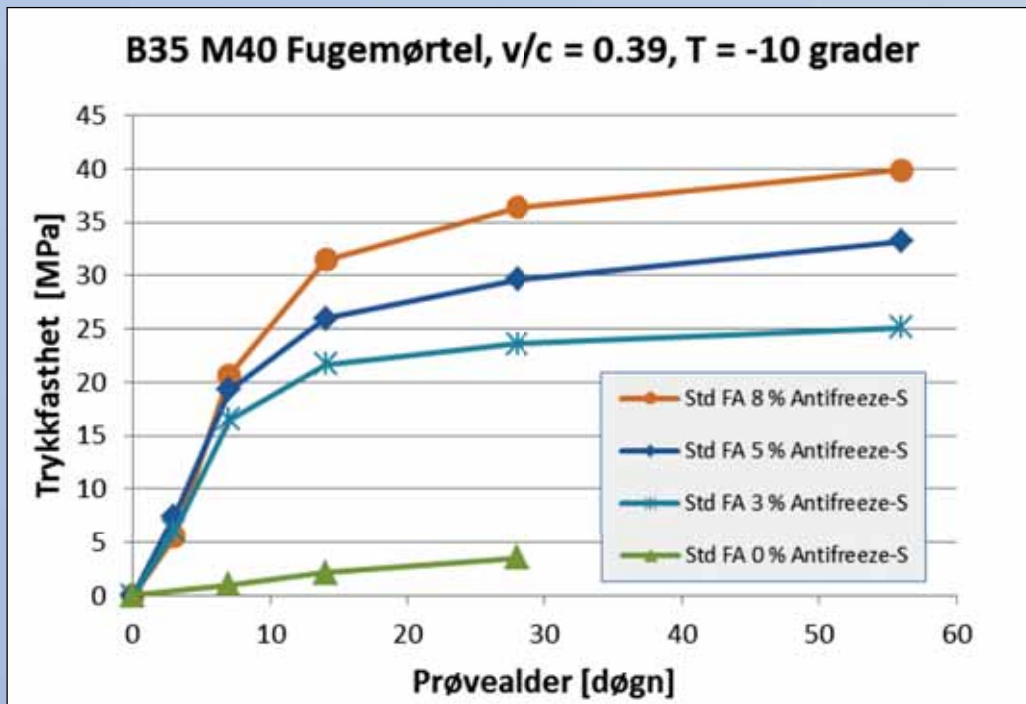
Figur 7: Fasthetsutvikling ved -10 °C for fugemørtler med Norcem Std FA og ulike bestandighetsklasser (v/c-tall i parentes). Alle fugemørtlene er tilsatt 5 % Sika Antifreeze-S (Natriumnitrat, pulver).

### Fugemørtler, Std FA, varierende v/c, T= -10 °C



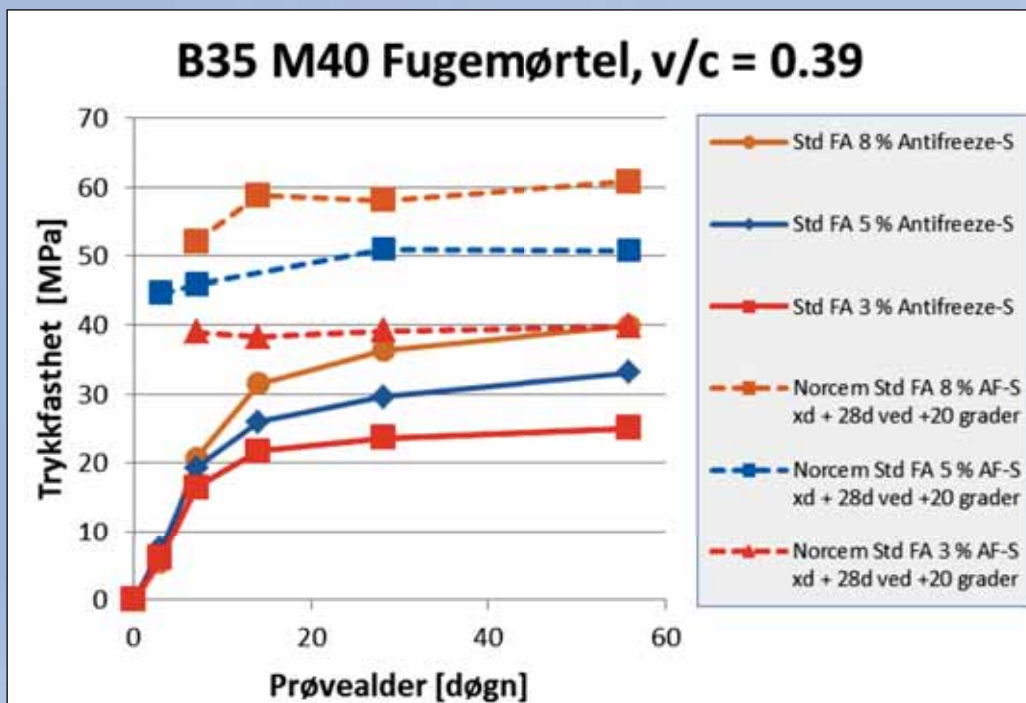
Figur 8: Fasthetsutvikling ved -10 grader for fugebetonger med Norcem Std FA og ulike bestandighetsklasser (v/c-tall i parentes). Alle fugebetongene er tilsatt 5 % Sika Antifreeze-S (Natriumnitrat, pulver). «Heltrukne» kurver viser fasthet for prøver lagret x døgn ved -10 grader. «Stiplede» kurver viser fasthet for prøver lagret x døgn ved -10 grader og deretter vannlagret ved +20 grader i 28 døgn før trykking.

**B35 M40 Fugebetong, v/c = 0.39, Varierende dosering Antifreeze-S, T = -10 °C**



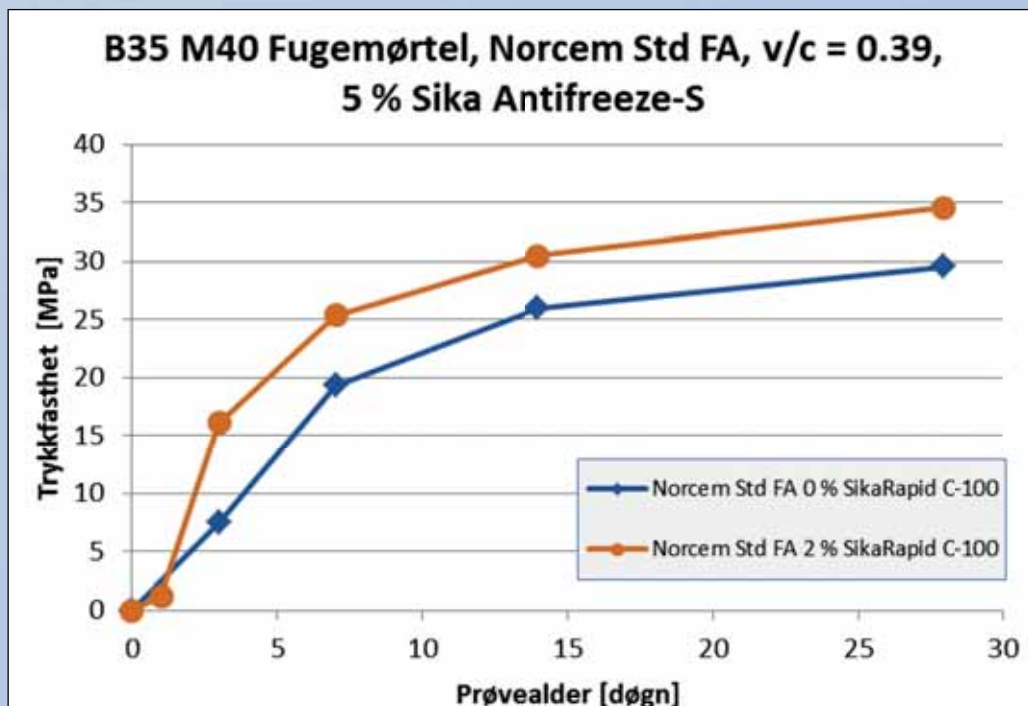
Figur 9: Fasthetsutvikling ved -10 grader for fugemørtler med Norcem Std FA og ulike doseringer Sika Antifreeze-S (Natriumnitrat, pulver).

**B35 M40 Fugebetong, v/c = 0.39, Varierende dosering Antifreeze-S**



Figur 10: Fasthetsutvikling ved -10 grader for fugebetonger med Norcem Std FA og ulike doseringer Sika Antifreeze-S (Natriumnitrat, pulver). «Heltrukne» kurver viser fasthet for prøver lagret x døgn ved -10 grader. «Stiplede» kurver viser fasthet for prøver lagret x døgn ved -10 grader og deretter vannlagret ved +20 grader i 28 døgn før trykking.

## B35 M40 Fugebetong, Norcem Std FA v/c = 0,39. 5% Sika Antifreeze-s



Figur 11: Fasthetsutvikling ved -10°C for B35 M40 Norcem Std FA fugemørtel tilsatt 5 % Sika Antifreeze-S og hhv. 0 % og 2 % SikaRapid C-100 herdningsakselerator.

## Anbefalinger

For fugebetong som forventes utsatt for kuldegrader under herdning anbefales bruk av betong i bestandighetsklasse M40 (v/c-forhold  $\leq 0.40$ ) kombinert med bruk av frysepunktnedsettende tilsetningsstoff Sika Antifreeze-S i henhold til tabell nedenfor.

Temperatur	Minste dosering Sika Antifreeze-S [% av sementmengde]	
	v/c $\leq 0.40$	v/c $> 0.40$
Inntil -5 grader	2	3
Inntil -10 grader	4	5
Inntil -15 grader	8 *)	8

\*) Dokumentasjon under utarbeidelse, kan bli justert.

Forøvrig henvises til gjeldende produktdatablad for Sika Antifreeze-S. I de tilfeller det kreves raskere fasthetsutvikling kan det benyttes herdningsakselerator SikaRapid C-100 i kombinasjon med frysepunktnedsettende tilsetningsstoff.

## OPPVARMING AV KONSTRUKSJONEN

Normalt vil man ikke forsøke med oppvarming i et betongelementbygg før bygget er tett. Imidlertid kan det oppstå situasjoner hvor det kan være behov for lokal oppvarming for å sikre at mørtelen ikke fryser før man har oppnådd tilstrekkelig fasthet. Når man bestemmer seg for å tilføre varme, i stedet for å vente på at lufttemperaturen stiger, må man først vurdere om det er hensiktsmessig å varme opp hele bygningsvolumet eller kun varme opp lokalt. Normalt er det tilfredsstillende å varme opp lokalt. Man må og være oppmerksom på at omgivelsene må ha samme temperatur som man ønsker at fugen skal ha, eksempelvis ved utstøping av HD. Betong har stor såkalt termisk kapasitet, dette betyr at det tar litt tid å oppnå tilstrekkelig høy temperatur. I praksis kan dette bety at man må legge på (eksempelvis) varmematter på dagen før utstøpingen skal skje, det er ikke tilstrekkelig å varme opp selve fugen med for eksempel en propanflamme siden hele hulldekket er kaldt og absorberer varmen for raskt. I alle tilfelle må man dokumentere temperaturen i fugen og dens nære omgivelser på støpetidspunktet og helt frem til fugemørtelen har oppnådd tilstrekkelig tidligfasthet.

### Særlig om lokal oppvarming ved HD fugestøp

Ved lav temperatur over tid er også betongelementene kalde, derfor er det ikke tilstrekkelig å varme opp selve fugen ved fugestøp av hulldekke, hele hulldekket er kaldt slik at tilført varme raskt absorberes av resten av betongen i hulldekket. Normalt skal man vente til lufttemperaturen blir såpass høy at fugene kan støpes ut uten spesielle tiltak utover å bruke frysepunktnedsettende tilsetningsstoffer i betong/mørtel/finsats. Se også punktene 4.1.4 - 5 og 7.5.2 i Betongelementboken bind G.

### Særlig om oppvarming ved etterspenning

Av og til skal prefabrikkerte sjakter etterspennes, der kanalene (rørene) for oppspenningsstålet injiseres. I slike tilfeller er det ikke alltid mulig å vente på mildvær, siden man kan være avhengig av at denne injiseringen er utført før man kan gå videre oppover i konstruksjonen. Da er det ingen annen mulighet enn å bygge et telt over sjakten og varme opp hele volumet.

### Tinematter

Lokal bruk av kombinasjon tinematter/vintermatter lagt på konstruksjonen ca. ett døgn før støp, som blir liggende ca. 2 døgn etter støp, er et annet praktisk eksempel på tiltak for å kunne støpe selv ved lavere temp enn -10 °C.

# SVEISEARBEIDER

## Innledning

De klimatiske forholdene rundt sveiseprosessen har en meget stor innvirkning på hvor god sveisens kvalitet blir. Selv om det benyttes en sveiser som har sveisesertifikat og det foreligger en sveiseprosedyre, så har man ingen garanti for at jobben blir utført riktig. Sveiseren bør ha kunnskap om hvordan værforholdene kan påvirke kvaliteten på en sveis.

## Sveising ved lave temperaturer

Ved sammensveising av en konstruksjon kan det oppstå det som kalles en herdesprekk. Dette er en sprekke som oppstår i den varmepåvirkede sonen, "HAZ". Det er stålets sammensetning, struktur og avkjølingshastighet som avgjør om en herdesprekk vil oppstå. Generelt kan man si at herding skjer ved at man varmer opp stålet med etterfølgende rask avkjøling. Sveiser vi på tykke plater, er det mye gods rundt sveisen som leder varmen bort fra sveiseforbindelsen, dvs. avkjølingen skjer for raskt, og det kan oppstå en herdesprekk. Ved sveising vinterstid, f.eks. ved  $-10^{\circ}\text{C}$ , vil stålet avkjøles enda raskere og muligheten for at en herdesprekk kan oppstå vil være enda større. Forvarming vil redusere faren for hydrogensprekker.

På en byggeplass benyttes det ofte innstøpningsplater i betongvegg, så her må sveiseren også ta i betraktning at veggene er med på å lede bort varmen. For å forhindre at en herdesprekk skal oppstå, benyttes det forvarming. Ved å forvarme området hvor det skal sveises, vil det senke avkjølingshastigheten, som igjen forhindrer at sprekken vil oppstå. Der hvor det benyttes en sveiseprosedyre, vil forvarmingstemperaturen fremkomme av prosedyren. Ser vi rundt på byggeplasser, så settes det opp mange bærende konstruksjoner uten at det foreligger prosedyrer. I slike tilfeller er det viktig at sveiseren har nødvendige kunnskaper rundt sveiseprosessen, slik at sveisefeil forebygges. NS-EN-ISO 1090-2 anviser de tekniske kravene til stålkonstruksjoner.

Det er viktig at forvarmingen skjer med riktig utstyr, slik som for propan med varmebend beregnet for forvarming. Forvarming og utstyret for dette skal beskrives i sveiseprosedyrene.

Stålkvaliteten påvirkes av lave temperaturer, tilsynelatende samme stål kan bli for sprøtt ved forskjellige temperaturer (omslagstemperaturen fra kaldt til varmt under sveisearbeidene). Derfor skal det også stå på produksjonsunderlaget hva stålkvaliteten er inklusive koden for slagseighet. Det er koden for slagseighet som definerer hvor sprøtt stålet er ved gitt temperatur.

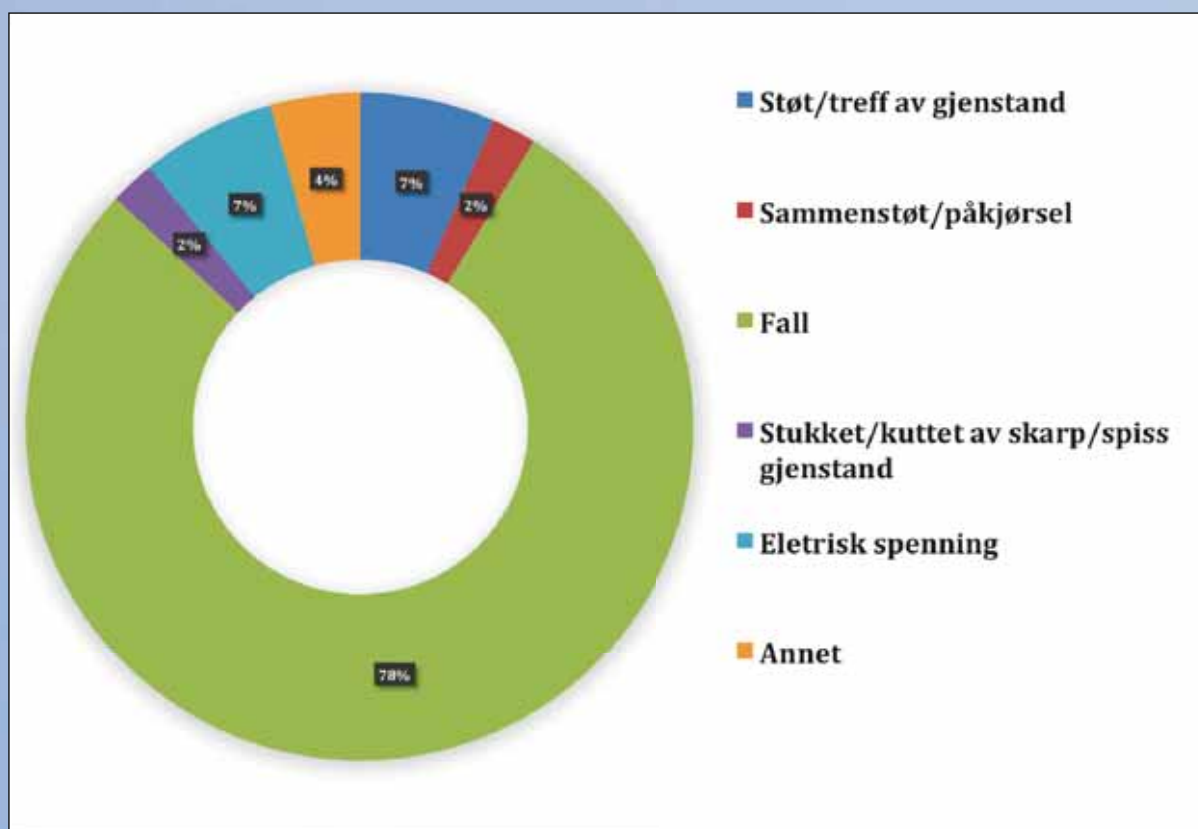
Videre er det viktig at tilslaget (elektrodene) oppbevares i uåpna vakuumpakning inntil de plasseres i varmekogger fram til bruk. Årsaken til at dette er viktig, er først å fremst å unngå tilførsel av luftfuktighet, siden luften inneholder hydrogen, som igjen lett kan medføre hydrogensprekker i en sveis.

## HELSE, MILJØ OG SIKKERHET PÅ MONTSASJEPLASSEN

Forskrift om systematisk helse-, miljø og sikkerhetsarbeid i virksomheter (internkontrollforskriften) gir bestemmelser om at den som er ansvarlig for virksomheten, plikter å sørge for systematisk oppfølging av gjeldende krav fastsatt i lover og forskrifter til disse. Gode og sikre arbeidsvaner, klare ansvarsforhold, godt samarbeid, ryddige montasjeplass, sikre produkter og forbrukertjenester gir kvalitet i arbeidet og bedre resultater. Det er dette systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid (internkontroll) egentlig dreier seg om. Noen som følger opp, også hvis noe går galt, er kvalitetsarbeid i praksis.

### Skadeårsak ved montasje av betongelementkonstruksjoner

Hovedårsaken til skadefravær ved montasje av betongelementkonstruksjoner er fallrelaterte skader, mye kan altså gjøres ved å sørge for god belysning i vinterhalvåret, i tillegg er det viktig å holde gangareal fri for snø, is og materialer. Det er en god regel at alt materiell har faste plasser, verktøy oppbevares i containere og at kapp/skrot alltid bringes til anvist sted umiddelbart.



Skadeårsaker på montasjeplass

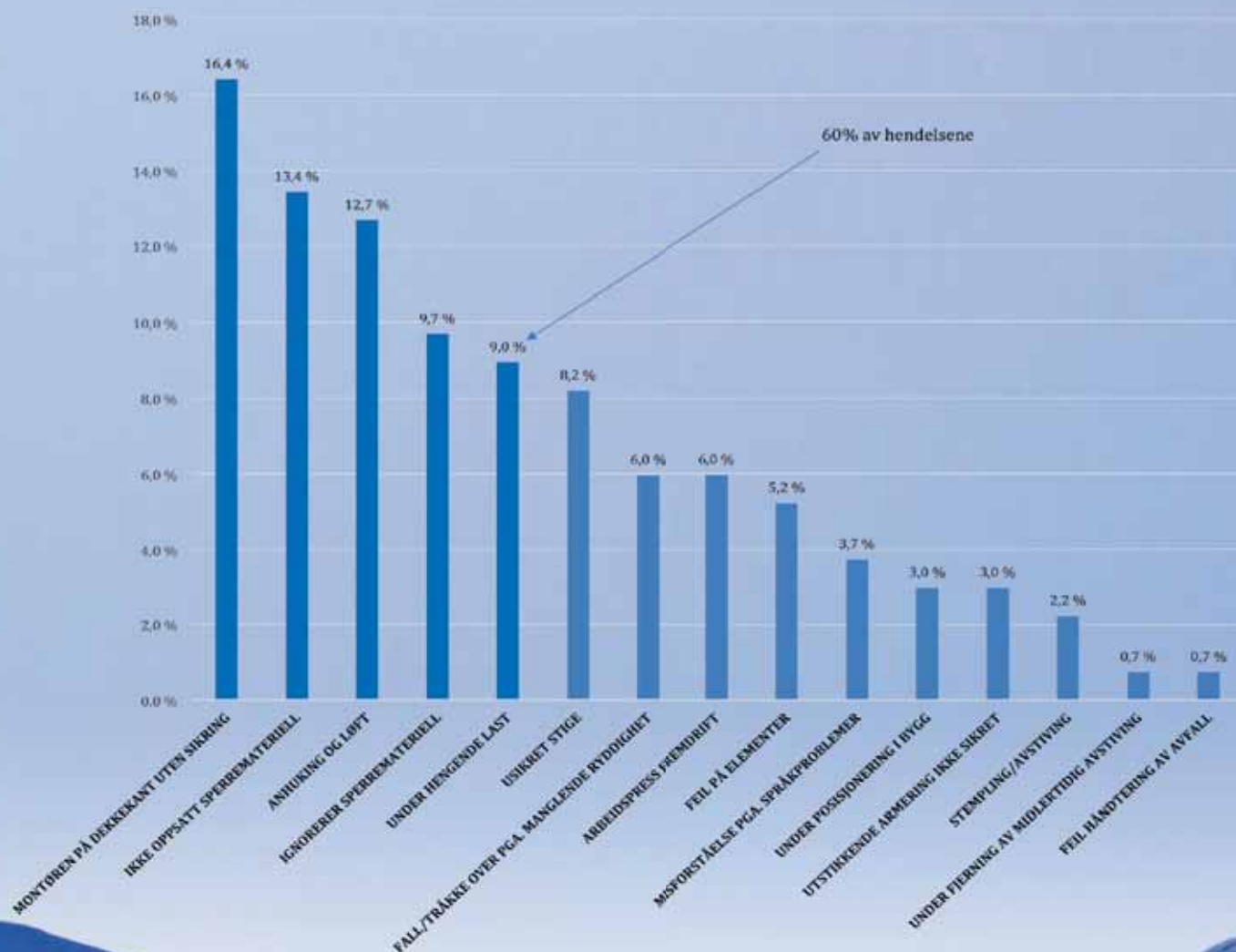
# OM RISIKOVURDERING

## Om risikovurdering

Alle byggeprosjekter er unike på grunn av geometri, organisering av aktører på byggeplass og ytre forhold som påvirker prosjektet. Dermed er det de stedlige vurderingene (bl.a. risikovurdering) for det enkelt prosjektet som må avgjøre hvordan fremdriftene skal planlegges. Veiledningen som gis til montasjeleder, formann og bas på foreningens kurser er klar på er at det viktig å planlegge montasjerekkefølge og ta hensyn til faktorer som kan ha innflytelse på montasjerekkefølgen, at bygget er stabilt i alle faser av montasjen og at det er tilgjengelig logistikkareal på byggeplassen.

## RUH – Rapport om uønskede hendelser på byggeplass

Betongelementforeningen gjør en årlig undersøkelse der man ser på risikosituasjoner som kunne skapt forutsetninger for ulykke. Fem av kategoriene hendelser står for ca. 60 % av de rapporterte hendelsene, årsaken til at disse situasjonene rapporteres ofte er at de er veldig synlige, altså mer åpenbart enn situasjonene der man ikke umiddelbart ser. Noen av situasjonene rapporteres ikke så ofte, slik som feil på betongelementene, feil under posisjonering i bygg og feil ved stemping/staging og under fjerning av stemp/stag. Likevel er det disse kategoriene hendelser som man må være veldig oppmerksomme på, når denne typen avvik forekommer er det et rødt flagg.



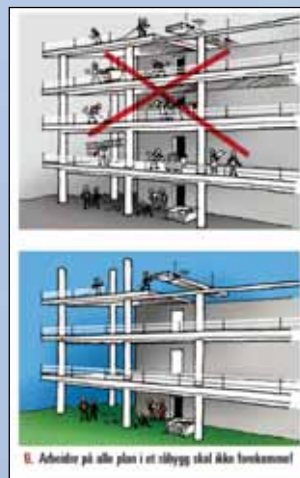
## Arbeider på nivåene under montasjefronten

I de Nordiske landene har man en relativt lik praksis med hensyn til arbeider under montasjefronten.

*Danmark:* "Der må kun foregå færdsel og arbeide i den del af bygningen, hvor der foregår elementmontage direkte ovenover, hvis der er to færdigstøbte dæk imellem."

*Sverige:* Har ikke skriftlig veiledning fra foreningen, men praktiserer hovedregelen med to etasjer mellom montasjefront og der andre arbeider kan foregå.

*Finland:* Har skriftlige retningslinjer på at andre arbeider kan foregå to etasjer under montasjefront, forutsatt at fuger og knutepunkter i de to dekkene mellom montasjefront og sted for andre aktiviteter har min 60% av prosjektert kapasitet.



## Bransjens hovedregel ved arbeider på nivåene under montasjefronten

1. Det skal ikke under noen omstendighet foregå arbeider i byggets flanker/ytterkanter, på noe nivå, mens det foregår montasje over.
2. Det kan foregå arbeider inne i feltet når det er to nivå mellom montasjefront og arbeidssted dersom fuger og knutepunkter er utstøpt i begge nivåene og minimum har kapasitet for fjerning av stag/stemp, som beskrevet i produksjonsunderlaget. Den generelle hovedregelen erstatter ikke den konkrete risikovurderingen som skal gjøres for arbeidsoperasjonene i hvert enkelt prosjekt.
3. Bransjen innfører høsten 2014 en ny anbefaling for særlig lange og høye dekkeelementer; Ved montasje av lange/høye hulldekkeelementer kan det foregå arbeider inne i feltet når det er tre nivå mellom montasjefront og arbeidssted, dette forutsetter at fuger og knutepunkter er utstøpt i alle tre nivåene og minimum har kapasitet for fjerning av stag/stemp (se produksjonsunderlaget). Den generelle hovedregelen erstatter ikke den konkrete risikovurderingen som skal gjøres for arbeidsoperasjonene i hvert enkelt prosjekt.



## **Sluttord**

Den enkelte i forfattergruppen har bidratt på hver sine spesialfelter, uten deres innsats og vilje til å dele av sin kunnskap ville det ikke vært mulig å realisere arbeidet. Vinterveilederen 2014/15 er bransjens første der man bare drøfter vintermontasje, derfor setter vi pris på om dere som skal bruke den i praksis på byggeplassene kommer med forslag til nye tema som må inn, eller gir oss tips om gode rutiner/utførelse som dere mener er bra og som dere mener bransjen kan ha nytte av.

Oslo 10. september 2014

John-Erik Reiersen  
Redaktør

## MEDLEMSOVERSIKT

AS BETONG  
Bjørn Hansen AS  
Block Berge Bygg AS  
Brødrene Østbye AS  
Buskerud Betongvarefabrikk AS  
Byggimpuls AS  
Cementprodukt AS  
CON-FORM AS  
Con-Form Lunde AS  
Con-Form Orkanger  
Con-Form Trøndelag  
Contiga AS Fredrikstad  
Contiga AS Moss  
Contiga AS Nord  
Contiga AS Oslo  
Contiga AS Roverud  
Egersund Betongteknikk AS  
Element NOR AS  
Elementpartner AS  
Finnøy Betong AS  
Førde Sementvare AS  
Grande Entreprenør AS (tidl B Vangstad)  
Grytnes Betong AS  
Helgeland Betong AS  
Hå-Element AS  
Hårr Betong AS  
Hårr Snåsa Betong AS  
JARO AS  
Kynningsrud Prefab AS  
Loe Betongelementer AS  
Multiblokk AS  
Naturmur AS  
Nor Element AS  
Nordland Betongelement AS  
Opplandske Betongindustri AS  
Overhalla Betongbygg AS  
Ryfoss Betong AS  
Sotra Cementvarefabrikk AS  
Spenncon AS  
Spenncon AS Bergen  
Spenncon AS Hjørungavåg  
Spenncon AS Hønefoss  
Spenncon AS Sandnes  
Spenncon AS Trøndelag  
Spenncon AS Trøndelag  
Spenncon Hedmark AS  
Stryn Betongelement AS  
Systemblokk Telemark AS  
Vestfold System Element AS  
VOSS CEMENTVAREFABRIKK LL  
Ølen Betong AS avd Bygg Element  
AGDER BETONG OG STÅLMONTASJE AS  
BERGEN MONTERING AS  
BETONG & ANLEGG AS  
Bjørn Ovik AS  
Bjørn Hansen AS  
Elementbmontasje Vest AS  
Elementmontasje Vest AS  
IDE-FIX SVEIS OG MEK. AS  
Loe Elementmontasje AS  
Moss Montering AS  
Multiblokk AS  
Myklebust BKB AS  
Måselvkran AS  
NEWMO AS  
Trøndersveis AS  
TT Stålmontasje  
Carl Gustaf Solutions AS  
VANGEN STÅLMONTASJE AS  
VESTKRAN KRANUTLEIE &

BYGGMONTERING AS  
ADDA BYGGKJEMI AS  
ARCON PROSJEKT AS  
BASF AS - Admixture Systems  
Bjørn Bygg AS  
BrannStopp Norge as  
CELSA STEEL SERVICE AS  
Cemex Cement AS  
CONSTO AS  
Ecoratio B.V.  
EDR Engineering Data Resources AS  
Elematic Oy Ab  
FINSETH KNUT SIVILINGENIØR  
Haarup Maskinfabrik A/S  
HALFEN-FRIMEDA AS  
Loftorka Borgarnesi  
Hendriks precon b.v.  
LOTHE BYGG AS  
Metacon Industrimek AS  
Multiconsult AS Sandnes

NCC CONSTRUCTION AS  
NORCEM A.S  
Objective Technology AS  
PEIKKO NORGE AS  
Prefabdesign AS  
PREFABKONSULT AS  
PRETEC AS  
RESCON MAPEI AS  
Saint-Gobain Byggevarer AS  
SB PRODUKSJON AS  
SIKA NORGE AS  
SKAKO  
SKANSKA NORGE AS  
STIFTELSEN KONTROLLRÅDET  
Structural Design Software in Europe AB  
Surfaproof Norge AS  
TH GRÆSLI INGENIØRFIRMA AS  
Utbyggingsteknikk AS  
Vartdal Plast AS  
VISTI AS

© Betongelementforeningen

*Manuskriptet for Vinterveilederen er utarbeidet av en forfattergruppe bestående av Bernt Kristiansen (AF Gruppen), Ole Gamkinn (SPENNCON AS), Jørn Injar (CONTIGA AS), Steinar Røine (SPENNCON AS), Helge Ivar Fredriksen (BASF AS), Trond Solbø(SIKA AS), Dan Arve Juvik (MAPEI AS), John-E Reiersen (Betongelementforeningen), Frank Lavik(NEWMO AS), Øivind Sæter(UNICON AS), Tom Fredvik(NORBETONG AS) og Frode Skottun (NORBETONG AS).*

*Illustrasjoner: Betongelementforeningen, JARO AS, Betonelement-Foreningen Danmark, SIKA AS, MAPEI AS, SPENNCON AS, Betoniteollisuus ry og AF Gruppen AS.*

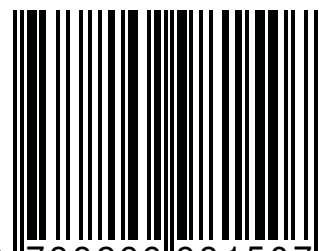
*Produksjon: [www.mo00.no](http://www.mo00.no)*

*Forlag: 978-82-999815 Betongelementforeningen  
ISBN: 978-82-999815-0-7*

*1. opplag oktober 2014:500*



Betongelementforeningen



9 788299 981507