

Publikasjon nr. 7

Sprøytebetong til bergsikring

Vedlegg 1:

Informasjonsskriv av september 2015
vedrørende praktisering og tolkning av
retningslinjer

Norsk Betongforenings publikasjoner er utarbeidet av fagpersoner utnevnt av Norsk Betongforenings styre. Det er gjort det ytterste for å sikre at innholdet er i samsvar med kjent viten på det tidspunktet redaksjonen ble avsluttet. Feil eller mangler kan likevel forekomme.

Norsk Betongforening, forfattere eller fagkomiteen har intet ansvar for feil eller mangler i publikasjonen og mulige konsekvenser av disse.

Det forutsettes av publikasjonen benyttes av kompetente, fagkyndige ingeniører med forståelse for begrensningene og forutsetningene som legges til grunn.

FORORD

Denne utgaven av Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 7 "Sprøytebetong til bergsikring" avløser utgaven av 2003. Siden forrige revisjon er det utgitt felleseuropeiske standarder som omhandler sprøytebetong. Disse standardene dekker både tørr- og våtmetoden benyttet til alle formål: Sikring og forsterkning av berg- og løsmasser, selvstendige konstruksjoner, samt reparasjon og oppgradering av eksisterende konstruksjoner. Standardene inneholder følgelig kompromisser og regler som ikke gjelder bergsikring. De som kun er interessert i bergsikring (som med stor rett kan karakteriseres som et eget fagområde), vil måtte vurdere og filtrere ut det som er relevant. Til tross for standardene er det derfor ansett som ønskelig med en revidert Publikasjon nr. 7 av samme karakter som de tidligere utgavene.

Publikasjonen er et støttedokument for standardene, se kap. 1.1.1, og bør leses sammen med disse. Publikasjonen omhandler kun det som er aktuelt for bergsikring i disse standardene, og utdyper, presiserer og forklarer standardenes bestemmelser. I forhold til standardenes formuleringer er det i denne publikasjonen:

- begrensninger av valgmuligheter der dette er ønskelig ut fra utførelsesmetode og/eller bruksområde,
- presiseringer og forklaringer for tilpasning til norske tradisjoner og praksis. I enkelte tilfeller kan presiseringer være i form av tillegg/supplement,
- andre regler enn i NS-EN. I hovedsak gjelder dette prøvingsmetoder samt totrinns prinsippet for kontrollhyppighet.

Publikasjonen er et tilbud til de som fortsatt ønsker en samlet framstilling av kravene som gjelder til *våtsprøytebetong benyttet til bergsikring*, - med forklarende tekst og illustrasjoner. Publikasjonen er inndelt i kap. 1 Produktspesifikasjon, kap. 2 Prøvingsmetoder og evaluering, og kap. 3 Veiledning. Kap. 1 og 2 kan også henvises til som beskrivelse i kontraktssammenheng.

Revisjonskomiteen har bestått av:

Eystein Grimstad, NGI
Torbjørn Yri, Sweco AS
Ola Woldmo, Woldmo Consulting AS
Christine Hauck, Veidekke Entreprenør AS
Jan-Erik Hetlebakke Entreprenørservice AS
Petter Brandtzæg, AF-Gruppen AS
Tom Farstad, AF-Gruppen AS

Tom Fredvik, NorBetong AS
Thomas Beck, Rescon Mapei AS
Synnøve A. Myren, Vegdirektoratet
Karen Klemetsrud, Vegdirektoratet
Øyvind Bjøntegaard, Vegdirektoratet
Reidar Kompen, Vegdirektoratet

Oslo, juni 2011

September 2015:

I september 2015 ble Publikasjonen supplert med et VEDLEGG 1, som er et informasjonsskriv fra Sprøytebetongkomiteen. Skrivet gir noen presiseringer og anbefalinger, spesielt gjelder dette temaene ansvar og dokumentasjon av energiabsorpsjonskapasitet i prøveplater. Skrivet angir ingen endringer i forhold til anbefalingene i Publikasjonen.

Oslo, september 2015

INNHold

| | |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| BAKGRUNNEN FOR REVISJONEN | 6 |
| 1 PRODUKTSPEKIFIKASJON, VÅTSPRØYTEBETONG TIL BERGSIKRING..... | 8 |
| 1.1 GENERELT..... | 8 |
| 1.1.1 <u>Henvisninger</u> | 8 |
| 1.1.2 <u>Spesifikasjon av sprøytebetong</u> | 9 |
| 1.2 MATERIALEGENSKAPER | 11 |
| 1.2.1 <u>Bestandighetsklasser, masseforhold</u> | 11 |
| 1.2.2 <u>Kloridklasse</u> | 11 |
| 1.2.3 <u>Alkalireaktivitet</u> | 12 |
| 1.2.4 <u>Luftinnhold</u> | 12 |
| 1.2.5 <u>Fasthetsklasser</u> | 12 |
| 1.2.6 <u>Energiabsorpsjon, effekt av fiberarmering</u> | 13 |
| 1.2.6.1 <u>Oppstart av arbeidene</u> | 13 |
| 1.2.6.2 <u>Gjennomføring av arbeidene</u> | 14 |
| 1.2.7 <u>Tidligfasthet</u> | 14 |
| 1.2.8 <u>Heftfasthet</u> | 14 |
| 1.2.9 <u>Øvrige materialeegenskaper</u> | 15 |
| 1.2.9.1 <u>Bøyestrekfasthet</u> | 15 |
| 1.2.9.2 <u>Densitet</u> | 15 |
| 1.2.9.3 <u>E-modul</u> | 15 |
| 1.3 DELMATERIALER..... | 16 |
| 1.3.1 <u>Sement</u> | 16 |
| 1.3.2 <u>Silikastøv og andre tilsetningsmaterialer</u> | 16 |
| 1.3.3 <u>Tilslag</u> | 16 |
| 1.3.4 <u>Vann</u> | 16 |
| 1.3.5 <u>Tilsetningsstoffer</u> | 17 |
| 1.3.6 <u>Fiber</u> | 17 |
| 1.4 PRODUKSJON AV BASISBETONG | 18 |
| 1.4.1 <u>Blanding</u> | 18 |
| 1.4.2 <u>Fiberinnhold og fiberfordeling</u> | 18 |
| 1.4.3 <u>Transport av basisbetong</u> | 19 |
| 1.4.4 <u>Temperatur for basisbetong og akselerator</u> | 19 |
| 1.4.5 <u>Konsistens</u> | 19 |
| 1.5 UTFØRELSE AV SPRØYTEBETONG..... | 20 |
| 1.5.1 <u>Bestilling av sprøyteutførelse, forberedende arbeider</u> | 20 |
| 1.5.1.1 <u>Rensk</u> | 20 |
| 1.5.1.2 <u>Geologisk kartlegging</u> | 20 |
| 1.5.1.3 <u>Drenering av underlaget</u> | 21 |
| 1.5.1.4 <u>Rengjøring av underlaget</u> | 21 |
| 1.5.1.5 <u>Tildekking</u> | 21 |
| 1.5.1.6 <u>Underlagets temperatur</u> | 21 |
| 1.5.2 <u>Sprøyteutførelse</u> | 22 |
| 1.5.2.1 <u>Oppstart av sprøyting</u> | 22 |
| 1.5.2.2 <u>Innstilling og justering av strålen</u> | 22 |
| 1.5.2.3 <u>Føring av sprøytemunnstykket</u> | 22 |
| 1.5.2.4 <u>Tykkelse, ujevnhetsfaktor og nødvendig volum</u> | 22 |
| 1.5.3 <u>Herdetiltak</u> | 23 |
| 1.5.3.1 <u>Temperatur under herding</u> | 23 |
| 1.5.3.2 <u>Tiltak mot uttørring</u> | 23 |
| 1.5.4 <u>Sprøyterapport</u> | 23 |

| | | |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.5.5 | Etterfølgende arbeider | 24 |
| 1.6 | KVALITETSKONTROLL OG DOKUMENTASJON | 25 |
| 1.6.1 | Utførelsesklasse | 25 |
| 1.6.1.1 | <u>Utførelsesklasse 1</u> | 26 |
| 1.6.1.2 | <u>Utførelsesklasse 2</u> | 26 |
| 1.6.1.3 | <u>Utførelsesklasse 3</u> | 26 |
| 1.6.2 | Kontrollomfang | 27 |
| 1.6.2.1 | Produksjonskontroll | 28 |
| 1.6.2.2 | <u>Betongprodusentens kontroll</u> | 29 |
| 1.6.2.3 | <u>Entreprenørens kontroll og produktdokumentasjon</u> | 29 |
| 1.7 | TILTAK I TILFELLE AVVIK | 30 |
| 1.8 | GRUNNLAG FOR OPPGJØR, MÅLEREGEL | 30 |
| 1.8.1 | Volum | 30 |
| 1.8.2 | Prelletap | 30 |
| 2 | PRØVINGSMETODER OG EVALUERING | 31 |
| 2.1 | BETONGEGENSKAPER | 31 |
| 2.1.1 | Masseforhold | 31 |
| 2.1.2 | Kloridinnhold | 31 |
| 2.1.3 | Alkalireaktivitet | 31 |
| 2.1.4 | Trykkfasthet | 32 |
| 2.1.4.1 | <u>Trykkfasthet av basisbetong</u> | 32 |
| 2.1.4.2 | <u>Kjerneprøver av herdnet sprøytebetong</u> | 32 |
| 2.2 | KONTROLL OG DOKUMENTASJON AV UTFØRELSE | 33 |
| 2.2.1 | Heftfasthet | 33 |
| 2.2.2 | Tykkelse | 33 |
| 2.2.3 | Prelletap | 34 |
| 2.3 | FIBERINNHold OG FIBERFORDELING | 35 |
| 2.3.1 | Prøvetaking | 35 |
| 2.3.2 | Målemetode | 35 |
| 2.3.3 | Evaluering | 35 |
| 2.4 | ENERGIABSORPSJON, FRAMSTILLING AV PLATEPRØVER OG PRØVING I LABORATORIET | 36 |
| 2.4.1 | Måleprinsipp | 36 |
| 2.4.2 | Prøveformer | 36 |
| 2.4.3 | Framstilling av plateprøver | 37 |
| 2.4.4 | Etterbehandling og lagring | 38 |
| 2.4.5 | Prøvingsutstyr og prøvingsoppsett | 38 |
| 2.4.6 | Gjennomføring av plateprøvingen | 40 |
| 2.4.7 | Beregning av energiabsorpsjon | 41 |
| 2.4.8 | Rapportens innhold | 42 |
| 2.4.9 | Eksempel på beregning av energiabsorpsjon | 43 |
| 2.4.10 | Alternativ plategeometri: Kvadratiske plateprøver | 44 |
| 2.4.11 | Referanser til kapittel 2.4 | 45 |
| 3 | VEILEDNING | 46 |
| 3.1 | DIMENSJONERING AV BERGSIKRING | 46 |
| 3.1.1 | Innledning | 46 |
| 3.1.2 | Sikringsfilosofi | 48 |
| 3.1.3 | Bestemmelse av bergmassens kvalitet for valg av sikring | 49 |
| 3.1.4 | Virkemåte og bruddmekanismer | 51 |
| 3.1.4.1 | <u>Virkemåte</u> | 51 |

| | | |
|--------------|------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.1.4.2 | <u>Stålfiber- og plastfiberarmert sprøytebetong</u> | 51 |
| 3.1.4.3 | <u>Bruddmekanismer</u> | 52 |
| 3.1.5 | Beregningsmetoder | 53 |
| 3.1.5.1 | <u>Generelt</u> | 53 |
| 3.1.5.2 | <u>Estimering og måling av ujevnhet i tunneloverflaten</u> | 53 |
| 3.1.5.3 | <u>Hefffasthet mellom sprøytebetong og underlaget</u> | 55 |
| 3.1.5.4 | <u>Beregningsgrunnlag</u> | 56 |
| 3.1.5.5 | <u>Beregningsmodeller</u> | 58 |
| 3.1.6 | Sikring under spesielle forhold | 60 |
| 3.1.6.1 | <u>Sprøyting i svakhetssoner</u> | 60 |
| 3.1.6.2 | <u>Sprøyting under høye bergtrykk</u> | 62 |
| 3.1.6.3 | <u>Sprøyting omkring vannlekkasjer</u> | 63 |
| 3.1.7 | Referanser til kapittel 3.1 | 64 |
| | | |
| 3.2 | UTSTYR | 65 |
| 3.2.1 | <u>Generelt</u> | 66 |
| 3.2.2 | <u>Betongpumpe</u> | 66 |
| 3.2.3 | <u>Betongslange</u> | 67 |
| 3.2.4 | <u>Munnstykke</u> | 68 |
| 3.2.5 | <u>Trykkluft</u> | 68 |
| 3.2.6 | <u>Akseleratordosering</u> | 68 |
| 3.2.7 | <u>Utstyr til tørrsprøyting</u> | 69 |
| | | |
| 3.3 | BETONG | 70 |
| 3.3.1 | <u>Generelt</u> | 70 |
| 3.3.2 | <u>Materialegenskaper</u> | 70 |
| 3.3.2.1 | <u>Bestandighetsklasser, materialsammensetning</u> | 70 |
| 3.3.2.2 | <u>Fasthet</u> | 71 |
| 3.3.2.2.1 | <u>Fasthet ved normert herdetid</u> | 71 |
| 3.3.2.2.2 | <u>Tidligfasthet</u> | 73 |
| 3.3.2.3 | <u>Hefffasthet</u> | 74 |
| 3.3.2.4 | <u>Bøyestrekfasthet</u> | 74 |
| 3.3.2.5 | <u>Tykkelse</u> | 74 |
| 3.3.2.6 | <u>Bestandighet</u> | 75 |
| 3.3.3 | <u>Delmaterialer</u> | 76 |
| 3.3.3.1 | <u>Sement</u> | 76 |
| 3.3.3.2 | <u>Silikastøv</u> | 76 |
| 3.3.3.3 | <u>Tilslag</u> | 77 |
| 3.3.3.4 | <u>Tilsetningsstoffer</u> | 78 |
| 3.3.3.4.1 | <u>Superplastiserende tilsetningsstoff (SP-stoff)</u> | 78 |
| 3.3.3.4.2 | <u>Luftinnførende tilsetningsstoff (L-stoff)</u> | 79 |
| 3.3.3.4.3 | <u>Sprøytebetongretarder</u> | 79 |
| 3.3.3.4.4 | <u>Internherdner</u> | 79 |
| 3.3.3.4.5 | <u>Pumpeforbedrende tilsetningsstoff</u> | 80 |
| 3.3.3.4.6 | <u>Akselerator</u> | 80 |
| 3.3.3.5 | <u>Fiber</u> | 82 |
| 3.3.4 | <u>Betongproduksjon</u> | 82 |
| 3.3.4.1 | <u>Blandeanlegg</u> | 82 |
| 3.3.4.2 | <u>Blanding</u> | 83 |
| 3.3.4.3 | <u>Transport</u> | 83 |
| 3.3.5 | <u>Praktisk kvalitetssikring</u> | 84 |
| 3.3.5.1 | <u>Kvalitetsdokumentasjon</u> | 85 |
| 3.3.5.2 | <u>Sjekkliste</u> | 89 |
| | | |
| 3.4 | UTFØRELSE | 91 |
| 3.4.1 | <u>Forberedelser</u> | 91 |
| 3.4.1.1 | <u>Rengjøring av underlag</u> | 91 |
| 3.4.1.2 | <u>Drenering av underlaget</u> | 91 |
| 3.4.1.3 | <u>Tildekking</u> | 91 |
| 3.4.1.4 | <u>Sjekk av utstyr</u> | 91 |
| 3.4.2 | <u>Sprøyting</u> | 91 |

| | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.4.2.1 | <u>Sprøyting mot armering</u> | 91 |
| 3.4.3 | Armering | 92 |
| 3.4.4 | Herdetiltak | 92 |
| 3.5 | ARBEIDSMILJØ OG SIKKERHET (HMS) | 93 |
| 3.6 | FEILSØKING VED PROBLEMER | 94 |
| 3.6.1 | Innledning | 94 |
| 3.6.2 | Problemløsning | 94 |
| 3.6.2.1 | <u>Sjekkliste</u> | 94 |
| 3.6.2.2 | <u>Produksjon av basisbetong for sprøyting</u> | 95 |
| 3.6.2.3 | <u>Kjemi og reaksjon mellom sement og akselerator</u> | 96 |
| 3.6.2.4 | <u>Sprøyteutstyr</u> | 99 |
| 3.6.2.5 | <u>Omgivelsenes innvirkning</u> | 100 |
| 3.6.2.6 | <u>Kommunikasjon</u> | 101 |
| Vedlegg 1 (sept. 2015) | | |
| | <u>Informasjonsskriv vedrørende praktisering og tolkning av retningslinjer angitt i NB7</u> | 103 |

Informasjonsskriv vedrørende praktisering og tolkning av retningslinjer angitt i Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 7: «Sprøytebetong til bergsikring»

Innledning

Revidert utgave av Norsk Betongforenings publikasjon nr. 7 (heretter benevnt NB 7:2011) kom ut i august 2011 og vi har erfart at enkelte punkter i publikasjonen oppfattes ulikt i bransjen. Det har for eksempel vært knyttet en del usikkerhet knyttet til ansvar, samt dokumentasjon av energiabsorpsjonskapasitet i prøveplater.

I dette informasjonsskrivet kommer en del presiseringer og anbefalinger som forhåpentligvis vil bidra til å gi enhetlig praksis og forståelse.

Ansvar

De betongegenskapene som inngår i bestillingen av basisbetong for sprøytebetong har betongprodusenten ansvar for, mens utførelsen fram til det ferdige produktet har den utførende av sprøytebetong ansvaret for. Det er naturlig at sprøyteentreprenøren har ønskemål mht. basisbetongens bruksegenskaper utover de grunnleggende krav som er stilt fra byggherre. Samarbeid mellom betongprodusent og sprøyteentreprenør om betongsammensetning for basisbetong bør derfor som hovedregel finne sted.

Spesifikasjonen av sprøytebetong fra byggherre vil inneholde energiabsorpsjonsklasse, dvs. krav til minimum energiabsorpsjon. Spesifikasjonen for fiberarmert sprøytebetong vil normalt ikke inneholde krav om bruk av en spesifikk fiber. Det er entreprenørens frihet å velge fiberprodukt og fiberdosering for å oppfylle det gitte kravet til energiabsorpsjon. Betongprodusentens ansvar er (når han har påtatt seg å tilsette fiberen til basisbetongen) å tilsette fiber i spesifisert mengde, og sørge for at disse blir innblandet til tilfredsstillende fordeling. Den som tilsetter fiberen har også ansvar for kontroll og dokumentasjon av fiberinnhold/fiberfordeling. Hvis dette er tilfredsstillende har entreprenøren ansvaret for at prøver av energiabsorpsjon viser tilfredsstillende resultater.

Det anbefales at sprøytebetongentreprenøren gis overordnet ansvar for både å dokumentere og sikre at beskrevet energiabsorpsjonsklasse tilfredsstilles, herunder sammen med betongleverandøren sikre at krav til basisbetongen oppfylles, og i samråd med fiberleverandør bestemme type fiber med tilhørende dosering.

Fiberleverandøren vil normalt være den som innehar mest erfaring og sitter med mest dokumentasjon med hensyn til fiberdoseringen som er nødvendig for å oppnå kravet til energiabsorpsjonskapasitet, dernest sprøyteentreprenøren. Sprøyteentreprenøren vil selvsagt benytte sin egen erfaring og i størst mulig grad nyttiggjøre seg fiberleverandørens erfaring for å velge riktig fiberdosering.

Plateprøving (energiabsorpsjonskapasitet), generelt

Runde og kvadratiske plater er sidestilt og begge geometriene kan benyttes, men runde plater dominerer i Norge ettersom dette har vært tradisjon fra tidligere, og de er lettere å håndtere. En prøveserie/et prøveresultat skal bestå av minst 3 prøveplater. Enkelte velger å produsere 4 prøveplater ved hvert prøveuttak for å ha en ekstra i tilfelle man får skade på en plate eller det er andre grunner som tilsier bruk av den fjerde platen. Det skal alltid måles fiberinnhold og fiberfordeling fra samme lass som det sprøytes plater av. Betongprodusenten (som måler fiberinnhold og fiberdosering) og entreprenøren (som produserer plateprøver) må samordne slik at samme betonglass er basis når plateprøver skal sprøytes. Noe redusert akseleratormengde under sprøyting av prøveplater er ofte en forutsetning for god avretting av platene etter sprøyting.

Ved rapportering av et prøveresultat skal alle 3 plateprøvene inngå i gjennomsnittet uavhengig av platen sin bruddform (momentbrudd, skjærbrudd).

VEDLEGG 1: Informasjonsskriv til Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 7

Ved forhåndsdokumentasjon kreves en margin til kravet for aktuell energiabsorpsjonsklasse (Tabell 3 i NB 7:2011), mens det ved dokumentasjon i selve prosjektet ikke kreves margin (Tabell 4 i NB7:2011). Det skal være separat dokumentasjon for M45- og for M40-kvalitet, både når det gjelder forhåndsdokumentasjon og dokumentasjon i prosjekt. Byggherren skal etterspørre og kontrollere forhåndsdokumentasjonen før oppstart.

Når det gjelder bestemmelse av produsert volum av den fiberarmerte sprøytebetongen, og dermed prøvningsfrekvens for plateprøving (og fiberinnhold), gjelder i prinsipp ikke produksjon av «andre betongsammensetninger» (f.eks. sprøytebetong uten fiber til armerte buer, etc). Dette kan imidlertid være frivillig all den tid inkludering av andre resepter fører til økt dokumentasjonsomfang for den fiberarmerte sprøytebetongen.

Spredning i resultater ved plateprøving

En prøveserie/et prøveresultat på energiabsorpsjonskapasitet er gjennomsnittresultatet fra minst 3 prøveplater som er sprøytet på samme sted og rett etter hverandre av samme betonglass. Før utgivelsen av NB 7:2011 utførte Sprøytebetongkomiteen en rekke serier med plateforsøk, se [1] og [2]; disse viste en gjennomsnittlig spredning (variasjonskoeffisient) på 8,5 % for et gitt laboratorium. For øvrig varierte spredningen normalt fra noen få % og opp til 15 %, og en spredning på over 20 % opptrer også nå og da.

En rekke såkalte ringforsøk på plateprøving er også gjennomført, både i Norge og internasjonalt [3]. Erfaringen her er at gjennomsnittlig spredningen for prøveresultater mellom ulike laboratorium ligger på rundt 10-12 %, noe som må karakteriseres som bra med de tanke på den gjennomsnittlig spredningen på 8,5% mellom tre paneler innad i et og samme laboratorium.

Naturlig spredning fører dermed til at hvis man legger seg for nære kravet vil faren for å få undermålere i et prosjekt være stor. Helt analogt med for eksempel trykkfasthet bør man derfor legge seg over krevd nivå for å ta høyde for spredningen.

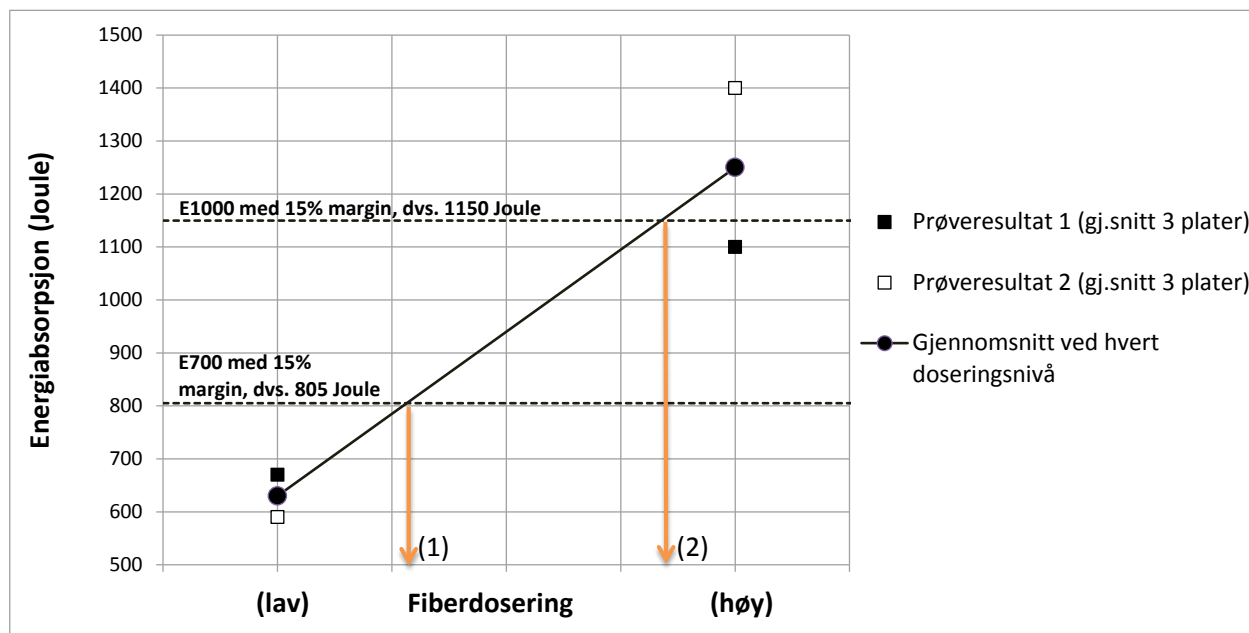
Dokumentasjon av Energiabsorpsjonskapasitet (kapittel 1.2.6.1 i NB 7:2011)

Forhåndsdokumentasjon - Alternativ A (med margin til kravet): Forhåndsdokumentasjonen kan baseres på tidligere resultater på betong(er) produsert andre steder og hvor den aktuelle fiberen og betongkvaliteten er benyttet. I dette tilfellet skal resultatene ha margin til kravet ved oppstart i prosjektet, se tabell 3 i NB 7:2011.

Man kan også basere sin forhåndsdokumentasjon på to (eller flere) fiberdoseringsnivå. Dette gir muligheten for å interpolere mellom resultatene (ikke ekstrapolering) og slik finne den fibermengden som kan benyttes ved oppstart i prosjektet. Figur 1 viser et eksempel med bruk av 2 fiberdoseringsnivåer, og 2 prøvningsresultater ved hvert doseringsnivå (dvs. 15 % marginen gjelder), og det er interpolert mellom resultatene for å finne nødvendig dosering for E700 (fiberdosering 1) og E1000 (fiberdosering 2). I denne forbindelse kan det også være fornuftig å gjøre seg noen egne refleksjoner i valget av endelig fiberdosering hvis det evt. er stor spredning mellom prøveresultater for en gitt fiberdosering, for eksempel ved en spredning som angitt mellom prøveresultat 1 og 2 for høy fiberdosering i Figur 1.

Forprøving i prosjekt – Alternativ B (uten margin til kravet)

Forprøving står beskrevet i kapittel 1.2.6.1, og tabell 4 gjelder da (samme krav gjelder også for løpende dokumentasjon i selve prosjektet, se kapittel 1.2.6.2). Det har utviklet seg en praksis å bruke interpolasjonsmetoden også i prosjekt både ved forprøving (med aktuelt utstyr og aktuell betong) og ved løpende dokumentasjon, noe som ikke er beskrevet i NB 7:2011. Sprøytebetongkomiteen mener interpolasjonsmetoden brukt i prosjekt kan være fornuftig ettersom det ligger robusthet i det at prøvningsomfanget øker, samt at det gir grunnlag for hurtig tilpasning hvis det evt. er behov for å endre fiberdoseringen. Naturlig spredning ble diskutert ovenfor og for forprøving i prosjekt, hvor det ikke er krevd margin til kravet, vil det likevel være svært fornuftig å velge et fibernivå som er noe høyere enn det som faller direkte ut fra selve interpoleringen.



Figur 1 Illustrasjon på forhåndsdokumentasjon (alternativ A) av energiabsorpsjon med bruk av 2 doseringsnivåer og 2 prøvningsresultater ved hvert doseringsnivå, noe som betyr 15 % margin til E-klassen i hht. Tabell 3 i NB 7:2011.

Ved bruk av interpolasjonsmetoden i prosjekt vil det da være behov for å sprøyte ett eller flere platesett med lavere fiberdosering enn det som benyttes i den daglige sprøytebetongproduksjonen. Etter sprøytingen av plateprøver vil det være et ønske om å bruke den resterende betongen i bilen. Dette må da avtales med byggherre/geolog. Det er eksempler på at aksept for bruk av slike enkeltklass med for lav fiberdosering til bergsikring er gitt (f.eks. område med god bergkvalitet), evt. så har man funnet annen fornuftig stedlig anvendelse. Avtalte prosedyrer innarbeides med fordel i prosjektets kontrollplan.

Dokumentasjon av fiberinnhold og fiberfordeling

Tendenser til fiberballing er blitt mindre etter at kravet til dokumentasjon av fiberinnhold/fordeling ble innført. For høy synk (separasjonsfare) er imidlertid erfart å gi risiko for dårlig fiberfordeling.

Prøvningshyppighet

Prøvningshyppigheten for fiberinnhold/fiberdosering og energiabsorpsjonskapasitet er i NB7:2011 gitt i henholdsvis Tabell 6 og i Tabell 7.

Referanser

- [1] Bjøntegaard Ø. and Myren S.A. (2011) The accuracy of FRS concrete panel tests. Tunneling Journal, Oct/Nov 2011, pp. 44-50
- [2] Bjøntegaard Ø. and Myren S.A. (2011) Fibre Reinforced Sprayed Concrete Panel Tests: Main results from a methodology study performed by the Norwegian sprayed concrete committee. Sixth International Symposium on Sprayed Concrete, 12.-15. September 2011, Tromsø, Norway
- [3] Bjøntegaard Ø., Myren S.A. and Skjølvold O. (2013) Round Robin Test program on Energy Absorption Capacity of Round Panels according to Norwegian Concrete Association's Publication no 7:2011. COIN Project report 48 – 2013, SINTEF Building and Infrastructure, ISSN 1891–1978 (online), ISBN 978-82-536-1349-9 (pdf), p.52