

Tidligfasthet for boltemørtel ved ulike herdetemperaturer

Etatsprogrammet Varige konstruksjoner 2012-2015

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 580



Tittel

Tidligfasthet for boltemørtel ved ulike herdetemperaturer

Undertittel

Forfatter

Karen Klemetsrud, Stig Helgestad og Øyvind Bjøntegaard

Avdeling

Vegavdelingen

Seksjon

Tunnel og betong

Prosjektnummer

603242

Rapportnummer

Nr. 580

Prosjektleder

Synnøve A. Myren / Alf Kveen

Godkjent av

Synnøve A. Myren

Emneord

Boltemørtel, tidligfasthet

Sammendrag

Denne rapporten inngår i en serie rapporter fra Statens vegvesens etatsprogram Varige konstruksjoner, 2012-2015. Hensikten med programmet er å legge til rette for at riktige materialer og produkter brukes på riktig måte i Statens vegvesen sine bruer og tunneler.

Rapporten omhandler prøving av tre ulike boltemørtler herdet i tre ulike lagringstemperaturer. Trykkfastheten ble bestemt etter 1(2), 3, 7 og 28 døgn. Herdebetingelser har, ikke overraskende, stor innvirkning på tidlig fasthet til boltemørtel. Ved lave lagringstemperaturer, og dermed også herdetemperaturer, går fasthetsutviklingen senere enn ved høyere herdetemperaturer. Det var variasjon i fasthetsutviklingen mellom de ulike mørtelproduktene, og vi fant den største variasjonen ved den laveste herdetemperaturen.

Title

Early strength for rock bolt mortar at different curing temperatures

Subtitle

Author

Karen Klemetsrud, Stig Helgestad and Øyvind Bjøntegaard

Department

Roads Department

Section

Tunnel and Materials Technology

Project number

603242

Report number

No. 580

Project manager

Synnøve A. Myren / Alf Kveen

Approved by

Synnøve A. Myren

Key words

Rock bolt mortar, early compressive strength

Summary

This report belongs to a series of reports from the R&D-programme Durable structures 2012-2015, carried out by the Norwegian Public Roads Administration. The purpose of the programme is to ensure that the right materials and products are used correctly in NPRAs bridges and tunnels.

The report deals with testing of three different rock bolt mortars cured at three different curing conditions. The compressive strength was tested after 1(2), 3, 7 and 28 days. Curing conditions have, not surprisingly, big impact on early strength of rock bolt mortar. At low curing temperatures, the compressive strength development is slower than at higher curing temperatures. There is variation in strength development between the various mortar products and we find the greatest variation at the lowest curing temperature.

Forord

Denne rapporten inngår i en serie rapporter fra **etatsprogrammet Varige konstruksjoner**. Programmet hører til under Trafikksikkerhet-, miljø- og teknologiavdelingen i Statens vegvesen, Vegdirektoratet, og foregår i perioden 2012–2015. Hensikten med programmet er å legge til rette for at riktige materialer og produkter brukes på riktig måte i Statens vegvesen sine konstruksjoner, med hovedvekt på bruer og tunneler.

Formålet med programmet er å bidra til mer forutsigbarhet i drift- og vedlikeholdsfasen for konstruksjonene. Dette vil igjen føre til lavere kostnader. Programmet vil også bidra til å øke bevisstheten og kunnskapen om materialer og løsninger, både i Statens vegvesen og i bransjen for øvrig.

For å realisere dette formålet skal programmet bidra til at aktuelle håndbøker i Statens vegvesen oppdateres med tanke på riktig bruk av materialer, sørge for økt kunnskap om miljøpåkjenninger og nedbrytningsmekanismer for bruer og tunneler, og gi konkrete forslag til valg av materialer og løsninger for bruer og tunneler.

Varige konstruksjoner består, i tillegg til et overordnet implementeringsprosjekt, av fire prosjekter:

- Prosjekt 1: Tilstandsutvikling bruer
- Prosjekt 2: Tilstandsutvikling tunneler
- Prosjekt 3: Fremtidens bruer
- Prosjekt 4: Fremtidens tunneler

Varige konstruksjoner ledes av Synnøve A. Myren. Mer informasjon om prosjektet finnes på vegvesen.no/varigekonstruksjoner

Denne rapporten tilhører **Prosjekt 2: Tilstandsutvikling tunneler** som ledes av Alf Kveen. Prosjektet vil skaffe kunnskap om den tekniske tilstanden på tunnelers konstruksjon og utrustning og øke kunnskapen om nedbrytningsmekanismer. Formålet med prosjektet er å utvikle bedre verktøy for tilstandsutvikling, noe som er viktig både for planlegging av drift og vedlikehold av eksisterende tunneler. Prosjektet vil også etablere kunnskap som kan bidra til at fremtidige tunneler bygges og innredes slik at ønsket kvalitet og levetid oppnås.

Rapporten er utarbeidet av Karen Klemetsrud, Stig Henning Helgestad og Øyvind Bjørntegaard, Statens vegvesen.

Innhold

1	Innledning.....	2
2	Materialer, mørtelblandinger og prøvestykker	2
2.1	Boltemørtler.....	2
2.2	Bestemmelse av vanninnhold basert på likeverdig konsistens	2
2.2.1	Konsistensmetoden.....	2
2.2.2	Konsistensmålinger	3
2.2.3	Endelige vannmengder og v/c-forhold	3
2.3	Prøvestykker.....	4
3	Gjennomføring og forsøksprogram	4
3.1	Blande- og støpeprosedyre	4
3.2	Trykkfasthet.....	5
3.3	Herdebetingelser og temperaturmålinger	5
4	Resultater.....	6
4.1	Målte herdetemperaturer	6
4.2	Trykkfasthetsutvikling ved ulike lagringstemperaturer.....	8
5	Sammendrag	12
6	Referanser.....	13

Vedlegg

Produktdatablader.....	14
------------------------	----

1 Innledning

Boltemørtel benyttes til å forankre bergsikringsbolter og festebolter i berg, og kan også virke som en ekstra korrosjonsbeskyttelse for boltene. Ved gysing blir den delen av boltene som stikker inn i berget normalt fullt omhyllt av boltemørtel.

Ved installasjon vil temperaturen i luften og i berget variere, og dermed vil også tidligfastheten variere ettersom fasthetsutviklingen er temperaturavhengig. For lastbærende bolter hvor mørtel er eneste forankringsmiddel, er det viktig å forsikre seg om at tilstrekkelig fasthet er oppnådd før boltene belastes.

For å undersøke temperaturens innvirkning på tidlig fasthetsutvikling på et utvalg av boltemørtler, ble det støpt ut prøver av tre boltemørtelprodukter. Disse ble herdet ved tre ulike lagringstemperaturer; 1,5 °C, 10 °C og 21 °C. Trykkfastheten ble bestemt etter 1(2), 3, 7 og 28 døgn.

2 Materialer, mørtelblandinger og prøvestykker

Prismer er støpt ut med tre ulike boltemørtelprodukter. Mørtelblandingen ble basert på en enkelt sekk av hvert produkt. Boltemørtlene ble blandet med en mengde blandevann som ga tilsvarende konsistens i fersk fase, dvs. vannmengde og vann–sement (v/c)–forholdet vil derfor variere blant mørtlene.

2.1 Boltemørtler

De tre anvendte boltemørtlene har produktnavn Zinkbolt, Nonset 50 og Weber Bolt. De to første er levert av Mapei AS, mens den siste er levert av Weber Saint–Gobain AS. Produktdatabladene for disse produktene finnes i vedlegg I. Produktene er valgt fordi de benyttes ofte i tunnelprosjekter.

De anvendte boltemørtlene er sementbaserte og inneholder sand, ekspanderende-, plastiserende- og stabiliserende tilsetningsstoffer. Mer detaljert produktsammensetning enn dette er ikke oppgitt av leverandørene. Boltemørtler er tiksotrope, det vil si at de er flytende (viskøse) ved omrøring og stivner til når de får stå i ro. Ved ny omrøring vil de etter relativt kort tid gjenopprette sin opprinnelige viskositet. En annen egenskap til boltemørtler er at de er ekspanderende i plastisk fase, det vil si de ekspanderer før mørtelen binder av. Den ekspanderende prosessen starter etter blanding og varer deretter typisk i 45 til 60 minutter, og mørtlene utvikler i denne perioden en fri ekspansjon på 1 til 3 %.

2.2 Bestemmelse av vanninnhold basert på likeverdig konsistens

2.2.1 Konsistensmetoden

Konsistensen på mørtlene ble bestemt ved utbredelsesmålinger på fersk mørtel med bakgrunn i NS–EN 1015–3 Prøvmingsmetoder for mørtel til murverk – Del 3: Bestemmelse av konsistensen på fersk mørtel (ved rystebord) [1]. Utbredelsesmåling ble utført umiddelbart etter ferdig blanding og ti minutter etter ferdig blanding.

Det ble gjort avvik fra standarden i forbindelse med måling av utbredelse og antall prøveserier. I følge standarden regnes rystebordverdien til en prøve som gjennomsnittet av to diametermålinger. I dette forsøket ble radien målt i åtte punkter og gjennomsnittet av disse ble ganget med to. I tillegg ble det kun utført én prøving per vanninnhold og ikke to som standarden beskriver.

2.2.2 Konsistensmålinger

De anvendte vanntilsetningene i mørtlene er gitt i Tabell 2. Vanntilsetning for Zinkbolt ble valgt på bakgrunn av tidligere utførte gyseforsøk. SINTEF utførte i 2011 prøvegysing med ulik mørtelkonsistens og kom frem til en anbefalt vanntilsetning for Zinkbolt til gysing av kombinasjonsbolter [2]. I dette forsøket er den samme anbefalte vanntilsetningen brukt for Zinkbolt. Dette er en vanntilsetning på 6,07 liter pr 25 kg sekk som tilsvarer et v/c-forhold på 0,41. For de to andre mørtelproduktene ble så vanntilsetningen bestemt ut fra konsistensmålinger med Zinkbolt som referanse

Rystebordverdier for ulike vanntilsetninger umiddelbart etter blanding og etter 10 minutter er vist i Tabell 1. På bakgrunn av disse målingene ble det valgt å gå videre med vanninnhold på 28 % for Nonset 50 og 20 % for Weber Bolt. Disse vanninnholdene ga rystebordverdier med et avvik kun hhv. 2 % og 4 % i forhold til Zinkbolt.

Tabell 1 Rystebordverdier umiddelbart etter blanding og 10 min etter blanding

Mørtelprodukt	Vanninnhold (%)	Rystebordverdi, umiddelbar (mm)	Avvik fra umiddelbar rystebordverdi Zinkbolt (%)	Rystebordverdi, 10 min (mm)
Zinkbolt	24,28	183	-	169
Nonset 50	30	201	10	
Nonset 50	27,6	177	3	168
Nonset 50	28	186	2	
Weber Bolt	26	198	8	
Weber Bolt	18,8	147	20	
Weber Bolt	20	176	4	158

2.2.3 Endelige vannmengder og v/c-forhold

Endelige vannmengder i mørtlene er gitt i Tabell 2. Som nevnt over gir 6,07 liter vann i 25 kg sekk et v/c-tall på 0,41 for Zinkbolt. For Nonset 50 er det angitt i produktdatabladet at 8,6 liter vann på en 25 kg sekk tilsvarer en M40, dvs. v/c=0,40. Basert på likeverdig konsistens som Zinkbolt ble det som oppgitt for Nonset 50 benyttet 7 liter vann på 25 kg sekk. Dette betyr at v/c-tallet ble 0,33 for mørtelen Nonset 50. Vi har ikke informasjon om sammenheng mellom vannmengde og v/c-tall for Weber Bolt.

Tabell 2 Vanntilsetning i mørtlene

Mørtelprodukt	Vannmengde (vekt-%)	Vannmengde (liter vann per 25 kg sekk tørr mørtel)	Anbefalt vanddosering gitt i produktdatablad (liter vann per 25 kg sekk tørr mørtel)
Zinkbolt	24,28	6,07	5,5
Nonset 50	28	7	9 – 10
Weber Bolt	20	5	5,5 – 6

Som tabellen viser er det tilsatt mer vann enn anbefalt i datablad for Zinkbolt, mens det er tilsatt mindre vann enn anbefalt for både Nonset 50 og Weber Bolt.

2.3 Prøvestykker

Det ble støpt ut prismer med dimensjon (40x40x160) mm. Før prøving av fasthet ble prismene splittet til to prøvestykker med dimensjon (40x40x≈80) mm, som beskrevet i NS-EN 1015-11 *Prøvningsmetoder for mørtel til murverk – Del 11: Bestemmelse av bøyestrekfasthet og trykkfasthet til herdnet mørtel* [3].

3 Gjennomføring og forsøksprogram

Trykkfasthet er bestemt på prismer etter 1 eller 2 døgn, og etter 3, 7 og 28 døgn. For å få et likt sammenligningsgrunnlag til å vurdere fasthet for de ulike mørtelproduktene, ble det som nevnt valgt å støpe ut prismer med tilnærmet lik konsistens for den ferske mørtelen. Blandeprosedyre var lik for konsistensmålingene som for utstøping av prøver til fasthetsmåling.

3.1 Blande- og støpeprosedyre

Det ble brukt en Hobart-mikser med k-blad til blanding av mørtelen. Fremgangsmåten var som følger:

- Vann veies opp i bollen
- Hobart-mikser settes på hastighet 1 (laveste hastighet)
- Den tørre mørtelen tilsettes
- Etter at mørtelen er fuktet mikses blandingen i:
 - 1) 30 sekunder på hastighet 1, og så
 - 2) 30 sekunder på hastighet 2 (middels hastighet)
- Hobart-mikseren slås av og bollen tas ut. K-bladet brukes til å skrape alt av tørt som måtte ha satt seg på kantene eller i bunnen av bollen.
- Bollen settes tilbake i mikseren og mikses i 60 sekunder på hastighet 2.
- Tidspunkt noteres

Før utstøping av prismer ble materialet (den tørre mørtelen og vann) og utstyr (former og stålplater) lagret i de tre ulike temperaturene (ca. 1,5 °C, 10 °C og 21 °C) i minst ett døgn. Utstyr og materiell ble hentet frem rett i forkant av blanding. Etter utstøping ble mørtelen komprimert ved hjelp av samme rystebord som brukt til konsistensmåling, se pkt. 2.2.2.

Prismene ble komprimert med 50 slag. Umiddelbart etter komprimering ble det lagt en plastfilm og en stålplate over formen for å motvirke fri ekspansjon.

3.2 Trykkfasthet

Med ett unntak ble alle prizmer av samme type mørtel støpt ut i samme serie.

Prøving av trykkfasthet ble utført ved 1 eller 2 døgn og 3, 7 og 28 døgn. To av mørtlene hadde ikke tilstrekkelig fasthet til avforming etter ett døgn ved den laveste lagringstemperaturen og ble derfor prøvd etter 2 døgn.

3.3 Herdebetingelser og temperaturmålinger

Planlagte lagringstemperaturer for hver mørtel var 1,5 °C, 10 °C og 21 °C, men det ble noe avvik fra dette under forsøkene, se neste kapittel.

Rett etter utstøping av hver av de tre boltemørtlene ble prøveformene fordelt i tre rom med lufttemperatur iht. de tre respektive lagringstemperaturene (1,5 °C, 10 °C og 21 °C). Etter avforming ble prøvene lagret videre i vann med samme temperatur fram til prøving av trykkfasthet ble utført.

Det ble støpt ut ett prisme per herdebetingelse for temperaturmåling for hver av de tre mørtlene. Ett termoelement ble plassert midt i prismet og temperaturen ble logget i 3 døgn.

Prøvene i den mellomste lagringstemperaturen (10 °C) ble oppbevart i et kjølerom hvor det var en del trafikk inn og ut, noe som medførte en variasjon i temperaturen fra 8 til 14 °C. Gjennomsnittstemperaturen for de ulike mørtlene/testseriene (som ikke ble utført samtidig) varierte. Zinkbolt var eksponert for en gjennomsnittlig lagringstemperatur på ca. 9 °C, mens Nonset 50 og Weber Bolt var eksponert for en gjennomsnittstemperatur på ca. 10,5 °C. Denne forskjellen er imidlertid relativt liten og bør ikke ha påvirket resultatene nevneverdig. De to øvrige lagringstemperaturene, 1,5 °C og 21 °C, var relativt jevne.

Når det gjelder relevante bergtemperaturer i felt så har temperaturdata fra Ulvintunnelen og Gjevingåstunnelen vist et variasjonsområde fra ca. 3 til 8 °C ved ca. 2 m dyp inn i berget [4]. De anvendte lagringstemperaturene i laboratoriet anses derfor å favne relevante bergtemperaturer.

4 Resultater

4.1 Målte herdetemperaturer

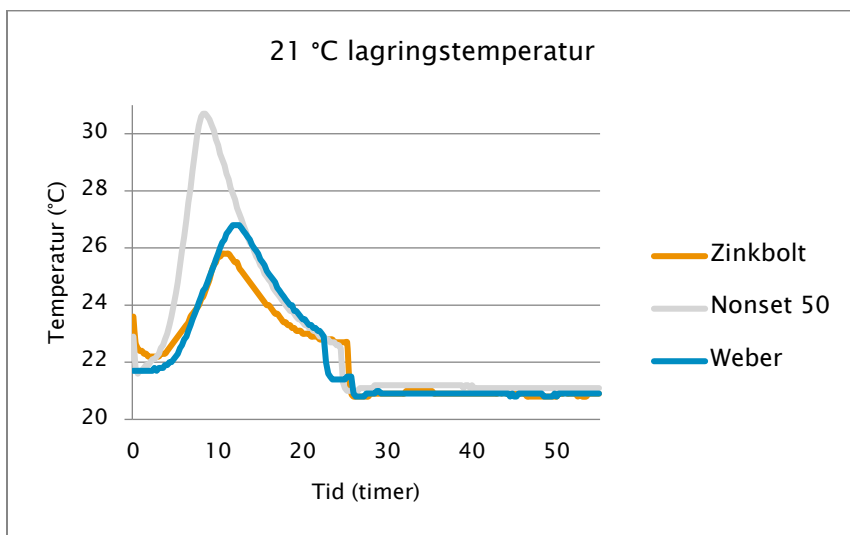
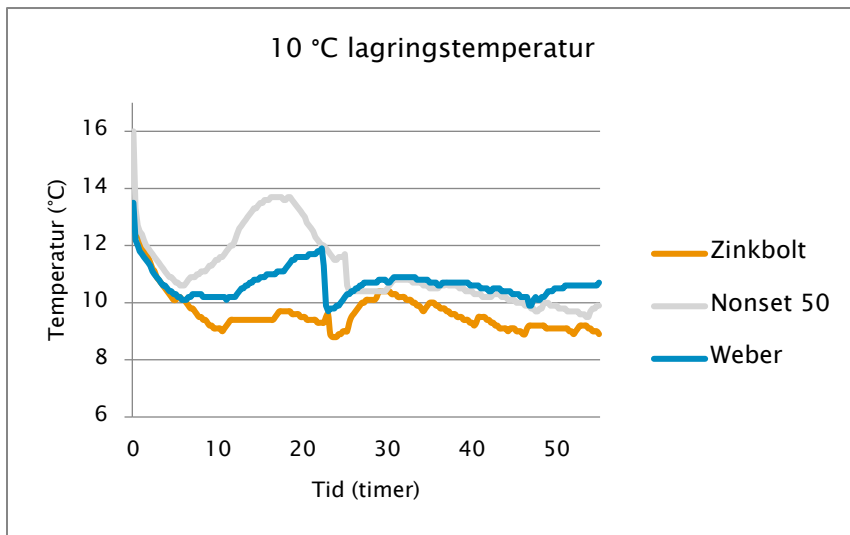
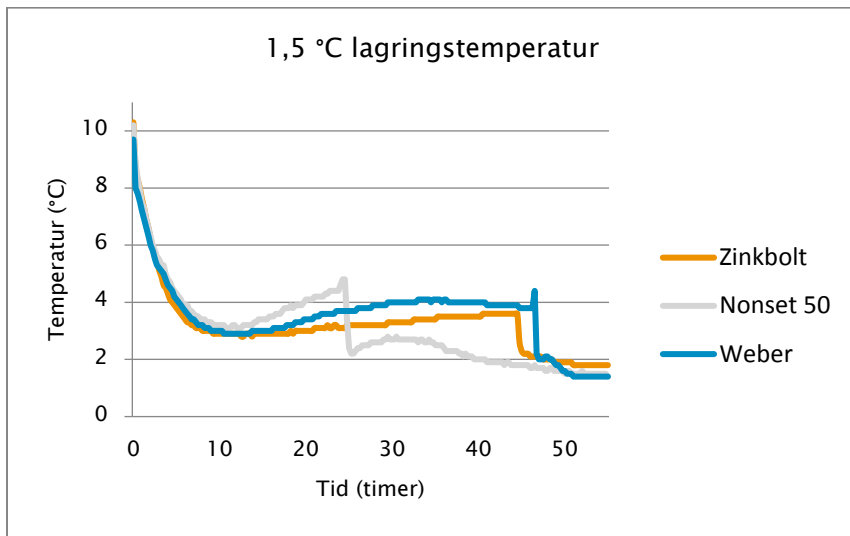
Temperaturutvikling i hvert av mørtelproduktene fra støp og til registrering ble avsluttet, er vist i Figur 1. I grafene er det kun vist temperaturutviklingen inntil 55 timer, da temperaturen forble stabil utover denne tiden.

For hver mørtel er herdetemperaturen målt med et termoelement plassert sentrisk i ett av prismene (40 x 40 mm tverrsnitt). Temperaturmålingene viser at mørtlenes herdevarme har påvirket prøvestykkenes temperatur det første døgnet, dvs. i den perioden hvor mørtlene var lagret i støpeformen (med luft rundt). For de to laveste lagringstemperaturene (1,5 °C og 10 °C) er det helt i starten en avkjøling fra fersk mørteltemperatur og ned mot omgivelsestemperaturen, inntil herdevarme utvikles og vi får en viss temperaturstigning.

Etter avforming og videre lagring i vann ses et raskt fall i temperaturen på noen få grader. Dette skjer i hovedsak ved 1 døgn, unntatt for 1,5 °C lagringstemperatur hvor avforming ble utsatt til 2 døgn for Zinkbolt og Weber Bolt pga. lav fasthet ved 24 timer (diskutert i etterfølgende avsnitt).

Det kan ses at temperaturøkningen i prøvestykkene pga. herdevarmen starter tidligere og blir også mest markant med høyere utgangstemperatur/høyere lagringstemperatur; noe som er som forventet. Temperaturstigningen, som altså skyldes herdevarme, er ved alle lagringstemperaturene størst for Nonset 50, deretter kommer Weber Bolt med middels temperaturstigning og den er minst for Zinkbolt. Fasthetsutviklingen er gjerne et avtrykk av herdevarmen og slik sett er det en viss logikk i at det kun var Nonset 50 som hadde nok fasthet for trykkprøving etter 1 døgn ved lagringstemperatur 1,5 °C.

De moderate forskjellene i mørtlenes herdetemperatur det første døgnet vil i prinsippet ha en viss innvirkning på fasthetsutviklingen målt ved 1 døgn. Etter dette har de tre mørtlene svært lik temperatur ved samme lagringstemperatur, og det er å forvente at fastheten senere (fra 3 døgn) vil være lite påvirket av disse små tidligforskjellene i temperatur. Den største forskjellen i herdetemperatur finner vi i Nonset 50 ved lagringstemperatur på 21 °C. Den har en raskere temperaturutvikling og en høyere makstemperatur enn de to andre mørtelproduktene, og en kan derfor anta at denne mørtelen har en modenhet som ligger ca. ½ døgn foran de andre to ved ett døgn.



Figur 1 Temperaturkurver for hvert av mørtelproduktene ved lagring ved 1,5 °C (øverst), 10 °C (midten) og 21 °C (nederst).

4.2 Trykkfasthetsutvikling ved ulike lagringstemperaturer

Tabell 3 gir en sammenstilling av fasthetsutvikling for de tre mørtelproduktene.

Ved en feiltakelse ble prismer av Weber Bolt lagret ved 10 °C trykket etter 14 døgn og ikke 28 døgn som planlagt. En egen ekstra blanding måtte derfor lages for utstøping, lagring ved 10 °C og prøving etter 28 døgn. Dette resultatet er derfor ikke fra samme blanding som de øvrige resultatene for Weber Bolt.

Tabell 3 Trykkfasthet i MPa for Zinkbolt (=Z), Weber Bolt (=W) og Nonset 50 (=N)

°C	1 døgn			2 døgn			3 døgn			7 døgn			28 døgn		
	Z	W	N	Z	W	N	Z	W	N	Z	W	N	Z	W	N
1,5	–	–	7,0	8,6	18,6	–	18,1	32,9	40,6	33,8	49,1	60,2	51,4	59,5	66,3
10	5,1	11,2	25,6	–	–	–	28,2	43,1	43,5	40,3	53,0	50,9	53,6	60,3*	61,4
21	22,6	37,9	34,0	–	–	–	38,2	48,3	43,2	44,8	52,0	50,6	55,7	61,2	57,6

* dette enkeltresultatet (28 døgn ved 10 °C) for Weber Bolt er basert på en separat mørtelblanding

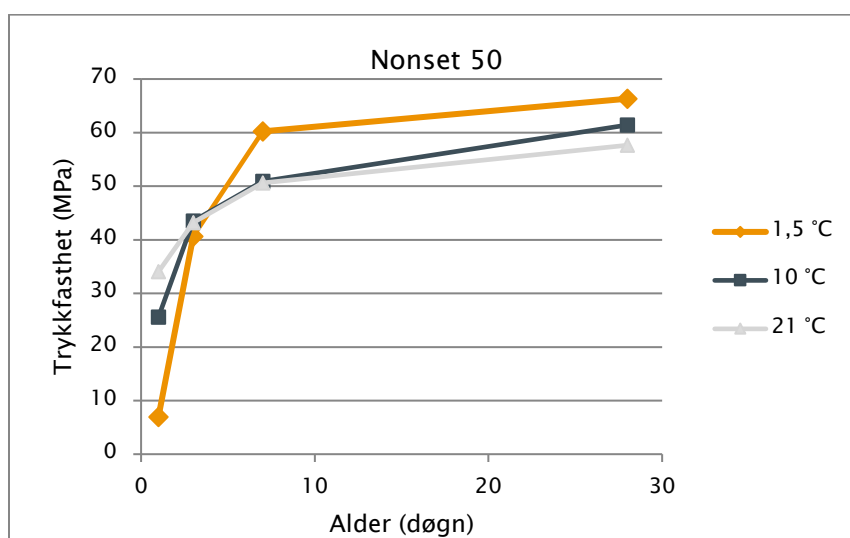
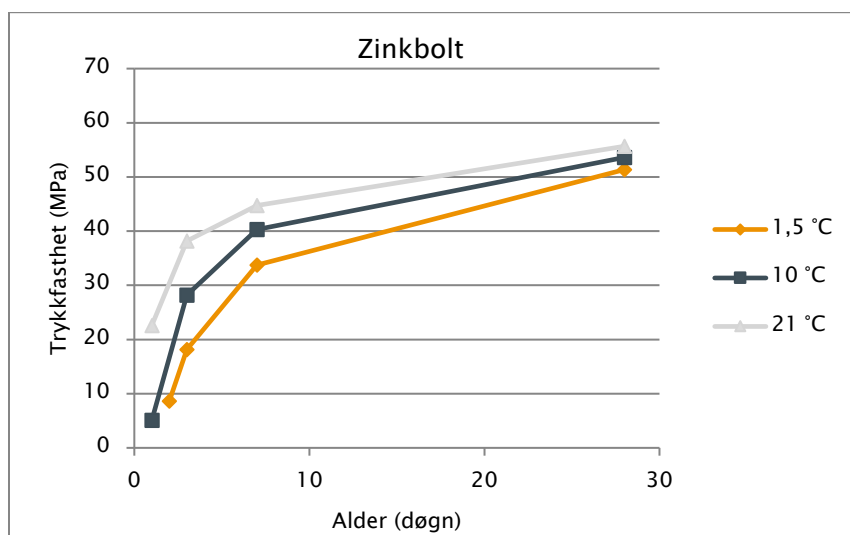
Fasthetsutviklingen er også vist i Figur 2 og Figur 3. Figur 2 viser lagringstemperaturens innvirkning på det enkelte produkt, mens Figur 3 sammenligner de tre mørtelproduktene for hver av lagringstemperaturene.

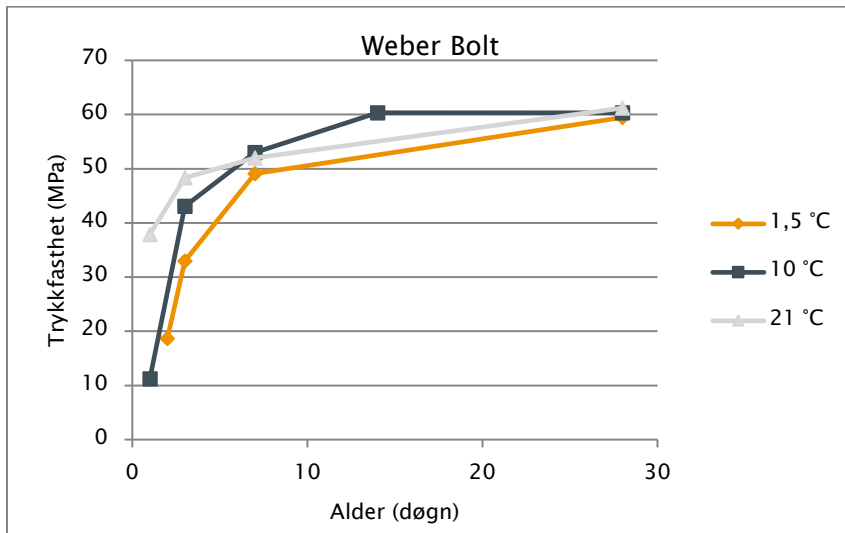
Når det gjelder effekten av temperatur på fasthet i vanlig betong (dvs. lagring ved konstant (isoterm) temperatur fra tidlig fase og gjennom hele herdeperioden), er det for betong under slike forhold en generell erfaring at hastigheten til den tidlige fasthetsutviklingen opptil 40–50 % av slutfastheten er temperaturaktivert, det vil si fastheten utvikles sent ved lav temperatur og raskt ved høy temperatur. Lav herdetemperatur i betong gir derfor sen fasthetsutvikling opp til en viss fasthet, men på lang sikt får man imidlertid økt slutfasthet fordi den lave temperaturen i tidlig fase gir tette/sterke hydratasjonsprodukter. For høy herdetemperatur er det motsatt, fastheten utvikles raskt opp til en viss fasthet, men hydratasjonsproduktene som dannes ved høy temperatur i tidlig fase gir redusert slutfasthet. Effekten med redusert slutfasthet for høy herdetemperatur i betong er imidlertid erfaringsmessig ikke til stede med mindre herdetemperaturen er vesentlig høyere enn 35 °C. Fastheten ved lav temperatur kan med andre ord ta igjen fastheten ved høy temperatur etter lang tid, og med lang tid snakker vi gjerne om «flere uker» for betong. Det er all grunn til å tro at samme temperatureffekt, på både tidligfasthet og slutfasthet, også gjelder for sementbaserte mørtler, men basert på erfaringer med betong er det altså ikke grunn til å forvente noen effekt av temperatur på slutfastheten i denne undersøkelsen i og med at den involverer bare lave/moderate temperaturnivåer.

For mørtelen Zinkbolt er fasthetsutviklingen som forventet jamfør erfaringene for betong diskutert ovenfor: Fastheten utvikles raskere med økende temperatur i tidlig fase, men fastheten blir etter lengre tid (28 døgn) omtrent lik for de tre lagringstemperaturene, anslagsvis fordi slutfastheten ikke er endret ettersom selv høyeste herdetemperatur (21 °C) er svært moderat.

For mørtelen Nonset 50 er resultatet mer overraskende ettersom de to laveste temperaturene (1,5 °C og 10 °C) tar igjen fastheten ved 21 °C allerede etter 3 døgn, og fastheten ved 1,5 °C utvikles deretter klart mest mellom 3 og 7 døgn og forblir høyest videre fram til 28 døgn. Grunnen til den overraskende høye fastheten ved lav temperatur allerede i tidlig fase for Nonset 50 er uklar, men vi kan ikke annet enn registrere at resultatene for 1,5 °C ved både 3, 7 og 28 døgn på mange vis bekrefter hverandre. I tillegg forsterkes troen på at resultatet er reelt ettersom resultatene ved 10 °C også tar igjen 20 °C-resultatene allerede ved 3 døgn og er høyere ved 28 døgn. Ved første prøvningstermin etter 1 døgn er det imidlertid mer forventet effekt av temperatur, hvor lav temperatur gir lavest fasthet.

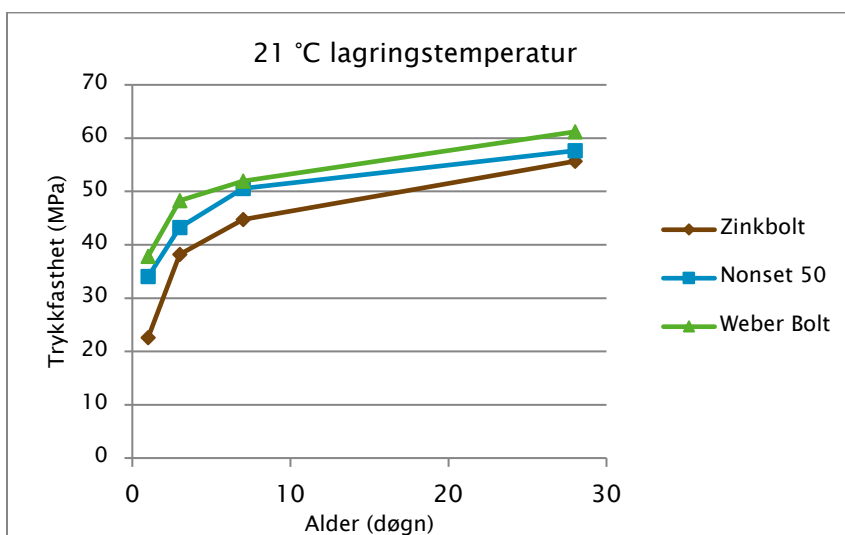
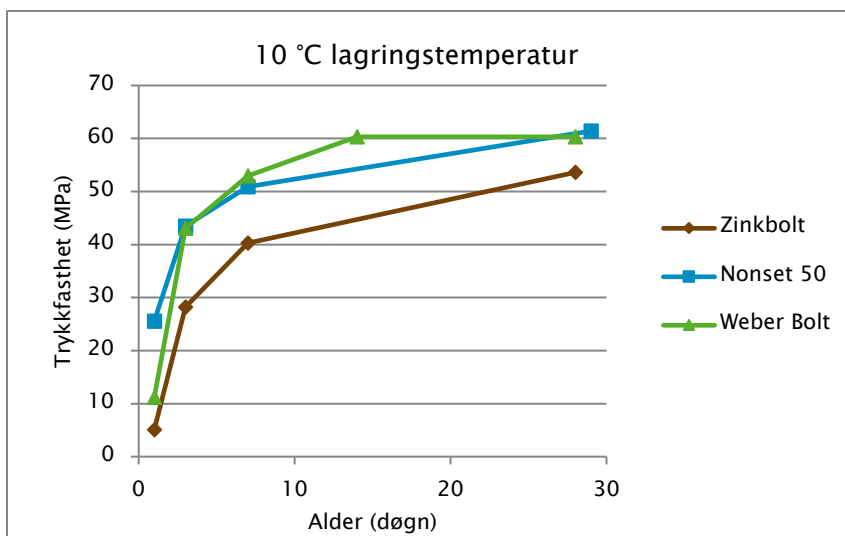
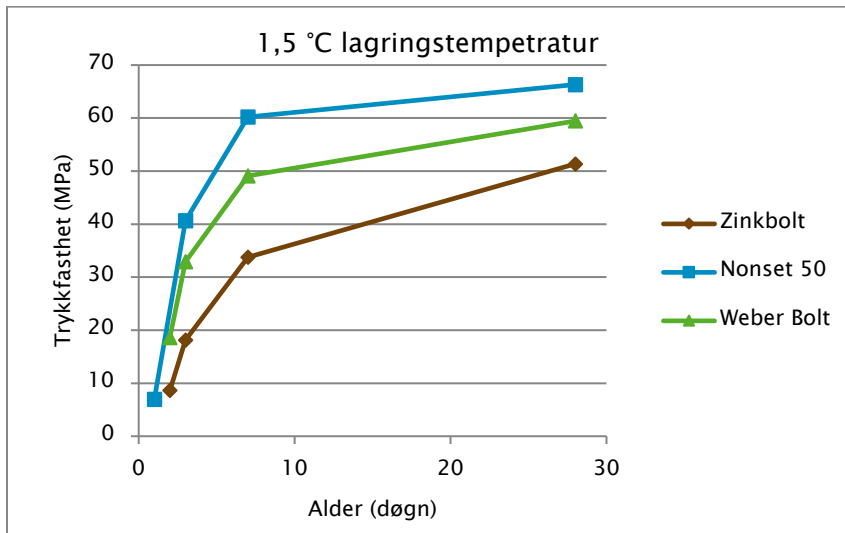
For mørtelen Weber Bolt tar fastheten fra de to laveste temperaturene igjen fastheten ved 21 °C etter ca. 7 døgn. Det mest overraskende resultatet her er kanskje den høye fastheten etter 14 dager ved 10 °C (som var feil termin, som diskutert tidligere). Sett bort fra dette enkeltresultatet er resultatet mer som forventet idet lav herdetemperatur gir senere fasthetsutvikling tidlig, og liten/ingen temperatureffekt etter 28 døgn.





Figur 2 Fasthetsutvikling for de tre mørtelproduktene. Sammenstilling for hver av mørtelproduktene

De samme fasthetsresultatene som diskutert ovenfor er også gitt i Figur 3, men her er mørtlene gitt i samme figur for hvert temperaturnivå. Vi kan igjen se at Nønsset 50 og Weber Bolt er vesentlig raskere enn Zinkbolt ved de to laveste temperaturene. Forskjellen mellom mørtlene avtar ved økende temperatur. Resultatene indikerer derfor at Zinkbolt er mest temperaturfølsom.



Figur 3 Fasthetsutvikling for de tre mørtelproduktene. Sammenstilling for hver av herdebetingelsene

5 Sammendrag

Herdebetingelser har, ikke overraskende, stor innvirkning på tidligfasthet til boltemørtel. Ved lave lagringstemperaturer og dermed også herdetemperaturer går fasthetsutviklingen senere enn ved høyere herdetemperaturer. Det er variasjon i fasthetsutviklingen mellom de ulike mørtelproduktene, og vi finner den største variasjonen ved den laveste herdetemperaturen.

Det som er felles for Nonset 50 og Weber Bolt er at fastheten ved lav temperatur tar igjen fastheten ved 21 °C overraskende tidlig; dvs. etter allerede 3 døgn for Nonset 50 og etter ca. 7 døgn for Weber Bolt.

Som tidligere nevnt gir produktdatabladene ingen detaljer om hvilken sement/bindemiddel de ulike mørtlene består av. Ulike sementer kan ha ulik temperaturfølsomhet, og den store forskjellen i temperaturfølsomhet som er observert her kan ligge i at produktene består av ulike sementer.

Ved alle de ulike herdetemperaturene viser Nonset 50 konsekvent både tidligst fasthetsutvikling samt den høyeste temperaturutviklingen. Det kan være ulike årsaker til dette, men mest trolig skyldes det en høyere dosering av sement og/eller en mer reaktiv sement.

Weber Bolt og Nonset 50 oppnår vesentlig høyere verdier for trykkfasthet enn deklarererte verdier i de tekniske databladene. Dette skyldes et lavere forbruk av vann i forsøkene, enn hva som er angitt i databladene for de ulike produktene. Av praktiske årsaker ble vanddosering for Weber bolt og Nonset 50 funnet ved å tilpasse konsistens ved rystebord mot tilsvarende verdier oppnådd for Zinkbolt. Mest optimalt ville ha vært å utført tilsvarende forsøk med disse mørtlene som tidligere omtalt forsøk med Zinkbolt ved SINTEF.

Det er høyst mulig at det i praksis brukes mer tyntflytende mørtelkonsistens ute på anlegg enn det som er brukt i dette forsøket. Det er mye å gå på før en ligger utenfor det kravet for fasthet, men anvendt mørtelkonsistens er i stor grad selvregulerende. Hvis mørtelen er for tyktflytende kan utførende få problemer med propp i slangen og hvis mørtelen er for tyntflytende vil den renne ut av boltehullet.

6 Referanser

- 1 NS-EN 1015-3 (2004): Prøvingsmetoder for mørtel til murverk – Del 3: Bestemmelse av konsistensen på fersk mørtel (ved rystebord).
- 2 [Skjølvold, O. \(2011\): Bergsikringsbolter – prøvegysing med ulik mørtelkonsistens. Gitt ut som Statens vegvesens rapporter nr. 96.](#)
- 3 NS-EN 1015-11 (1999) Prøvingsmetoder for mørtel til murverk – Del 11: Bestemmelse av bøyestrekfasthet og trykkfasthet til herdnet mørtel
- 4 Holter, K. G. (2015) Data samlet inn i forbindelse med PhD-arbeid: Properties of waterproof sprayed concrete linings. A study of EVA-based sprayed membranes for waterproofing of rail and road tunnels in hard rock and cold climate, NTNU, Trondheim

Vedlegg I Produktdatablader

Zinkbolt

Mørtel for innstøping av varmforsinkede bolter

PRODUKTBEKRIVELSE

Zinkbolt er en tixotrop, sementbasert, setningsfri tørrmørtel som ekspanderer 1 – 3 % før avbinding.

Zinkbolt er sammensatt av Portland-sement, tilslag med Dmax. 0,5 mm, ekspanderende, plastiserende og stabiliserende stoffer.

BRUKSOMRÅDE

Zinkbolt er utviklet for innstøping av varmforsinkede bolter.

Zinkbolt kan brukes til innstøping av fullt innstøpte, ikke forspente bolter og kombinasjonsbolter.

De ulike boltetyperne er nærmere beskrevet i "Håndbok i Fjellbolting", april 1994.

Mørtelen skal kun tilsettes vann.

Den ekspanderende komponenten gjør at massen ekspanderer 1 – 3 % i fersk tilstand.

Dette sikrer at **Zinkbolt** fyller godt ut det hulrom mørtelen fylles i, og slutter godt rundt bolten.

Massen må være plassert senest 45 minutter etter blanding. Dette for å få full utnyttelse av ekspansjonen.

BRUKSANVISNING

Zinkbolt blandes i egnet blande- og pumpeutstyr som kan være både mono- og stempelpumper.

Det er viktig at det ikke blir brukt mer vann enn nødvendig for å plassere mørtelen på en sikker måte.

Konsistensen skal være kremaktig.

Husk: Jo mer vann man bruker, jo lavere blir fastheten.

Dessuten vil for mye vann gi fare for sig i massen. Dette kan føre til dårlig innstøping av bolten.

Zinkbolt skal benyttes ved temperaturer over +5°C.

VERNETILTAK

For helse-, miljø- og sikkerhetsinformasjon - se eget sikkerhetsdatablad. Sikkerhetsdatabladene finnes på www.mapei.com.

MERK

De tekniske anbefalinger og detaljer som fremkommer i denne produktbeskrivelse representerer vår nåværende kunnskap og erfaring om produktene.

All ovenstående informasjon må likevel betraktes som retningsgivende og gjenstand for vurdering.

Enhver som benytter produktet må på forhånd forsikre seg om at produktet er egnet for tilsiktet anvendelse. Brukeren står selv ansvarlig dersom produktet blir benyttet til andre formål enn anbefalt eller ved feilaktig utførelse.

Alle leveranser fra Mapei AS skjer i henhold til de til enhver tid gjeldende salgs- og leveringsbetingelser, som anses akseptert ved bestilling.

**N.B! BØR UTFØRES
AV FAGFOLK**

TEKNISKE SPESIFIKASJONER		
Trykkfastheter MPa:		
Døgn	v/+5°C	v/+20°C
1	15,0	24,0
2	22,0	31,0
3	30,0	37,0
7	41,0	45,0
14	46,0	56,0
28	52,0	60,0
<p>Prøvingen er foretatt på 40 x 40 x 160 mm prismer. Benyttet vannmengde: 5,5 liter pr. sekk å 25 kg.</p> <p>Zinkbolt er testet m.h.p. permeabilitet i overgangssonen mørtel-varmforsinket bolt i henhold til beskrivelser i NS 3420 og ISO/DIS 7031, og den er testet m.h.p. forankringskapasitet for 18,5 mm varmforsinket kamstålsbolter innstøpt i Zinkbolt med verdi på 102,7 kN.</p> <p>Forsøkene er utført ved Sintef FCB. Prøvsresultatene oversendes ved forespørsel.</p> <p>Materialforbruk: 1,6 kg tørrmørtel pr. liter ferdig masse ved et vannforbruk på 5,5 ltr. pr. 25 kg mørtel.</p> <p>Emballasje: Zinkbolt leveres i 25 kg sekker.</p> <p>Lagring: Må lagres tørt. Er i uåpnede sekker holdbar i minst 12 måneder.</p>		

Produsent:

Mapei AS
Vallsetvegen 6, 2120 Sagstua, Norway
Tlf: +47 62 97 20 00 Fax: +47 62 97 20 99
post@mapei.no
www.mapei.com

Nonset® 50 / 50 FF / 50 SR – Nonset® 120 / 120 FF. Ekspanderende mørtel.

PRODUKTBESKRIVELSE

Nonset® er en sementbasert tørrmørtel som ekspanderer 1 – 3 % før avbinding. Mørtelen er sammensatt av sement, velgradert sand, ekspanderende, stabiliserende og plastiserende stoffer. Frostfri typene (FF) inneholder også stoffer som bevirker at sementen herder og massen ikke virker sprengende selv ved temperaturer ned til – 25°C.

Nonset 50 SR er en variant som inneholder sulfatresistent sement.

BRUKSOMRÅDE

For bolting (gysing), injeksjon, fugging samt understøpsarbeid i tykkelser fra 5 – 150 mm.

Nonset 50 og **Nonset 120** har forskjellig maks. kornstørrelser og ulikt vannbehov til de forskjellige anvendelsesområder.

Ferdig utblandet masse må være plassert senest $\frac{3}{4}$ time etter blanding for ikke å tape ekspansjon.

BRUKSANVISNING

Forarbeid

Løs betong og urenheter på flaten det støpes mot fjernes etter best mulig evne. Deretter vannes betongen, helst dagen før, slik at den kan tørke noe igjen. Blås bort fritt vann i huller og utspring. I kuldegrader tines overflaten og is fjernes f.eks. med propanflamme.

Blanding

Nonset®-mørtlene skal kun tilsettes vann og blandes i minst 3 minutter til klumpfri masse. Benytt ikke mer vann og bløtere masse enn nødvendig, da for mye vann kan gi separasjon, redusert fasthet og dårlig resultat.

Blanding kan ved mindre arbeider skje med drill og visp, og små mengder for hånd.

Tvangs- eller vanlig mørtelblander benyttes ved større arbeider.

For Frostfritypene benyttes lunkent

eller varmt vann, avpasset slik at temperaturen i den ferske massen blir ca. +20°C, dog aldri over +30°C.

Formbygging Understøp

Formen må være tett, festes godt og ha 25 – 50 mm overhøyde.

En trakt bygges på den ene siden for å helle massen i. Lag 10 – 20 mm klaring på de øvrige sider for kontroll av utfyllingen og for å stake i massen. Anvendes pumpe plasseres slangen midt i formen slik at massen flyter til alle kanter.

Utstøping

Massen helles i formen. Bank forsiktig på forsidene og stak i massen med f.eks. et tynt armeringsjern, slik at den flyter lettere og luftlommer unnvikes. Blanding og utstøping må gå i ett og uten avbrudd til formen er full. Spesialpumpe er å foretrekke ved større arbeider.

Boltegyssing

Til bolting benyttes **Nonset® 50** eller **Nonset® 50 FF**. Mørtelen blandes og pumpes med egnet utstyr. Mørtelen skal blandes til en kremaktig konsistens. Mateslangen føres så inn i bunnen av boltehullet og pumpingen starter. Slangen trekkes så sakte utover til hullet er fylt, deretter settes bolten inn. I vertikale takhull kan det være nødvendig å låse bolten med en kile eller lignende til mørtelen har bundet av.

Injeksjon

For **Nonset® 50 / Nonset® 50 FF**, anvendes hurtiggående mikser f.eks. kolloidkvern, og aktivator for å holde massen i konstant bevegelse.

Kabelinjeksjon

Kabelrørene blåses for å kontrollere at de er åpne og for å fjerne evt. fritt vann. Is fjernes ved å pumpe vann blandet med sprit gjennom kanalene. Hele massen holdes i bevegelse (aktivator) mens injeksjonen pågår. Dette er spesielt viktig

å påse for å oppnå et godt resultat med **Nonset® 50 FF**.

Avbryt injeksjonsarbeidet med jevne mellomrom, f.eks. hver 2. time, og vask utstyret og spyl slanger for å fjerne evt. gammel masse som bygger seg på.

Etterbehandling

Denne skjer sikrest og best ved å påføre frie overflater en membranherder umiddelbart og så tilføre vann fra neste dag og 3 – 4 dager framover. Tildekking med plastfolie er også effektivt og foretrekkes når flaten skal males.

VERNETILTAK

For helse-, miljø- og sikkerhetsinformasjon, se eget sikkerhetsdatablad. Sikkerhetsdatabladene finnes på www.mapei.com

MERK

De tekniske anbefalinger og detaljer som fremkommer i denne produktbeskrivelse representerer vår nåværende kunnskap og erfaring om produktene.

All ovenstående informasjon må likevel betraktes som retningsgivende og gjenstand for vurdering. Enhver som benytter produktet må på forhånd forsikre seg om at produktet er egnet for tilsiktet anvendelse. Brukeren står selv ansvarlig dersom produktet blir benyttet til andre formål enn anbefalt eller ved feilaktig utførelse.

Alle leveranser fra Mapei AS skjer i henhold til de til enhver tid gjeldende salgs- og leveringsbetingelser, som anses akseptert ved bestilling.

Produsent:

Mapei AS
Vallsetvegen 6, 2120 Sagstua, Norway
Tlf: +47 62 97 20 00 Fax: +47 62 97 20 99
post@mapei.no
www.mapei.com

Tekniske spesifikasjoner målt i laboratorium ved 20°C og 50% RF

Ekspansjon: 1 – 3 %
 Bleeding (vannsep.): 0 – 0,5 %

	Nonset® 50	Nonset® 120
Vannmengde pr. sekk		
- tungtflytende konsistens	9,0 ltr.	3,5 ltr.
- lettflytende konsistens	10,0 ltr.	4,5 ltr.
D max.	0,2 mm	1,5 mm
Utstøp tykkelse	injeksjon/gysing	15 – 20 mm
Trykkfasthet 28 døgn v/20°C	48 – 53 N/mm ²	50 – 60 N/mm ²

Fasthetsutvikling: Kurvene refererer til trykkprøving av prismer 40 x 40 x 160 mm. Vanntilsats er 9,5 l. for **Nonset® 50** produktene, og hhv. 4,0 ltr. og 3,5 l. for **Nonset® 120** produktene.

	Nonset® 50 FF	Nonset® 120 FF
Trykkfasthet 28 døgn - v/ +20°C	45 – 49 N/mm ²	50 – 55 N/mm ²
- v/ -15°C	30 – 37 N/mm ²	28 – 36 N/mm ²

Material forbruk
 Nonset® 50: 1,6 kg pr. liter masse
 Nonset® 120 2,0 kg pr. liter masse

Emballasje: 48 sekker pr. Europall (1200 kg) med krympeplast.
 Lagring: Må lagres tørt og er i uåpnede sekker holdbar i min. 12 måneder.

Bestandighetsklasser:
 For å oppfylle bestandighetsklasser, er maks. vanddosering (l/25 kg):

Bestandighetsklasse	N50	N50FF	N120	N120FF
*M60	12,1	13,2	6,5	6,6
M45	9,7	9,9	5,0	5,0
M40	8,6	8,8	4,5	4,4

Ved ønske om masse med bedre flyt ved lavt masseforhold, kan SP-stoff basert på melamin anbefales

* Fare for separasjon

Ekspanderende mørtel til boltefesting.

- Forankringsmørtel
- Til fleste typer bolt
- Tiksotrop

PRODUKTBESKRIVELSE

Weber Bolt er en ekspanderende kløridfri tørrmørtel basert på sement, gradert sand, ekspanderende plastiserende og stabiliserende tilsetningsstoffer. Mørtelen ekspanderer slik at svinn i plastisk fase elimineres. Ekspansjonstrykket utøver intet trykk på konstruksjonen etter avbinding.

BRUKSOMRÅDE

Weber Bolt er spesielt tiltenkt gysing av bolter i fjell. Mørtelen passer til gysing av kamstålbolter, rørbolter, kabelbolter samt CT-bolt. Mørtelen er pumpbar med meget stiv konsistens slik at den henger godt i vertikale boltehull. Mørtelen kan også benyttes til injeksjonsarbeider i fjell eller betong med spalteåpninger ca. 2-30 mm og til grouting i stålkonstruksjoner.

BLANDING

Mørtelen blandes i egnet blander. Ca 2/3 av vannet tilsettes først, deretter tørrmørtelen og til slutt vann til justering av konsistens. Mørtelens konsistens tilpasses anvendelsen. Bruk generelt minst mulig vann. Aktuelle pumper ved fjellsikring er mono- eller stempelpumper. Mørtelen må grunnet pågående ekspansjon plasseres senest 45 minutter etter blanding. Ved kamstålbolting stikkes først pumpe slangene helt inn i borhullet, hvorefter hullet fylles helt med mørtel. Deretter settes bolten inn.

BLANDEUTSTYR

Beste blanding oppnås ved bruk av tvangsblender eller spesialblandere benyttet innen fjellarbeider. Til mindre arbeider kan drill/visp anvendes.

ETTERBEHANDLING

Frie flater bør hvis mulig etterbehandles med membranherdner.

MILJØ/SIKKERHETSTILTAK

Sammen med fuktighet og vann virker mørtelen aggressiv mot hud og på slimhinner i øyne, nese og svelg på samme måte som andre sementbaserte produkter. Bruk derfor hansker, støvmaske og briller der det er fare for sprut. Mørtelen inneholder ingen andre helsefarlige stoffer. For ytterligere informasjon, se gjeldende sikkerhetsdatablad.

RENGJØRING OG VEDLIKEHOLD

Verktøy rengjøres med vann.

FARGE

Grå

PRODUKTINFORMASJON

FORPAKNING



Leveres i 25 kg impregnerte papirsekker og i 5 kg plastspann.

LAGRING

12 måneder fra produksjonsdato i uåpnede sekker på innplastet pall og under tørre forhold. Sekker som er åpnet, må brukes omgående.

MERKNADER

Informasjonen som er gitt i dette datablad bygger på vår nåværende kunnskap og erfaring om produktet. All ovenstående informasjon må betraktes som retningsgivende. Det er brukerens ansvar å påse at produktet er egnet for tilsiktet anvendelse samt utføre egenkontroll. Brukeren står ansvarlig dersom produktet blir anvendt til andre formål enn anbefalt eller ved feil utførelse. Vi står gjerne til rådighet for veiledning i bruk av våre produkter.

PRODUKTSPEKIFIKASJONER

Materialforbruk	Ca. 1,6 kg pr. liter ferdig masse
Påføringstemperatur	Over +5 °C
Vannbehov	5,5-6 liter pr. 25 kg sekk
Bindemiddel	Portlandsement
Ekspansjon	1-2%
Brukstid	Ca. 45 min
Konsistens	Tiksotrop
Frostbestandighet	Ja
PRnummer	40625

ANVENDELSE

Utvendig bruk	Ja
Innvendig bruk	Ja

TRYKKFASTHET

1 døgn	Ca. 30 MPa
7 døgn	Ca. 45 MPa
28 døgn	Ca. 55 MPa



Statens vegvesen
Vegdirektoratet
Publikasjonsekspedisjonen
Postboks 8142 Dep 0033 OSLO
Tlf: (+47) 22073000
publvd@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

Trygt fram sammen