



Statens vegvesen

Betong regelverk 2006

Standarder og Prosesskode

RAPPORT

Teknologiavdelingen

Nr. 2467

Seksjon for materialteknikk
Dato: 2006-09-05



Statens vegvesen

Vegdirektoratet
Teknologiavdelingen

Postadr.: Postboks 8142 Dep
0033 Oslo

Telefon: 22 07 35 00

www.vegvesen.no

TEKNOLOGIRAPPORT nr. 2467

Tittel

**Betong regelverk 2006
Standarder og Prosesskode**

Utarbeidet av

Reidar Kompen, Seksjon for materialteknikk

Dato:

2006-09-05

Saksbehandler

Reidar Kompen

Prosjektnr:

Kontrollert av

Kjersti Kvalheim Dunham

Antall sider og vedlegg:

Sammendrag

Siktemålet med rapporten er å lette overgangen til en ny utgave av "Prosesskode - 2". Rapporten veileder om sentrale temaer i de viktigste standardene som Prosesskodens betongbestemmelser er basert på, NS 3465 og NS-EN 206-1. Rapporten omtaler også de viktigste endringene ved revisjon av prosess 84. Rapporten er ment som kursmateriell. Den skal ikke betraktes som utfyllende regler.

Summary

The aim of this report is to make the use of the new edition of the "Prosesskode - 2" (a document with standard work descriptions) easier. The report guides on central topics in the standards which the concrete clauses are based on, NS 3465 and NS-EN 206-1. The report also mentions the main alterations by the revision of process 84. The report is intended as course documentation, and is not to be granted as supplementary rules.

Emneord:

Betong, regelverk, bestemmelser

Nytt revidert regelverk - BETONG – Prosess 84

Program

- 0830 Oppdaterings lynkurs for prosjektledere
- 0900 Pause
- 0915 Ny generasjon av standarder, nytt fundament for prosess 84
- 1000 Pause
- 1015 Bestemmelser om trykkfasthet
- 1045 Pause
- 1100 Bestandighet, masseforhold og luftinnhold
- 1200 Lunch
- 1245 Teknisk kvalitetskontroll ved betongarbeider
- 1330 Pause
- 1345 Endringer av prosess 84 ved 2006-revisjonen
- 1430 Pause
- 1445 Endringer av prosess 33.4 Sprøytebetong til fjellsikring
- 1530 Slutt for dagen

Forord

Da Prosesskode-2 ble utgitt i revidert utgave i 1997 ble også Veglaboratoriets Intern Rapport nr. 1929 "Nye betongbestemmelser i Prosesskode-2, 1997-utgaven", utgitt. Denne rapporten forklarte og ga faglig bakgrunn for bestemmelsene, og bidro til å redusere problemene med å ta de nye bestemmelsene i bruk.

Denne rapporten har det samme siktepunktet som IR 1929 hadde, nemlig å lette overgangen til en ny utgave av Prosesskode-2. Betongbestemmelsene bygger nå på nye norske, og i stor grad felleseuropeiske standarder. NS 3465 og NS-EN 206-1 er de mest sentrale innenfor prosess 84`s tema. Rapporten legger derfor også stor vekt på å veilede i disse standardene, slik at Prosesskode-2 blir brukt som det supplement til standardene som den er.

Rapporten er å betrakte som kursmaterieell og som veiledning for selvstudium. Den har ingen formell autoritet og skal ikke betraktes som utfyllende regler eller som eneste mulige tolkning av Prosesskodens tekster. I tilfelle tvistesaker er det Prosesskodens tekster som skal tillegges vekt, ikke denne rapportens tekster.

Innhold

1. Oppdaterings lynkurs for prosjektledere
2. Ny generasjon av standarder, nytt fundament for prosess 84
3. Bestemmelser om trykkfasthet
4. Bestandighet, masseforhold og luftinnhold
5. Teknisk kvalitetskontroll ved betongarbeider
6. Endringer av prosess 84 ved 2006-revisjonen
7. Endringer av prosess 33.4 Sprøytebetong til fjellsikring

LYNKURS I BETONG for prosjektledere.

Vi har fått nye norske standarder innen betongfaget; felleseuropeiske (CEN-standarder) og forløpere til felleseuropeiske.

Prosesskode-2 er revidert til samsvar med disse standardene, som er obligatoriske for offentlige anskaffelser. Prosesskoden siterer ikke standardene slik som før, SVV`s regelverk er Standardene+Prosesskoden, de to må leses sammen for å få helheten..

De viktigste standardene :

- NS 3465 Utførelse av betongkonstruksjoner
- NS-EN 206-1 Betong. Del 1: Spesifikasjon, egenskaper, framstilling og samsvar
- NS-EN 197-1 Sement
- NS-EN 13263 Silikastøv
- NS-EN 12620 Tilslag til betong
- NS-EN 934-2 Tilsetningsstoffer
- NS-EN 1008 Blandevann til betong
- NS-EN 12350 Prøvningsmetoder, fersk betong
- NS-EN 12390 Prøvningsmetoder, herdnet betong

Standardene er tallrike, voluminøse, språklig tungleste og de inneholder en mengde nye begreper og uttrykk som en må forstå for å fatte innholdet.

Vi må forvente mer spesialisering, mindre oversikt og ”tverrfaglighet” blant brukerne av standardene. Til en viss grad vil standardene være forbeholdt ”de skriftlærde”, standardene vil være ugjennomtrenglige for mange praktikere.

Kontrollfilosofien i CEN-standardene (kfr. EU`s Byggeveredirektiv) er innført for hele produksjonskjeden.

Som hovedregel skal det kontrolleres kun en gang, - av den som produserer/utfører produktet. Denne kontrollen kalles **samsvarskontroll**, - kontroll av at produktet er i samsvar med krevde og/eller deklarete egenskaper. Produktet leveres til kjøper/bruker som et sertifisert produkt/vare/materiale. Alle delmaterialer en betongprodusent bruker, unntatt blandevannet, leveres til ham som sertifiserte varer. Betongprodusenten leverer også betongen til entreprenøren som en sertifisert vare. Kontrollrådet har nå en ny rolle, det er akkreditert sertifiseringsorgan som sertifiserer betongprodusenter i hht. NS-EN 206-1 på basis av produsentens egen kvalitetsplan, tilsvarende for tilslagsprodusenter i hht. NS-EN 12620. Kjøperen/brukeren av ”tingen” skal som hovedregel kun kontrollere at mottatt produkt er det som er bestilt. For betong skal kjøper/bruker kontrollere mottatt vare ved prøving kun i klasse ”Utvidet kontroll”, denne kontrollen kalles **identitetskontroll**. Ellers kontrolleres kun leveringsseddel.

Betongfaget, det vil si betongteknologien og betong anleggsteknikken, er det samme som før. Men regelverket har mange nye begreper og mange nye detaljregler, og har nærmest blitt en ny vitenskap i seg selv. Hvis vi skal kunne opptre som profesjonell byggherre, må vi ha folk som i rimelig grad behersker betongteknologi, anleggsteknikk og regelverk.

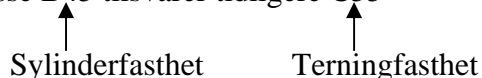
VIKTIGE ENDRINGER :

Trykkfasthet

Trykkfasthetsklasse angis nå med bokstaven "B" og krevd karakteristisk sylindrefasthet.

Fasthetsklasse B35 tilsvarer tidligere C45

Fasthetsklasse B45 tilsvarer tidligere C55



Vi vil fortsatt kontrollere trykkfasthet med 10 cm terninger.

Kravet til karakteristisk fasthet for terninger av B45 vil være 55 MPa, som for den gamle C55.

Akseptkriteriene er nye :

- Ingen prøver skal være < 50 MPa for B45 (Maksimalt 5,0 MPa under)
(Gjelder både samsvarskontroll og identitetskontroll.)
- For betongprodusentens samsvarskontroll:
Gjennomsnittet av 3 og 3 fortløpende prøver skal være ≥ 60 MPa for B45 (5,0 MPa margin)
- For brukerens identitetskontroll :
Gjennomsnittet av 2-4 prøver skal være $\geq 56,2$ MPa (Min. 1,2 MPa margin)
Gjennomsnittet av 5-6 prøver skal være $\geq 57,4$ MPa (Min 2,4 MPa margin)

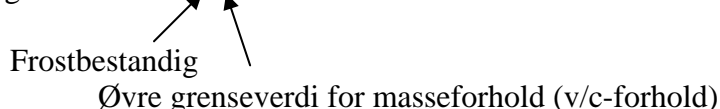
Bestandighet

Begrepet "miljøklasser" er ute, erstattet av

- eksponeringsklasser (ytre påkjenning, 20 klasser), og
- bestandighetsklasser (motstandsevne, 6 klasser)

Konstruksjonsbetong til SVV (SV-40 og SV-30) skal samsvare med

bestandighetsklasse **MF40** .



Prosesskodens spesifikasjoner

De vanligste spesifikasjonene for konstruksjonsbetong etter Prosesskode-2 vil være B45 SV-40 og B45 SV-30, den siste for sterkt påkjente konstruksjonsdeler i marint klima. Spesifikasjonene er tilpasset NS-EN 206-1, og kravene til SV-40 er derved skjerper litt i forhold til tidligere.

En svært viktig del av bestemmelsene for å ivareta bestandighet i Prosesskode-2 er reglene for sikring av overdekning for armering, Intern Rapport nr. 1731. Denne beskriver armeringsstoler av betong, rustfrie spiker for feste i forskalingen og Ø12 monteringsstenger. Den mest vanlige overdekningen vil være 55 +/- 15 mm for konstruktiv armering, 40 +/- 5 mm til Ø12 mm monteringsstenger.

Prosesskode-2 henviser til Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 14 vedrørende spennarmering. Den nye 2005-utgaven stiller skjerpede krav til injiseringsmassen og til injiseringen, for å sikre korrosjonsbeskyttelse av spennarmeringen.

Kompetanse

De nye standardene stiller krav til dokumentert kompetanse for produksjonsleder (tidligere støpeleder), kontrolleder og formenn/baser. Disse kravene er det selvsagt at vi, som stor flergangs byggherre, håndhever. Den enkleste måten å dokumenter kompetanse på er ved kompetansebevis utstedt av Betongopplæringsrådet.

Kontroll

De nye standardene har, i motsetning til tidligere, **meget** klare regler for kontroll. Betongprodusenten utfører samsvarskontroll og leverer betongen som et sertifisert produkt. Den utførende entreprenøren skal utføre

- basiskontroll, det er den kontrollen håndverkerne gjør som en del av arbeidet,
- systematisk intern kontroll, ledet av entreprenørens kontrolleder på anlegget.

I kontrollklasse Utvidet kontroll skal det i tillegg utføres

- uavhengig kontroll. Denne skal besørges av byggherren. Det kan benyttes eget eller innleid personell, som altså skal være uavhengig av utførende entreprenør.

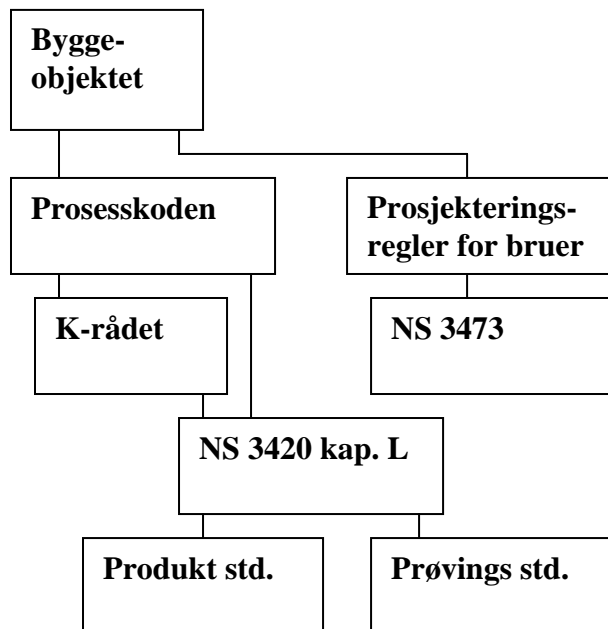
Både entreprenørens systematiske kontroll og den uavhengige kontroll skal gjennomføres i henhold til kontrollplaner tilpasset prosjektets art og størrelse, og kontrollen skal dokumenteres.

Ny generasjon av standarder,

nytt fundament for prosess 84 Betongarbeider.

Grunnlaget for prosess 84.

Da Prosesskode-2 ble revidert forrige gang (1997), ble betongspesifikasjonen i prosess 84.4 omarbeidet og modernisert betydelig. Målet den gangen var en spesifisering som ga et mer optimalt kompromiss mellom det teoretisk maksimale og det praktisk mulige. Regelverket Prosesskoden bygde på, NS 3420 Kap. L, var imidlertid det samme som før. Plasseringen av Prosesskoden i vegvesenets regelverk slik det var den gangen, er vist i Figur 1.



Ved revisjon nå i 2005/2006 er nye norske standarder den enkeltårsaken som medfører flest og størst endringer, i alle fall i betongkapitlet. Vegvesenets byggetekniske regelverk skal fortsatt være **norsk standard med tillegg av spesifisasjonene i Prosesskoden**. Som tidligere står ajourføring i henhold til utviklingen i teknikk og terminologi for en del endringer. At Statens vegvesen nå er en ren byggherre- og forvalterorganisasjon uten egenproduksjon, medfører også en del justeringer, men ikke så mye siden Prosesskode -2 i all hovedsak var rettet mot entrepriser fra før.

Nye felleseuropeiske standarder

EU's Byggevaredirektiv fra 1989 er den direkte årsaken til alle de nye norske standardene. EU-kommisjonen vedtok utarbeidelse av felleseuropeiske standarder for å fjerne handelshindringer, oppnå større konkurranse og sikre leverandører tilgang til et større marked. Oppgaven å utarbeide standardene ble gitt til CEN, den europeiske standardiseringsorganisasjonen.

Norge har en dobbel forpliktelse til å ta i bruk de felleseuropeiske standardene, både EØS-avtalen og medlemskapet i CEN. Standardene får samme nummer i alle land, men har navnet NS-EN i Norge, SS-EN i Sverige, BS-EN i Storbritannia, DIN-EN i Tyskland osv. Stadig nye NS-EN har kommet de siste årene, og strømmen av nye standarder fortsetter.

I en artikkel i Byggeindustrien nr. 4 – 2005 skrøt Standard Norge av at det i 2004 var utgitt 324 nye norske standarder, og at det da var ca. 450 rent norske og ca. 2500 felleseuropeiske standarder som var gyldige innen BAE-området i Norge.

De felleseuropeiske standardene er på mange måter forskjellige fra de rent norske standardene vi har vært vandt til. Uten å gå i detalj, kan en si:

- Ikke bare er antallet standarder mye større, hver enkelt standard er også mer ordrik og mer ”juridisk”.
- For å sette seg inn i et regelverk, må en som regel ha en bunke med standarder. Standardene henviser til underliggende standarder, ofte i mange ledd, i stedet for å samle ”alt på ett sted”.
- Språkdrakten for standardene er til dels vanskelig, og det benyttes mange nye ord og uttrykk som en må vite den eksakte betydningen av for å kunne lese og forstå standarden. I tillegg er noen standarder redigert så leser-uvennlig (NS-EN 206-1 er et eksempel) at en bør lese samtidig på to steder; i den felleseuropeiske originalstandarden og i det nasjonale norske tillegget, først for å finne ut hva standarden har av bestemmelser, og deretter om det en leser egentlig er gyldig eller om det er noe annet som gjelder.
- I mange tilfeller inneholder ikke standarden tekniske spesifikasjoner (tekniske krav) i det hele tatt, bare hvilke egenskaper som karakteriserer produktet. Mht. hvordan egenskapene skal måles, henvises det gjerne til en egen standard for hver enkelt egenskap. Henvisning til en slik standard innebærer altså ikke at det stilles tekniske krav i det hele tatt. Dette bør en være oppmerksom på generelt, og spesielt når det gjelder CE-merking. CE-merke trenger ikke å være noe kvalitetsmerke. I utgangspunktet er det bare et ”fripass” for passering av europeiske landegrenser. CE-merke trenger ikke bety mer enn at det finnes en relevant standard, og at produktet oppfyller de generelle sikkerhetsbestemmelsene angitt i Annex ZA i denne standarden.
- Standardene er alle basert på det samme overordnede prinsippet at all tilvirkning av varer / materialer / produkter skal kontrolleres av produsenten og, for spesielt viktige varer, av det organet som sertifiserer produksjonen. Varen/produktet leveres til neste ledd i kjeden med samsvarserklæring eller som et sertifisert produkt. Kjøperen/brukeren av produktet skal kun trenge å kontrollere at det han har fått er det han har bestilt. Graden av kontroll, kun egenkontroll eller også eksternt kontroll ved sertifiseringsorganet, avhenger av produktets viktighet, dvs, hvilke konsekvenser feil ved produktet kan få.

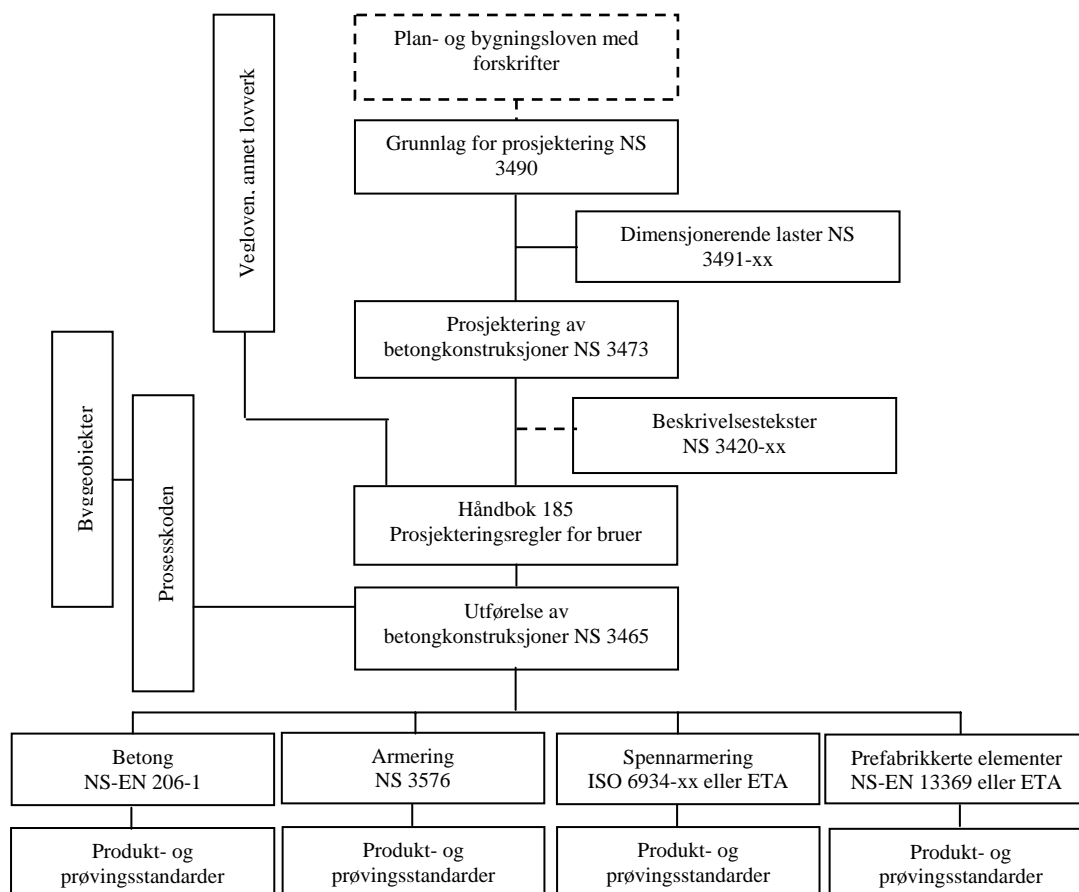
EU's Byggevaredirektiv definerer såkalte ”attestasjonsmoduler” som angir graden av kontroll, se Figur 2. De produktene som medfører størst konsekvenser i tilfelle feil/avvik må gjennomgå den mest omfattende kontrollen, også ved eksternt sertifiseringsorgan. For produkter som ikke medfører store konsekvenser ved feil/avvik kan det greie seg med egen produksjonskontroll. Tilslag til bunden bruk (asfalt og betong) skal være kontrollert etter attestasjonsmodul 2+, mens tilslag til ubunden bruk (bærelag og forsterkningslag) kun kontrolleres etter attestasjonsmodul 4. Sement sertifiseres etter attestasjonsmodul 1+.

	System for samsvarserklæring	Fabrikantens samsvareerklæring						Produkt-sertifisering	
		4	3	2--	2-	2	2+	1	1+
Utføres av fabrikanten	Produksjonskontroll								
	Prøving etter plan								
	Innledende typeprøving								
Utføres av det utpekte organ	Innledende typeprøving								
	Innledende fabrikkinspeksjon								
	Sertifisering av produksjonskontroll								
	Overvåkning av produksjonskontroll								
	Stikkprøver av produkter								
	Produktsertifikat								

Figur 2. Attestasjonsmoduler i flg. EU`s Byggevaredirektiv

Nytt regelverk

Oversikt over det nye regelverket for vegvesenet innen betong er vist i Figur 3.



Figur 3. System av Norsk Standard og vegvesenets håndbøker som grunnlag for prosjektering, utførelse og kontroll av betongkonstruksjoner i vegnettet.

Som en ser kan NS 3465 betraktes som et naturlig ”senter” i dette regelverket. Det tekniske innholdet i NS 3420 Kap.L (36 sider) er erstattet av NS 3465 (53 sider) og NS-EN 206-1 (90 sider).

De viktigste norske standardene innen betongområdet er:

- NS 3473 Prosjektering av betongkonstruksjoner
- NS 3465 Utførelse av betongkonstruksjoner
- NS-EN 206-1 Betong Del 1: Spesifikasjon, egenskaper, fremstilling og samsvar
- NS-EN 197-1 Sement Del 1: Sammensetning, krav og samsvarskriterier for ordinære sementtyper
- NS 3086 Sement med spesielle egenskaper
- NS-EN 1008 Blandevann for betong
- NS-EN 12620 Tilslag for betong
- NS-EN 934-2 Tilsetningsstoffer for mørtel og betong
- NS-EN 13263 Silikastøv for betong
- NS-EN 12350 Prøvingsmetoder for fersk betong
- NS-EN 12390 Prøvingsmetoder for herdnet betong

NS 3473 vil bli erstattet av NS-EN 1992-1, sannsynligvis rundt år 2010. NS 3465 vil bli erstattet av NS-EN 13670, trolig i 2007. Det er allerede sett behov for endringer i NS-EN 206-1, og et revidert nasjonalt tillegg kan bli utgitt allerede høsten 2006.

Som følge av det systemet standardene bygger på har også Kontrollrådet for betongproduktet fått en annen rolle. K-rådet hadde før sine egne tekniske bestemmelser, men innen de fleste områdene er disse nå fjernet. K-rådet har nå skiftet navn til bare ”Kontrollrådet” og er akkreditert organ som sertifiserer tilvirkning av materialer/varer/produkter på grunnlag av en felleseuropeisk standard. Alle delmaterialer til betong unntatt blandevann skal være sertifiserte produkter, det skal fabrikkbetong også være. Fabrikkbetong sertifiseres i henhold til NS-EN 206-1, tilslag til betong i henhold til NS-EN 12620 osv.

Terminologi

Noen nye ord og uttrykk i NS 3465 og NS-EN 206-1:

Samsvarsprøving:	Prøving som utføres av produsenten for å vurdere betongens samsvar (Dvs. at den tilfredsstillende alle krav.)
Evaluering av samsvar:	Systematisk undersøkelse av i hvilken grad et produkt oppfyller de spesifiserte krav.
Samsvarserklæring:	Erklæring fra produsenten om at produktet, ut fra hans evaluering av samsvar, tilfredsstillende alle spesifiserte krav.
Identitetsprøving:	Prøving for å bestemme om utvalgte satser eller lass tilhører en samsvarende populasjon. (Den prøvingen

	<p>mottakeren av betong skal utføre for å sjekke at det han har mottatt er det samme som leverandøren utgir det for å være.)</p>
Innledende prøving:	<p>En eller flere prøvinger som utføres før produksjonen starter, for å finne ut hvordan en ny betong eller betongfamilie skal settes sammen for å oppfylle alle spesifiserte krav i fersk og herdnet tilstand.</p>
Innledende produksjon:	<p>Produksjon av betong etter er resept inntil det er oppnådd mer enn 35 prøvingsresultater i løpet av maks 12 måneder.</p>
Bruker:	<p>Person eller organisasjon som bruker fersk betong under utførelsen av en konstruksjon eller et element. (Dvs. entreprenøren eller en elementprodusent som kjøper fersk betong fra en betongprodusent)</p>
Betongfamilie:	<p>Gruppe av betongsammensetninger der det er påvist og dokumentert et sikkert forhold mellom aktuelle egenskaper (SV-40 og SV-30 betong skal ikke inngå i noen betongfamilie.)</p>
Egenskapsdefinert betong:	<p>Betong der kravene til nødvendige egenskaper og tilleggsegenskaper er spesifisert til betongprodusenten. Han har så ansvaret for å levere en betong som oppfyller kravene til egenskaper og tilleggsegenskaper. (Det er dette som "alltid" har vært det normale i Norge.)</p>
Foreskreven betong:	<p>Betong der brukeren spesifiserer betongsammensetningen og delmaterialene som skal brukes til betongprodusenten. Han har så ansvaret for å levere en betong med den spesifiserte sammensetningen. (Dette har vært og er høyst unormalt i Norge.)</p>
Standardisert foreskreven betong:	<p>Foreskreven betong der sammensetningen er angitt i en standard som gjelder på betongens brukssted. (Slike resepter har vi ikke i Norge.)</p>
Grenseverdi:	<p>Grense for hvilken tallverdi en betongegenskap tillates å ha, for eksempel øvre grenseverdi 0,40 for masseforhold.</p>
Klassegrenser:	<p>Grenser for hvilken tallverdi en betongegenskap tillates å ha når betong er inndelt i klasser avhengig av denne egenskapen. Eksempel: 160 og 210 mm synkmål er klassegrenser for synkklasser S4.</p>
Levering:	<p>Prosessen der produsenten overleverer den ferske betongen</p>

Regler om trykkfasthet

Fasthetsklasser

I NS 3420 Kap. L het fasthetsklassene C45, C55 osv. Tallet i betegnelsen betydde krav til karakteristisk fasthet for utstøpte prøver av 10 cm terninger. For fasthetsklasser opp t.o.m. C55 regnet NS 3420 Kap. L sylindrefastheten (Ø150 x 300 mm) å være 80 % av terningfastheten.

Ved utarbeidelsen av EN 206-1, hvor både ”terning-land” og ”sylinder-land” skulle ha sine behov ivaretatt, ble navnespørsmålet for fasthetsklassene løst ved et kompromiss; en dobbeltbetegnelse med både sylinder- og terningfasthet, eksempel C35/45. Tallet 35 angir kravet til karakteristisk sylinderfasthet, tallet 45 kravet til karakteristisk terningfasthet i MPa. I Norge har en fryktet at dobbeltbetegnelse vil bli vanskelig i praksis, og har bestemt at fasthetsklasse skal angis med **bokstaven B og krevd karakteristisk sylinderfasthet**.

Eksempel:

Tidligere benevnelse NS 3420	Betegnelse i flg. CEN	Ny betegnelse i Norge NS-EN 206-1
C45	C35/45	B35

Når vi skal kontrollere betongens fasthet, vil vi likevel **fortsette å bruke 10 cm terninger**.

Fasthetsklassene for normalbetong og tungbetong i NS 3473 og NS-EN 206-1 er:

Fasthetsklasse NS	B10	B20	B25	B30	B35	B45	B55	B65	B75	B85	B95
CEN betegnelse	C10/12	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C45/55	C55/67				
Karakteristisk sylinderfasthet f_{ck}	10	20	25	30	35	45	55	65	75	85	95
Karakteristisk terningfasthet $f_{ck}^{1)}$	12	25	30	37	45	55	67	80	91	100	110
1) For fasthetsklasse B55 og høyere kan andre verdier benyttes om forholdet mellom disse og referansefastheten for sylindere er etablert med tilstrekkelig nøyaktighet og dokumentert for den aktuelle betongsammensetningen.											

Den **vanligst spesifiserte fasthetsklassen for betong til bruer vil være B45**. Dette tilsvarer den tidligere C55.

Bruk av sylinderfastheten i fasthetsklasse-navnet og terninger til fasthetskontroll vil innebære en **utfordring mht å holde rede på hva fasthetstallene egentlig betyr**, sylinder eller terningfasthet. Dette gjelder også når en leser standarder og andre dokumenter hvor krav til fasthet og vurdering av fasthet blir omtalt. Med tanke på all den forvirringen som har vært omkring vurdering av fasthet for utborede kjerneprøver må det oppfordres til å holde tunga rett i munnen.

Behandling av trykkfasthetsresultater

Betongprodusenten skal ta prøver av betongen for å kontrollere trykkfasthet i alle kontrollklasser. I kontrollklasse Utvidet kontroll skal også entreprenøren ta prøver og kontrollere fasthet. Eventuelt kan også byggherren ta prøver. Betongprodusentenes kontroll heter i flg. NS-EN 206-1 **samsvarsprøving**, entreprenørens kontroll heter **identitetsprøving**. Dersom byggherren tar egne prøver, skal resultatene av disse vurderes etter reglene for identitetsprøving.

I følge prosess 84 e) skal ”dokumentasjon av så vel entreprenørens systematiske interne kontroll (hvor identitetsprøvingen inngår) som betongprodusentens samsvarskontroll oversendes byggherren månedlig dersom ikke annet er avtalt”.

Samsvarsprøving

Kravet til trykkfasthet ved samsvarsprøvingen er gitt i NS-EN 206-1 Tabell 14:

Produksjon	Antall "n" prøvingsresultater for trykkfasthet i gruppen	Kriterium 1	Kriterium 2
		Gjennomsnittet av "n" resultater (f_{cm}) N/mm^2	Alle individuelle prøvingsresultater (f_{ci}) N/mm^2
Innledende	3	$\geq f_{ck} + 4$	$\geq f_{ck} - 4$
Kontinuerlig	Ikke mindre enn 15	$\geq f_{ck} + 1,48 \sigma$	$\geq f_{ck} - 4$

Tekst fra nasjonalt tillegg til NS-EN 206-1

NA.8.2.1.3 Samsvarskriterier for trykkfasthet

Fasthetsdifferansen på $4 N/mm^2$ i tabell 14 er å forstå som sylindrefasthet. Ved prøving på terninger settes denne verdien lik $5 N/mm^2$

Bemerk teksten fra nasjonalt tillegg under selve tabellen. 1 sylind-MPa settes lik 1,2 terning-MPa. Allerede her starter behovet for å holde greie på sylind- og terningfastheter.

I prosess 84.4 er det presisert at **hvert enkelt prøveresultat skal være basert på minst 2 stk. prøvestykker testet ved samme alder**. Prøveresultatet er gjennomsnittet av prøvingsresultatene for prøvestykkene som til sammen utgjør prøven. For at en prøving skal være gyldig, må den oppfylle NS-EN 206-1 pkt 8.2.1.2 siste avsnitt : ”Der to eller flere prøvelegemer er framstilt av en prøve, og forskjellen mellom høyeste og laveste verdi er mer enn 15 % av gjennomsnittet, skal det ikke tas hensyn til resultatene med mindre en undersøkelse gir tilstrekkelig grunnlag til å forkaste en enkelt prøvingsverdi.”

NS-EN 206-1 tillater merkelig nok at en prøve kan bestå av kun ett prøvestykke, uten å stille betingelse om at prøvestykket må være av en viss størrelse, f.eks en Ø150x300 mm sylind.

Om en holder seg til ”innledende produksjon” innebærer kravene i Tabell 14:

Kriterium 1: Alle prøveresultatene grupperes fortløpende i grupper a 3 prøveresultater. Det vil si prøve nr. 1, 2 og 3 utgjør gruppe 1, prøve nr. 4, 5 og 6 gruppe nr. 2, prøve nr. 7, 8 og 9 utgjør gruppe nr. 3 osv. Gjennomsnittet av prøveresultatene beregnes for hver av gruppene, og

kravet er at hvert enkelt av disse gruppegjennomsnittene skal være minst 5,0 terning-MPa høyere enn kravet til karakteristisk fasthet.

Eksempel: For fasthetsklasse B45 hvor kravet til karakteristisk terningfasthet er 55 MPa, skal alle gruppegjennomsnitt være lik eller høyere enn 60,0 MPa når fasthet måles på terninger.

Standarden sier at gruppene kan dannes av ”ikke-overlappende eller overlappende fortløpende prøvingsresultater”. Gruppeinndelingen angitt foran er ”ikke-overlappende”, mens gruppeinndeling 1-2-3, 2-3-4, 3-4-5 osv vil være overlappende. Det anbefales å holde seg til enkle regler med ikke-overlappende grupper, og ikke forsøke å ”manipulere” dataene med den ene eller andre hensikt.

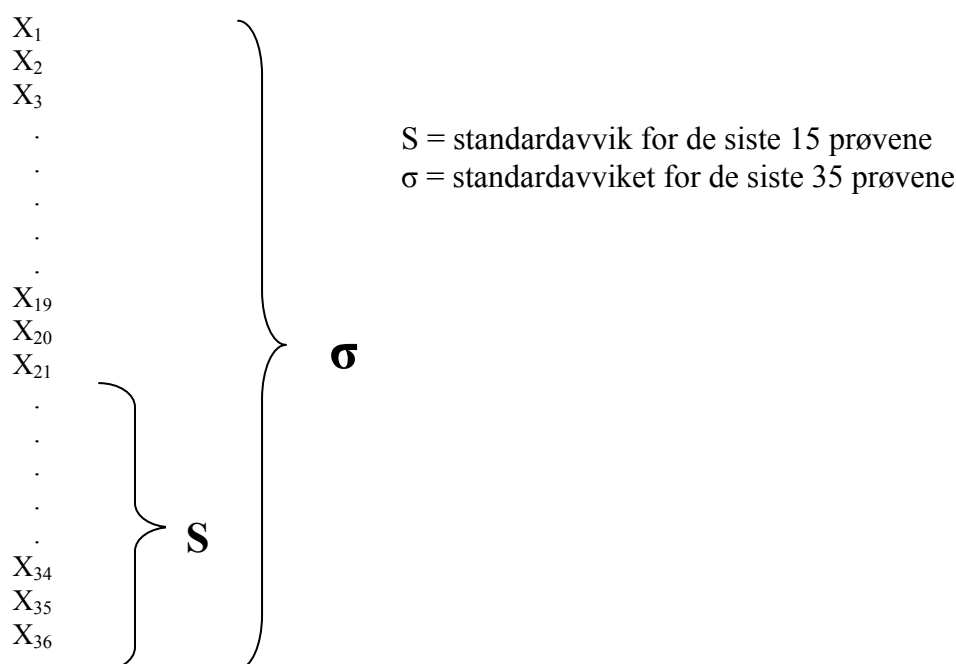
Kriterium 2: Ingen prøveresultater for trykkfasthet (fortsatt gjennomsnitt av minst 2 terninger) tillates å være mer enn 5,0 terning-MPa under krevd karakteristisk fasthet.

Eksempel: For B45 (krevd karakteristisk terningfasthet 55 MPa) skal ingen enkeltprøve være under 50,0 MPa når fasthet måles på terninger.

De fleste norske ferdigbetongprodusentene vil aldri oppnå så stor produksjon av SV-40 eller SV-30 betong at de vil komme over i ”kontinuerlig produksjon” etter reglene i NS-EN 206-1. Betingelsen for å kunne redusere kontrollfrekvensen til kravet for ”kontinuerlig produksjon” er minst 35 prøvingsresultater i løpet av de siste 12 månedene. (Pkt 8.2.1.3 og Tabell 13.) Og om de har så stor produksjon at de kommer over terskelen, har de lov til fortsatt å vurdere trykkfasthetsresultatene etter reglene for ”innledende produksjon”. De fleste kan derfor glemme det de engang lærte om standardavvik og om $f_{ck} = f_{cm} - w \times s$.

For de som oppfyller kriteriene for kontinuerlig produksjon og som ønsker å endre kontrollreglene, (det er ingen tvang mht. å gå over til reglene for kontinuerlig produksjon) innebærer reglene at en må beregne standardavviket for både de siste 35 og de siste 15 prøvene :

Rekken av prøvingsresultater er:



Det er to forhold som må sjekkes; a) kravet til prøvingshyppighet, og b) om samsvarkriteriene 1 og 2 er oppfylt.

Prøvingshyppighet:

Dersom $S \leq 1.37 \cdot \sigma$ kreves prøvingshyppighet min 1 prøve pr. uke, min 1 prøve pr. 400 m³

Dersom $S > 1.37 \cdot \sigma$ kreves prøvingshyppighet min 2 prøver pr uke, min 1 prøve pr. 200 m³

Hvis S er mye større enn σ betyr det at spredningen har økt betydelig den seinere tiden.

Dette kravet er relativt liberalt, dvs det tillates relativt stor økning i spredningen uten at kontrollhyppigheten må økes. Dette er vist i tabellen nedenfor :

Hvis standardavviket $\sigma =$	3.0	4.0	5.0
Kreves økt prøvingshyppighet hvis $S > 1.37\sigma =$	4.1	5.5	6.8

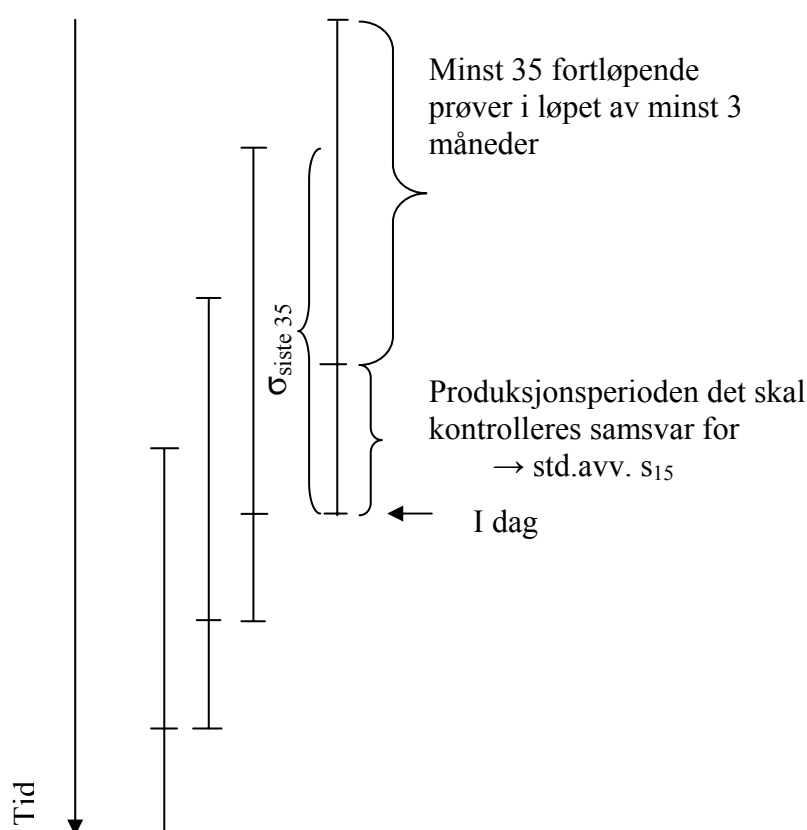
Evaluering av samsvar, kriterium 1:

Samsvar for de siste 15 prøvene kan evalueres ut fra verdier av σ dersom

$$0.63 \cdot \sigma \leq S_{15} \leq 1.37 \cdot \sigma$$

Hvis S_{15} er utenfor dette intervallet beregnes ny $\sigma = \sigma_{\text{siste35}}$.

Evalueringen over tid kan illustreres med figuren nedenfor.



Samsvar etter kriterium 1 er oppfylt dersom $f_{cm} \geq f_{ck} + 1.48 \cdot \sigma$. For betong B45 betyr dette:

Standardavvik, MPa	3.0	4.0	5.0
Overhøyde $1.48 \cdot \sigma =$	4.44	5.92	7.4
Min. middelfasthet	59.44	60.92	62.4

Evaluering av samsvar, Kriterium 2:

Samsvar er oppfylt dersom hver enkelt prøvefasthet $f_{ci} \geq f_{ck} - 5$ MPa (terning). For B45 betyr dette hvert enkelt prøveresultat må være ≥ 50 MPa målt på terninger.

Evaluering av samsvar for trykkfasthet ved kontinuerlig produksjon krever en del arbeid (og arbeidsro) dersom det skal gjøres manuelt. De betongleverandørene som kan ha behov for slike evalueringer vil derfor benytte dataprogrammer som er knyttet opp mot laboratoriemodulen i prosessstyringssystemet som de har.

Identitetsprøving

Både entreprenørens prøving og byggherrens stikkprøvekontroll vil komme inn under disse reglene.

NS-EN 206-1 tillegg B (normativt) angir egne kriterier for identitet for trykkfasthet:

Tabell B.1 – Kriterier for identitet for trykkfasthet

Antall prøvingsresultater ("n") for trykkfasthet fra et bestemt betongvolum	Kriterium 1	Kriterium 2
	Middelet av "n" prøvingsresultater (f_{cm}) N/mm ²	Hvert enkelt prøvingsresultat (f_{ci}) N/mm ²
1	Kan ikke anvendes	$\geq f_{ck} - 4$
2 – 4	$\geq f_{ck} + 1$	$\geq f_{ck} - 4$
5 - 6	$\geq f_{ck} + 2$	$\geq f_{ck} - 4$

MERKNAD Identitetskriteriene i tabell B.1 gir en sannsynlighet på 1 % for å forkaste et betongvolum

I forbindelse med denne tabellen mangler NS-EN 206-1 en presisering av at hhv. 1, 2 og 4 MPa er knyttet til sylindere, på samme måte som i Tabell 14 for samsvarskriterier. En slik mangel gjelder også Tabell 15. Det er imidlertid åpenbart (selv om teksten i det nasjonale tillegget NA.8.2.1.3 roter det til ved å si at "verdiene for sylindre kan også benyttes for terninger") at disse tallene skal "oversettes" til hhv. 1.2, 2.4 og 5.0 MPa når prøvingen utføres på terninger. Tabellen sier da at

- **Kriterium 1:** Gjennomsnittet av prøveverdiene skal være
 - minst 1,2 MPa over krevet karakteristisk fasthet når en har 2-4 prøver (For B45 minst 56.2 MPa)
 - minst 2.4 MPa over krevet karakteristisk fasthet når en har 5-6 prøver (For B45 minst 57.4 MPa)

Om har mer enn 6 identitetsprøver, skal de inndeles fortløpende i grupper à 2-6 prøver. Kriteriene over gjelder for hvert gruppegjennomsnitt.

- **Kriterium 2:** Hver enkelt prøve skal ha trykkfasthet ikke mer enn 5.0 MPa under krevet karakteristisk fasthet. (For B45 minst 50.0 MPa for hver enkelt prøve bestående av terninger.)

Kommentarer til reglene om trykkfasthet

I forhold til de reglene vi var vant med fra NS 3420 kap. L er de nye reglene først og fremst annerledes, ikke vanskeligere. De har den fordel at de gir vurdering av om det er tilstrekkelig fasthet. En unngår den meningsløse effekten en hadde av NS 3420`s regler : ”Statistikken blir ødelagt og en får undermåls produksjon” på grunn av en eller flere høye prøvingsverdier. En unngår også de feilaktige vurderingene som oppsto når prøvingsresultatene ikke var normalfordelte, slik statistikken forutsatte. Det forventes ikke at de nye reglene vil bety vesentlig endrede krav til fasthets-overhøyde i forhold til de gamle reglene.

Mht trykkfasthet har Prosesskode-2 prosess 84.4 to krav utover kravene i NS-EN 206-1 og NS 3465 :

- Krav om at en prøve skal bestå av minst to prøvelegemer testet ved samme alder, som nevnt tidligere. Dette regner vi med at standardskriverne vil vær enig med oss i når spørsmålet kommer opp.
- Krav om at det skal tas prøver ut fra konstruksjonsdelenes viktighet, ikke bare ut fra statistiske vurderinger : ” For spesielt påkjente konstruksjonsdeler som kragarmer for fritt frembygg bruer, søyler etc. skal fastheten bestemmes ved identitetsprøver på byggeplass med minst en prøve, normalt tre prøver pr. støpeavsnitt.” NS 3465 er inne på det samme med kravet om prøvingshyppighet (pkt. 9.2) ”for minst hver påbegynt 200 m3 eller påbegynt støpeskift.” Kontrollen av slike konstruksjoner som Statens vegvesen bygger kan ikke bestemmes ut fra statistiske kriterier alene. Verken for trafikkantene eller oss som vegmyndighet er det tilfredsstillende dersom det kan være risiko for at 1 av 20 søyler kollapser.

Betonglaboratorium

NS 3465 stiller krav i pkt 9.2(3) om at ”Prøving av trykkfasthet skal utføres av et betongprøvingslaboratorium underlagt en godkjennings- eller sertifiseringsordning.” I NS-EN 206-1 er det ikke gitt noe tilsvarende krav, men prøvingen skal jo være korrekt og kvalitetsplanen for betongblanderiet skal beskrive hvordan alle ting skal bli korrekt. I Prosesskode-2 er det tatt inn en mild skjerping i forhold til NS-EN 206-1 : ”Produsenten skal ha avdelt eget laboratorium som er innredet og drevet slik at prøving kan foregå i samsvar med gjeldende norske standarder og beskrevne prøvingsmetoder.” Tidligere hadde K-rådet krav til dels detaljerte krav til betonglaboratoriet på den enkelte betongstasjon. Både disse reglene og K-rådets detaljerte regler om hvordan et betongblanderier skal være utstyrt og hva de skal kunne produsere, er nå trukket tilbake.

Bestandighet, masseforhold og luftinnhold

Klassifiseringssystem

NS 3420 kap. L 1986-utgaven definerte Miljøklassene LA, NA, MA og SA. Klassene for eksponeringsmiljø/påkjenning på den ene siden og betongens nedbrytningsmotstand på den andre siden, var de samme.

I NS-EN 206-1 skilles det mellom

- **Eksponeringsklasser**, det ytre miljøets aggressivitet og
- **Bestandighetsklasser**, betongens motstand mot nedbrytning

Eksponeringsklassene er angitt i NS-EN 206-1 Tabell NA 4.1, og det skilles mellom :

	Klasser
1. Ingen risiko for korrosjon eller nedbrytning	X0
2. Korrosjon framkalt av karbonatisering	XC1-4
3. Korrosjon framkalt av klorider som ikke stammer fra sjøvann	XD1-3
4. Korrosjon framkalt fra sjøvann	XS1-3
5. Fryse-/tineangrep med og uten avisingsmiddel	XF1-4
6. Kjemiske angrep	XA1-3
7. Kjemisk angrep fra husdyrgjødsel	XA4
8. Særlig aggressivt miljø	XSA

Innen hver nedbrytningskategori er det inndelt i inntil 4 alvorlighetsgrader, f.eks XC1, XC2, XC3 og XC4. Til sammen er det 20 eksponeringsklasser. En betong vil ofte være utsatt for flere typer eksponering samtidig, f.eks både tinesalt og frost. Tanken er at den prosjekterende skal vurdere påkjenningene konstruksjonen vil bli utsatt for, og fastlegge hvilke eksponeringsklasser som det må tas hensyn til. På basis av disse skal det velges en Bestandighetsklasse som vil gi betongkonstruksjonen tilstrekkelig motstandsevne. NS 3473 gir regler som skal gi hhv 50 eller 100 års levetid i det aktuelle eksponeringsmiljøet, men disse reglene nyanserer bare på armeringsoverdekning, ikke på betongkvalitet.

Bestandighetsklassene i det norske, nasjonale tillegget i NS-EN 206-1 er valgt tilsvarende de miljøklassene vi hadde tidligere. Dessuten er det tatt med en ekstra klasse som tilsvarer det kravet Prosesskoden har hatt siden 1988, og som var strengere enn klassene i NS 3420 kap. L. **Bestandighetsklassene er kalt M90, M60, M45, MF45, M40 og MF40.** "M" står for masseforhold, "F" for frost (dvs. krav om sikring ved bruk av luftinnførende tilsetningsstoff), tallet sier hvilket krav som stilles til masseforholdet. M60 betyr at kravet til masseforhold er maks. 0,60, tilsvarende Miljøklasse NA i NS 3420 kap. L. MF40 betyr masseforhold høyst 0,40 pluss krav til luftinnhold ved bruk av L-stoff.

I det nasjonale tillegget til NS-EN 206-1 Tabell NA.11 er det angitt hvilken bestandighetsklasse som den prosjekterende skal velges avhengig av hvilke

eksponeringsklasser betongkonstruksjonen vil bli utsatt for. (Dette er kopi fra NS 3473 tabell 11):

Tabell NA.11 – Valg av bestandighetsklasse etter tabell NA.9 i henhold til NS 3473 tabell 11

Eksponeringsklasse	Bestandighetsklasse					
	M90	M60	M45	MF45	M40	MF40
X0	X	X	X	X	X	X
XC1, XC2, XC3, XC4, XF1		X	X	X	X	X
XD1, XS1, XA1, XA2 ^{a)} , XA4 ^{b)}			X	X	X	X
XF2, XF3, XF4				X		X
XD2, XD3, XS2, XS3, XA3 ^{a)}					X	X
XSA ^{a)}						X

^{a)} Om det i eksponeringsklassene XA2, XA3 eller XSA er mulighet for kontakt med sulfater i konsentrasjoner høyere enn grenseverdien for XA2, skal det i produksjonsgrunnlaget presiseres at det skal anvendes sulfatbestandig sement

^{b)} For konstruksjoner utsatt for husdyrgjødsel skal det i produksjonsgrunnlaget angis at det skal anvendes minst 4 % silikastøv

Bestandighetsklassene M40 og MF40 er inkludert i det norske nasjonale tillegget til NS-EN 206-1 for å dekke de spesifikasjonene vegvesenet lenge har hatt for SV-40 og SV-30 betong. Denne kvalitetsklassen har også vært ansett ønskelig for bl.a. kaier og i havnebygging generelt. NS-EN 206-1 har i Tabell NA.9 krav til sammensetning og egenskaper for betong i de enkelte bestandighetsklassene.

For bruer og kaier prosjektert etter HB 185 "Prosjekteringsregler for bruer" er valget av bestandighetsklasse enkelt: Valget er gjort i Prosesskode-2 prosess 84.4, den prosjekterende trenger ikke gå vegen om eksponeringsklassene. I den reviderte prosess 84.4 2006-utgaven er "vegvesenbetongene" spesifisert slik:

Betong spesifisering	Bestandighetsklasse NS-EN 206-1	Nedre grenseverdi For sementinnhold c kg/m ³	Grenseverdier for silika-dosering % av c ved bruk av CEM I
SV-40	MF 40	350	4 – 6
SV-30	MF 40	350	8 - 11

Ved bruk av sement CEM II/A-V i SV-40 og SV-30 skal silikadoseringen være 3-5 % av sementmengden.

Sement CEM II/A-V betyr i praksis pr i dag Norcem Standard-FA sement. De reglene for silikadosering som er gitt for CEM II/A-V gjelder også for Embra Miljøsement, som er en slaggsement type CEM II/B-S. Denne sementen er også akseptert for bruk i SV-40 og SV-30 betong, men er ikke nevnt i Prosesskode-2 fordi det er *den spesifikke sementen* Embra Miljøsement og ikke sementtypen generelt som er akseptert.

Virkningsfaktoren for silikastøv i forhold til sement når en beregner masseforhold settes lik 2,0. Dette gjelder både CEM I ("ren" portlandsement) og CEM II (blandingssementer) for SV-40 og SV-30 betong. Dette er angitt i Prosesskode-2.

Hva betyr kravet til masseforhold?

Etter reglene i NS-EN 206-1 (og Prosesskode-2 1997-utgaven), beregnes masseforholdet for MF40 betong som

$$m = v/(c+k \cdot s), \text{ hvor}$$

v = effektiv vannmengde

c = sementmengde

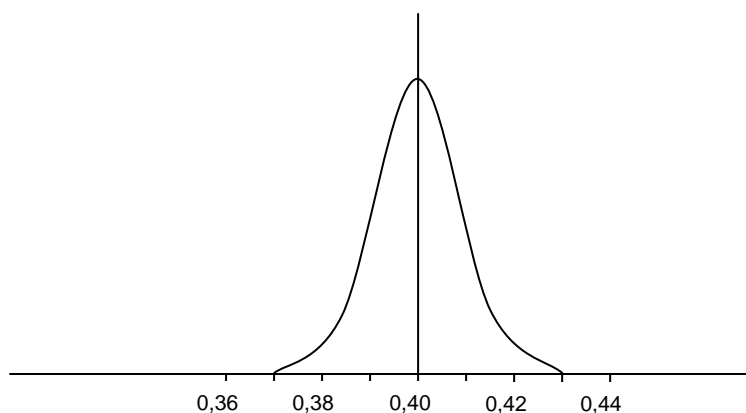
k = virkningsfaktor 2,0 for silikastøv

s = silikamengde

Bemerk at ”originalutgaven” EN 206-1 bruker begrepet v/c-forhold også når det (etter norsk terminologi) menes masseforhold. Det nasjonale tillegget til NS-EN 206-1 oppklarer dette.

Prosesskode-2 1997-utgaven spesifiserte at SV-40 reseptens tilsiktede masseforhold skulle være 0,40 eller lavere. (Lavere dersom andre krav som f.eks. fasthetsklasse gjorde det nødvendig.) Tillatte avvik for masseforhold var +/- 0,03. Symmetriske toleranser skulle medføre (og har medført) at en ved produksjonen hele tiden forsøker å blande nøyaktig etter resepten, ikke å legge seg skjevt og i varierende skjevhet i forhold til resepten. Toleransen +/- 0,03 var litt mer enn det som fulgte av NS 3420 kap. L sine oppmålingstoleranser.

Ved produksjon av SV-40 betong etter 1997-utgaven av Prosesskode-2 kunne produsenten altså ha en variasjon i masseforholdet slik figuren nedenfor viser:

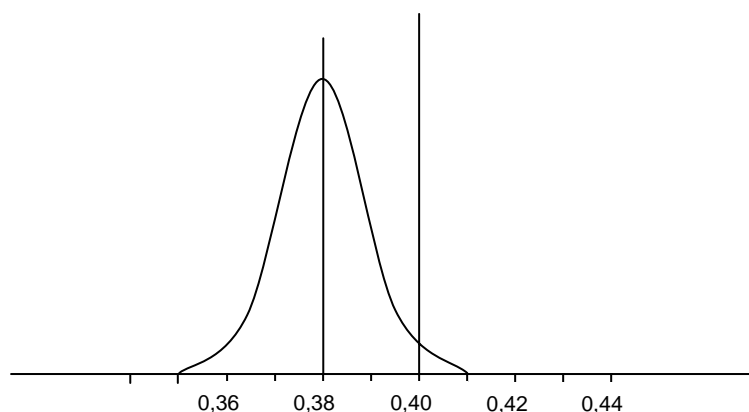


NS-EN 206-1 har andre regler:

- For MF40 (og for M40) gjelder en øvre grenseverdi for masseforhold på 0,40.
- I Tabell 17 er det kun angitt et tillatt pluss-avvik på +0,02, mens det på minussiden ikke er gitt noen grense. (Oppmålingstoleransen for vann og sement på +/- 3 % i Tabell 21 innebærer likevel maksimalt tillatt avvik i v/c-forhold på +0,025/-0,023 når utgangspunktet er 0,40.)
- I Tabell 17 er det dessuten angitt henvisning til Tabell 19a som sier at det tillates
 - 0 prøver innen toleranseområdet 0,40-0,42 ved 1-12 prøver
 - 1 prøve innen toleranseområdet 0,40-0,42 ved 13-19 prøver

2 prøver innen toleranseområdet 0,40-0,42 ved 20-31 prøver
 3 prøver innen toleranseområdet 0,40-0,42 ved 32-39 prøver
 osv.

Kun 6-10 % av prøvingsresultatene tillates altså å ligge i området 0,40-0,42. Det betyr at reseptens masseforhold må legges tilsvarende lavere, mest sannsynlig på 0,39 eller 0,38, som vist i figuren nedenfor.



Tilsvarende krav gjelder også for de andre bestandighetsklassene i NS-EN 206-1.

NS-EN 206-1 og dermed Prosesskode-2 2005-utgaven har altså **reelt sett krav om lavere masseforhold** der det er krevet " $v/c \leq 0,40$ " enn det Prosesskode-2 1997-utgaven hadde. Om en sammenligner kravene i de norske standardene, någjeldende NS-EN 206-1 og den tidligere NS 3420 kap. L, krever spesifikasjonene M45 og M60 i NS-EN 206-1 reelt sett lavere masseforhold enn spesifikasjonene MA og NA i NS 3420 kap.L.

Siden 1997 har vi hatt en utvikling av enda mer effektive tilsetningsstoff, og det er derfor lite trolig at denne skjerpelsen skulle føre til praktiske problemer. Om vi hadde gått videre nedover på skalaen og spesifisert enda lavere masseforhold, ville det kunne blitt problemer med støpelighet og utførelse for øvrig. Vi har derfor **ikke** skjerpet kravet til masseforhold for SV-30. På papiret ser det tvert imot ut til at vi har lempet på kravet ved å si SV-30 = MF40 med 8-11 % silikastøv. Den praktiske realiteten er at vi har beholdt kravet til SV-30 uendret, mens kravet til SV-40 er skjerpet.

Frostbestandighet og luftinnhold

Betong som er utsatt for gjentatt frysing/tinging i fuktig tilstand, med eller uten avisingsmidler, skal være tilsatt luftinnførende tilsetningsstoff. Kravene til luftinnhold i NS-EN 206-1 er:

- Tabell NA.9: "Minste luftinnhold i fersk betong 4 %".

- Pkt. 5.4.3: ”Luftinnholdet spesifiseres med en minimumsverdi. Øvre grense for luftinnhold er den spesifiserte verdien pluss 4 %.”
- Tabell 17: Tillatte avvik er -0,5 % i forhold til nedre grenseverdi, +1,0 % i forhold til øvre grenseverdi. Frekvensen av målinger i toleranseområdet er begrenset av Tabell 19a, dvs. 0 av 1-12 prøver, 1 av 13-19 prøver, 2 av 20-31 prøver osv.

Altså: Spesifisert luftinnhold er 4,0-8,0 %. Enkelte slengere i luftinnhold kan ligge i området 3,5-4,0 % og 8,0-9,0 %.

Kravene til kontroll av luftinnhold er:

- NS-EN 206-1 Tabell 17: ”1 prøve per produksjonsdøgn etter stabilisering”.
- NS 3465 pkt. 9.2: I kontrollklasse Utvidet kontroll skal det tas prøve ved oppstart av støp og seinere minst én gang i støpeskiftet når det er foreskrevet luftinnføring.

Standardenes krav til luftinnhold og kontroll av luftinnhold har vi ansett å være langt fra tilfredsstillende for betong til bruk og andre konstruksjoner hvor bæreevne/sikkerhet er viktig. Det sies gjerne at en taper 5 % fasthet for hver 1 % ekstra luftinnhold, men det riktige er nok nærmere 8 %. Når luftinnholdet overstiger 5,5-6,0 % i vegvesenbetong har vi generelt observert langt høyere fasthetstap pr. ekstra prosent luftinnhold. Halvering av fastheten er derfor ikke et urimelig anslag dersom luftinnholdet kommer opp i 7-8-9 %.

I Prosesskode-2 har vi derfor beholdt de tidligere kravene til luftinnhold:

5,0 +/- 1,5 % for fasthetsklasser opp t.o.m B45
3,5 +/- 1,5 % for fasthetsklasser over B45

Denne spesifikasjonen sammen med SV-40 spesifikasjonen for øvrig har gitt mindre problemer i praksis enn det vi opplevde tidligere. Som tidligere vil vi anbefale at en for fasthetsklasse t.o.m B45 tilstreber et luftinnhold på 4,0-4,5 %.

Med hensyn til kontroll av luftinnhold har vi i Prosess 84.4 en kjede av krav:

1. Under delmaterialer (tilsetningsstoff): ”Den valgte kombinasjonen av tilsetningsstoffer skal være testet sammen med den aktuelle sementen mht. luftutvikling og nødvendig blandetid for full effekt. Kombinasjonen skal være dokumentert å gi et finfordelt luftporesystem som gir betongen god frostbestandighet, og som er stabilt under transport og utstøping fram til betongen har størknet.”
2. Under forhåndsdokumentasjon: ”I kontrollklasse Utvidet kontroll skal betongens egnethet verifiseres ved fullskala blanding(er) med den aktuelle blandemaskinen og med den transporttid som vil være aktuell. Endringen i konsistens og luftinnhold ved transporten til byggeplassen skal dokumenteres.”
3. Samsvarskontroll av luftinnhold (Betongprodusentens ansvar): ”Samsvarskontroll av luftinnhold skal utføres på prøver tatt ut etter transport til byggeplassen og etter eventuell justering med tilsetningsstoff. Dersom betongen pumpes, skal prøver tas

etter pumping der dette er mulig.” Videre: ”For betong med krav til luftinnhold skal luftinnholdet alltid kontrolleres daglig når støpingen starter, og etter endring av L-stoff doseringen. Videre skal luftinnholdet kontrolleres på prøve tatt for utstøping av fasthetsprøver.”

Kommentar: Med den klare ansvarsfordelingen NS 3465 og NS-EN 206-1 gir mellom betongleverandør og entreprenør (”brukeren”) er det ikke til å unngå at samsvarskontrollen av luftinnhold må skje på byggeplassen, ved overlevering av materialet til kunden. Faglig sett er det riktig at prøvene tas etter pumping, den praktiske ulempen ved det ansees ubetydelig i forhold til ulempen ved at prøven skal tas på byggeplassen. Samsvarskontrollen skal skje med den hyppighet som NS-EN 206-1 angir (selv om denne egentlig er for snau), dog med tillegg av ”daglig når støpingen starter”, ”etter endring av L-stoff doseringen” og ”ved utstøping av fasthetsprøver”. Disse tilleggene er godt faglig og praktisk forankret i Norge, og ville trolig blitt gjennomført selv om det ikke var spesifisert.

”Dersom luftinnholdet øker ved transporten, skal også prøver for samsvarsprøving av fasthet tas på byggeplassen.”

Kommentar: Det har skjedd, spesielt med enkelte av de nye SP-stoffene og med kort blandetid, men det er sjeldent at luftinnholdet øker ved transporten. En må derfor ha oppmerksomhet mot dette, og regler å benytte i slike situasjoner. Trolig vil en slik situasjon utløse en alarm og et skifte av tilsetningsstoff og/eller produksjonsmetode.

4. Identitetsprøving av luftinnhold (Entreprenøren/brukerens ansvar): ”På byggeplassen skal luftinnholdet alltid kontrolleres daglig når støping starter, og videre ved fortløpende støping minst hver 3. time eller minst 1 gang pr. påbegynte 50 m³. Dersom luftinnholdet øker ved transporten til byggeplassen skal prøvingshyppigheten for luftinnhold dobles i forhold til dette.”

Kommentar: Den faglig nødvendige kontrollen med luftinnhold i betong er lagt til entreprenøren, som uansett er tilstede på byggeplassen. Dette vil forhåpentligvis medføre at entreprenørens engasjement mht. betongegenskaper øker.

Teknisk kvalitetskontroll

Kritiske prosesser innen

BETONG

(Versjon 3)

Siv. ing. Reidar Kompen
Vegdirektoratet, Teknologivdelingen, Seksjon for Materialteknikk
Januar 2006

Holdninger til kontroll

Dette innlegget omhandler byggherrens kvalitetskontroll ved nybygging, dvs. hva byggherrens personell innen byggeledelse og teknisk kvalitetskontroll bør prioritere.

Byggherrens kvalitetskontroll bør sees på som *et element i systemet av kontrollaktiviteter*, ikke som en aktivitet som er løsrevet fra de andre kontrollaktivitetene.

Kontroll har to formål:

1. Å avdekke om det er behov for å korrigere produksjonen/utførelsen mens det ennå er tid og mulighet for det, før det har gitt feil/avvik som blir vanskelig å korrigere.
2. Å dokumentere hva produksjonsresultatet faktisk ble.

Tradisjonelt har vegvesenets personell vist stor interesse for sine egne kontrollaktiviteter, men liten til moderat interesse for betongprodusenters og entreprenørers kontroll. Dette bør endres. Til en viss grad (i alle fall har entreprenørene følt det slik) har Vegvesenets kontroll også vært fokusert på ”politi og røver leken”, dvs. å ”ta” entreprenøren for å ha utført feil. Å oppdage og få rettet feil er viktig, men holdningen bør erstattes av fokus på å unngå feil. Byggherrens kontroll bør sees på som et supplement og et korrektiv til kontrollen til de som utfører og produserer.

Målsettingen med byggherrens kvalitetskontroll bør ikke primært være å få mange ringpermer (eller datafiler) fulle med avviksmeldinger eller kontrollørmeldinger, men å få et *funksjonsdyktig og holdbart byggverk med rett kvalitet*. Dette er altså den overordnede, og egentlig den *eneste målsettingen*. Skriftlighet er et hjelpemiddel for hukommelsen og for sikker kommunikasjon ved skiftbytte. Det bidrar til bedre oppfølging og er av uvurderlig nytte i utarbeidelsen av ”som bygget tegninger”.

Kontroll ved utførelse etter NS 3465

Når Statens vegvesen tar i bruk en revidert utgave av Prosesskoden i 2006, gjøres også NS 3465 ”Utførelse av betongkonstruksjoner, Allmenne regler” gjeldende. (Om 1–2 år vil NS-EN 13670-1 erstatte NS 3465.) I følge NS 3465 skal det ved betongbygging utføres kontroll i inntil 3 ledd:

Type kontroll	Kontrollklasse		
	Begrenset	Normal	Utvidet
Basiskontroll	X	X	X
Systematisk intern kontroll		X	X
Uavhengig kontroll			X

Basiskontroll er den kontrollen håndverkerne hos entreprenøren utfører som en del av arbeidet.

Systematisk intern kontroll utføres av entreprenøren, under ledelse av entreprenørens kontrollerer for prosjektet.

Uavhengig kontroll skal utføres av noen som ikke står i noe som helst avhengighetsforhold til utførende firma. NS 3420 kap. L Utgave 3.2 mars 2003 angir i en merknad pkt 5La1) at

”Uavhengige kontroll i NS 3465 er ikke inkludert i prisen”, dvs. uavhengig kontroll må byggherren selv sørge for blir utført og dokumentert, enten ved eget personell eller ved innleid hjelp. Uttrykket ”byggherrens kontroll” forekommer knapt nok i de nye standardene, men av to ”forskrivelser” i NS 3465 Tillegg G (pkt G 12.1(2) og G 12.2(1)) er det åpenbart at dersom byggherren utfører en kontroll, vil ”byggherrens kontroll” være synonymt med ”den uavhengige kontroll”. Om byggherren ikke selv kontrollerer i henhold til NS 3465, må han likevel sørge for en uavhengig kontroll i samsvar med standarden. Det ansees derfor som riktig og klargjørende å bruke uttrykket ”byggherrens uavhengige kontroll”.

Både entreprenørens systematiske interne kontroll og byggherrens uavhengige kontroll skal gjennomføres i henhold til en kontrollplan, og **kontrollen skal dokumenteres**. Med hensyn til **kontrollens omfang** siteres NS 3465 Tillegg G (informativt) ”Veiledning om kontroll”:

a) *For konstruksjoner i klasse Utvidet kontroll skal den interne systematiske kontrollen omfatte alle betongarbeider av betydning for konstruksjonens bæreevne og bestandighet. Dette omfatter kontroll av forskaling, armering, rengjøring før støp, betong, utstøping og herdetiltak, oppspenning, injisering osv.*

Den uavhengige kontrollen skal minst ha et omfang som beskrevet under Normal kontroll, i tillegg til å omfatte spennarmeringsarbeider og andre spesialarbeider.

b) *For konstruksjoner i klasse Normal kontroll skal den interne systematiske kontrollen omfatte alle betong- og armeringsarbeidene for særlig viktige konstruksjonsdeler som søyler og bjelker. For øvrige konstruksjonsdeler foretas stikkprøvekontroll i et omfang avhengig av delenes betydning for konstruksjonens bæreevne og bestandighet.*

c) *For konstruksjoner av prefabrikkerte elementer kontrolleres utførelsen av alle lastbærende opplegg og fuger i bæresystemet.*

Med hensyn til **entreprenørens kontrollplan** for den systematiske interne kontrollen siteres NS 3465 Tillegg G punkt G12.2:

(1) Det forutsettes at det utarbeides en detaljert kontrollplan som identifiserer all kontroll, overvåking og prøving som er nødvendig for å påvise at kvaliteten som kreves er oppnådd.

En kontrollplan for hvert kontrollpunkt bør angi:

- kravene;*
- referansene til standarden og produksjonsunderlaget;*
- metoden for kontroll, overvåking eller prøving;*
- definisjonen av kontrollområde;*
- hyppigheten av kontroll, overvåking eller prøving;*
- godkjenningskriteriene;*
- dokumentasjonen;*
- ansvarlig kontrollør;*
- eventuell kontroll utført av bestiller.*

En kontrollplan kan utarbeides som en oversiktstabell med referanser til kontrollprosedyrene og kontrollinstruksene som gir detaljene for kontroll, overvåking og prøving.

Denne opplistingen i NS er så omfattende at det nok må gjøres en forenkling for å skape oversikt. Uansett praktiske forenklinger : **Byggherrens uavhengige kontroll SKAL og MÅ følge det systemet som er beskrevet i NS 3465. Den må først og fremst påse at standardens system for kontroll fungerer.**

Den tekniske kvalitetskontrollen som del av byggelederoppgaven

Byggherrens målsetting omfatter ikke bare teknisk kvalitet, men også økonomi og framdrift. Byggeledelsen skal ivareta alle de tre målsettingene, og ivaretagelsen av *en* målsetting influerer på ivaretagelsen av de andre målsettingene. Byggeledelse kan derfor utvikle seg til å bli en ballansekunst. Det å sørge for at systemet for teknisk kvalitetskontroll fungerer er en viktig del av byggelederens oppgaver. Den tekniske kvalitetskontrollen er integrert i byggelederoppgaven, ikke løsrevet fra den.

Følgende kvalitetsorienterte aktiviteter bør utføres systematisk som en del av byggeledelsen :

1. Sørge for ”ryddighet i eget hus”, dvs. å sørge for at **produksjonsunderlaget er riktig og klart**, at spørsmål fra entreprenøren får en seriøs behandling og et forståelig svar, og at avviksbehandling gjennomføres uten unødig sommel.

Dette kan være en vanskelig balansegang. En kan av og til få inntrykk av at entreprenøren bevisst begraver byggelederen i unødvendige ”avklaringer”. På den annen side: Byggeledelsen kan ikke avfeie alle spørsmål med at entreprenøren er inkompetent. Det burde ikke være noen overraskelse at produksjonsunderlaget inneholder feil eller mangler. Å rette opp feil/mangler i produksjonsunderlaget har som regel økonomiske konsekvenser, - som man kan kvie seg for å ta. Det er en uklar grense mellom retting av feil og det som kalles ”standardglidning”. Det kan også være spørsmål som byggherren ikke skal svare på, og dermed overta ansvaret for. Om en kvier seg mye for å rette opp det som entreprenøren oppfatter som feil/mangler, undergraver en den motivasjonen for kvalitet som måtte ha vært til stede. Entreprenøren får inntrykket at kontrakten er viktigere enn kvaliteten, dette er desillusjonerende, frustrerende og det fjerner respekten for spesifikasjonene og byggherrens kvalitetskontrollører.

2. Etterspørre, vurdere og vise reell interesse for **entreprenørens kontrollplaner**, hvordan og med hvilken personell entreprenøren vil gjennomføre sin interne, systematiske kontroll. Spesielt er dette viktig å fokusere ved utførelse med underentreprenør. Kommunikasjonslinjer og ansvar for kontroll/dokumentasjon er ikke blant de temaene det fokuseres sterkest på i avtaler med underentreprenører. NS 3465 har krav til kompetanse for produksjonsleder, kontrollleder og formenn/baser. Kompetansen skal dokumenteres (fortrinnsvis med kompetansebevis utstedt av Betongopplæringsrådet), og dokumentasjon må etterspørres.
3. Etterspørre og vurdere seriøst **entreprenørens kontrollresultater/dokumentasjon**. Vurdere kontrollvirksomheten og vise reell interesse. Dersom vi ikke etterspør eller ikke vurderer entreprenørens kontroll/dokumentasjon seriøst, demotiverer vi for entreprenørens kontrollaktiviteter.

4. Inspisere og se med egne, uavhengige øyne **om bygging/bygge kvalitet og kontroll er slik det blir dokumentert, eller om virkelighet og dokumentasjon er to forskjellige verdener**. Motivere for og ha romslighet til å tåle at dokumentasjonen beskriver virkeligheten. Det må være langt bedre om det dokumenteres avvik og at kontroller er uteglemt, enn at dokumentasjonen beskriver en falsk virkelighet. Dersom det observeres ”slurv” og dårlig kontroll, bør beskjednen til entreprenøren være at entreprenøren må skjerpe sine egne aktiviteter, ikke at byggherren overtar kontrollen.

Følgende må poengteres : For å utføre denne aktiviteten trengs det

- a) kunnskap om formelt regelverk og om kontrakten,
- b) fagkunnskap om betong og betongbygging, om anleggsdrift og betongutførelse,
- c) evne til å kombinere kunnskap, ha en viss ydmykhet for at det går an å tenke annerledes uten at det trenger å være feil.

Kritiske prosesser innen betong, obligatoriske aktiviteter

1. Prosesskodens krav til informasjon

I prosess 84 er det flere steder angitt at entreprenøren skal ”forelegge/oversende” eller ”forelegge for uttalelse” sin plan eller en dokumentasjon for byggherren. (Ordet ”godkjenne” er systematisk erstattet med ovennevnte uttrykk, evt. med ordene ”akseptere” eller ”samtykke”). I uttrykket ”forelegge for uttalelse” er det ment at dette bør byggeledelsen, som et minimum, sette seg inn i og meddele sine oppfatninger om. Entreprenøren er kontraktsforpliktet til å forelegge noe for uttalelse, og da bør han også kunne forvente å få en uttalelse tilbake.

Følgende skal ”forelegges byggherren til uttalelse”:

84. Mal for kontrollplan, detaljerte kontrollplaner.
- 84.1 Planer for stillaser
- 84.4 Ved forventet betongdensitet under 2300 eller over 2500 kg/m³; betongsammensetning inkludert luftinnhold og betongdensitet.
- 84.4 Dokumentasjon av betongprodusentens innledende prøving, resultater fra entreprenørens prøving av betongens bruksegneskaper, dokumentasjon av betongreseptens samsvar med spesifiserte krav. Alternativt erfaringer med betong i henhold til resepten levert i løpet av de siste 6 måneder.
- 84.442 Påstøp betongslitelag: Betongsammensetning, fibertype, epoksy, lateks og ev. fugemasse

Følgende skal ”forelegges” eller ”oversendes” byggherren:

84. Månedlig: Dokumentasjon av entreprenørens systematiske kontroll og betongleverandørens samsvarskontroll.
- 84.1 Deformasjoner i reis/understøttelse og setning for stillasfundamenter ved belastning
- 84.37 Beskrivelse og tekniske data for spennarmering
- 84.4 Endringer i betongresept, skifte av noe delmateriale
- 84.4 Orientering om når støp skal utføres
- 84.52 Geometrikontroll for ok brudekke **før** riving av stillas, og **før**

belegningsarbeidene starter.

84.82 Type lateks til sementslemmemasse for liming.

Det bør knyttes en kommentar til de temaene som nevnes i prosess 84.1, nemlig ”Planer for stillaser” og ”Deformasjoner i reis/understøttelse og setning for stillasfundamenter ved belastning, samt temaet i prosess 84.52 ”Geometrikontroll for ok brudekke før riving av stillas og før belegningsarbeidene starter”. Det er *ett* toleransekrav vi har problemer med å få oppfylt, og det er jevnhet i linjeføringen for bruoverbygningen. Årsaken til avviket kan være flere, blant annet:

- unøyaktig oppliring og avtrekking,
- deformasjoner i forskaling og reis ved utstøping,
- setninger for fundamentene for brureisen,
- overbelastning i byggetiden.

Disse årsakene har entreprenøren ansvaret for, men overhøydeberegninger, elastiske deformasjoner og deformasjoner som skyldes kryp og svinn ved forutsatte belastninger ligger under ansvaret til den som har levert produksjonsunderlaget, dvs. normalt byggherren.

Uansett hvem som har ansvaret for avvikene i linjeføring ønsker vi å få større fokus på dette problemet, få kunnskap om hva som forårsaker avvikene, og aller helst utrydde dette problemet. Disse spørsmålene bør fokuseres på allerede ved planlegging av reis/forskaling, og forutsatte kontroller bør være kjente.

2. Kontroller mot systematiske feil

Det er en del enkle, lite tidkrevende kontroller som bør gjennomføres for å **unngå at systematiske feil utføres** i hele prosjektet. Feil utføres når kunnskap eller oppmerksomhet mangler. Eksempler:

- a) armeringsstål kvalitet B 500 NC er det 84.3 beskriver, andre kvaliteter importeres og selges i Norge.
- b) armeringsstoler skal være av betong og oppfylle geometri- og materialkrav i IR 1731.(Veglaboratoriets Intern Rapport nr. 1731)
- c) spiker for feste av armeringstoler til forskalingen skal være av rustfritt stål (IR 1731).
- d) monteringsstenger utenfor den konstruktive armeringen skal være Ø^k 12 ved nominell overdekning mindre enn 85 mm, Ø^k 16 ved større nominell overdekning.
- e) ved støpeskjøter skal forskalingsstag plasseres nær inntil skjøten og trekkes godt til slik at støpetrykket ikke fører til lekkasjer.
- f) kontroll av betongreseptens samsvar med spesifikasjonen før/ved oppstart.
- g) at entreprenørens personell oppfyller krav til dokumentert kompetanse slik NS 3465 krever. At det alltid er en navngitt arbeidsleder til stede når betongstøp utføres.

3. Kontroll av spesialarbeider og arbeider som ikke kan kontrolleres seinere

Kontroll, ved selvsyn eller ved overvåking av entreprenørens egen kontroll, av **arbeider som ikke kan kontrolleres seinere, av konstruksjonselementer som ikke vil være inspiserbare i ferdig konstruksjon, og av spesialarbeider**. Eksempler:

- a) spennarmering, spesielt forankringenes posisjon/vinkel, plassering av dreng- og lufteslanger, skjøtekoblinger, låsing av tau i passiv ende, oppspenning, injisering.

- b) armering i områder hvor det er kollisjon mellom slakkarmering og spennarmering, med innstøpningsgods og annet det skal være plass til. Hvis det fins en skjærebrenner på anlegget, kan du være sikker på at den blir benyttet.
- c) innstøpningsgods inkl. avløp, materialkvalitet, sikring av plassering
- d) brulagere, orientering og forhåndsinnstilling
- e) brufuger, spesielt forhåndsinnstilling
- f) armeringsoverdekning og utstøpingskvalitet (ingen steinreir/støpesår) i fugeområder eller smale spalter, for konstruksjonsdeler som fylles ned eller som ellers gjøres utilgjengelige.
- g) betongarbeider i vann, deriblant undervannstøp.
- h) peler og andre konstruksjoner i grunnen (behandles under fagområdet geoteknikk). Utstøping av stålrørpeler, borede peler etc.

4. Uavhengig kontroll i hht NS 3465

NS 3465 stiller, som før nevnt, krav til omfanget av den uavhengige kontrollen i kontrollklasse Utvidet kontroll : Den skal omfatte ”alle betong- og armeringsarbeidene for særlig viktige konstruksjonsdeler som søyler og bjelker, - i tillegg til å omfatte spennarmeringsarbeider og andre spesialarbeider. For øvrige konstruksjonsdeler foretas stikkprøvekontroll i et omfang avhengig av delenes betydning for konstruksjonens bæreevne og bestandighet.”

Når det gjelder bruer kan ”særlige viktige konstruksjonsdeler som søyler og bjelker” oversettes til søyler, tårn og overbygning. For annen fundamentering enn sålefundamenter på berg eller løsmasse må det også omfatte fundamenteringen. For alle disse konstruksjonsdelene skal det (i tillegg til hva som er nevnt foran) kontrolleres

- forskaling
- rengjøring av støpeskjøter og forskaling
- armering, at armeringen er som på tegning, armeringsbinding, overdekning
- betong, betongutstøping, etterbehandling/herdetiltak
- kontroll av herdnet, avforskalt konstruksjonsdel for støpesår/steinreir, opprissing etc.

Kontrollen skal gjennomføres etter en kontrollplan, og den skal dokumenteres.

Stikkprøvekontroll

I tillegg til den systematiske tekniske kontrollen beskrevet foran bør det være en mer uregelmessig stikkprøvekontroll. Omfanget av og temaene for denne må tilpasses prosjektets art og vanskelighetsgrad, - og ikke minst kvaliteten av det arbeidet og kontrollarbeidet som utføres av entreprenøren selv og hans underentreprenører/leverandører.

Stikkprøvekontrollen bør i prinsippet omfatte alle arbeidsarter og ikke ”frede” noen arbeider. Men den bør også prioritere de viktigste/mest kritiske arbeidene med hensyn til sikkerhet og holdbarhet for konstruksjonen, samt hvilke feil som kan gi store konsekvenser for økonomi eller framdrift. **Altså bør det ikke, og det kan heller ikke, settes opp noen ”standard kontrollplan for byggherrens stikkprøvekontroll” som gjelder for alle typer prosjekter.**

Byggherrens kontrollplan må være dynamisk i den forstand at den må kunne tilpasses mht. omfang og kontrolltyper etter de observasjonene og målingene som gjøres undervegs.

Det sies ofte at stikkprøvekontrollen skal være ”rettet” eller ”målrettet”, altså at den skal sikte mot å dokumentere helt konkrete saker og ikke være tilfeldig. Målrettet kontroll er helt riktig, men samtidig MÅ en ha et blick til begge sider, mot de tingene en ikke hadde tenkt å kontrollere. Erfaringen har vist at virkeligheten dessverre er verre enn fantasien i enkelte tilfelle. Spesielt vil jeg, ut fra egen erfaring, tilråde å se på arbeider som er i sin begynnelse, eventuelt spørre hvordan entreprenøren har tenkt å utføre arbeidet, for å forebygge saker som kan utvikle seg til tvangssituasjoner hvor tilsiktet kvalitet er uoppnåelig. (” Forebyggende kontroll”)

Hva skal en i tilfelle kontrollere i forbindelse med de vanligste betongarbeidene ?

Forskaling utføres vanligvis fagmessig og bra, med unntak av at stag ofte ikke plasseres nær støpeskjøter slik prosess 84.2 stiller krav om. For øvrig bør en ha fokus på bruk av stål/metallforskaling vinterstid (må varmeisolerers !), styrke/stivhet av hjørner av manuell forskaling, styrke/stivhet av kobling mellom systemforskaling og manuell forskaling. Slik kobling fungerer sjelden bra. Store åpninger (”glipper”) mellom bord i bordforskaling som tørker sommerstid. Kontrollpunkter :

- Forskalingsstag nær støpeskjøtene, trekkes godt til.
- Stålforskaling vinterstid, må varmeisolerers
- Manuell forskaling, hjørner og tilslutning mot systemforskaling
- Bordforskaling, åpninger mellom bord som tørker ut

Armeringsarbeidene utføres også vanligvis bra dersom formenn og jernbindere har god kjennskap til Intern Rapport nr 1731 og dens hovedregler. Et problempunkt kan være bruken av monteringsjern og armeringsstoler på lukkesida, disse er ikke ”nødvendige” sett fra jernbinderens ståsted. To andre svake punkter skal nevnes : Alle jern-ender skal bindes, skjøtejern til neste støpeavsnitt må sikres godt for ikke å bli forskjøvet og få feil overdekning. Det har vært diskutert om en burde innføre etterkontroll med covermeter som en standard. Det har en valgt å ikke gjøre, men stikkprøvekontroller er å anbefale. Kontrollpunkter :

- All armering i flg. tegning og bøyeliste lagt.
- Spesiell sjekk av at kritiske jern som f. eks spaltestrekkarmering ved spennforankringer er der de skal, og er forsvarlig bundet.
- Om noen armering er kappet, evt. ok erstattet, ved konflikt med innstøpningsgoods etc.
- Om jernene er godt bundet, sjekk spesielt jernendene
- Overdekning sikret på begge sider, også lukkesida, med mont.jern og betongstoler.
- Overdekningen er som forutsatt på alle flater
- Sjekk spesielt overdekning for skjøtejern, *inn* i støpeavsnittet og *ut* av det
- Hvordan ligger det an til å få riktig overdekning ok fundament, ok brudekke etc.

Betongstøpingen går som regel bra, de fleste profesjonelle har lært seg lagvis utlegging og systematisk vibrering. Et sårt punkt som erfaringsmessig trenger fokus er rengjøringen av støpeskjøter og forskaling (særlig horisontale og skrå flater) før støpestart. Store støper (>150-200 m³) og vanskelige støper må planlegges på forhånd, det må utarbeides støpeplan som betongstøperne selv mener er gjennomførbar/riktig. (Planer skal være reelle, ikke en selskapslek for kontrollleder og kontrollingeniør.) Behovet for ordinære **vinterstøpstiltak** som beskyttelse og varmeisolering undervurderes ofte, særlig ved grove betongdimensjoner.

Spesielt om høsten er det hvert år like overraskende at nystøpt betongoverflate må beskyttes/isoleres. Herdemembran bør brukes på nystøpte, frie overflater når det er vær som gir uttørking, men trengs ikke i regnvær eller på herdnede, avforskalt flater.

Kontrollpunkter :

- støpeplan hvis stor eller vanskelig støp, støpeteamet må være enig i planen, og støp bør gjennomføres i hht planen
- rengjøring av støpeskjøter og av forskaling før støp
- lagvis utlegging, systematisk vibrering. Støpeteamet dirigerer, ikke pumpekjøderen
- forberedelse for og gjennomføring av vinterstøpstiltak, beskyttelse og isolering
- umiddelbar påsprøyting av herdemembran på uforskalt flater

Betongprøving, engasjement av Regionslab.

Mye av vegvesenets kontroll av betongarbeider tidligere besto av å måle synk og luft, og å støpe og trykkprøve terninger. Dette er kontroller som vi i større grad kan overlate til betongprodusent og entreprenør. Men vi skal følge med og påse at kontrollen blir gjort, og at resultatene blir vurdert og brukt. Hvis vi selv gjør slik kontroll, må vi være sikre på at både det faglige og det formelle er i orden. Bl. a. må utstøping, herding og trykkprøving utføres nøyaktig etter de aktuelle standardene, og laboratoriet må ha sertifisering tilsvarende det som kreves for entreprenørens laboratorium. Vi må være bevisste at hvis vi utfører for lite betongprøving selv, vil vi etter hvert miste kompetansen.

Minste "tillatte" omfang av byggherrens stikkprøvekontroll av betongegenskaper på den enkelte byggeplass er null. På Regionbasis bør en, for å beholde kompetansen og vise at byggherren er i stand til å utføre slik kontroll, utføre stikkprøver omtrent i følgende omfang:

- trykkfasthet og densitet, 1 prøve pr ca. 2500 m³
- luftinnhold i fersk betong, 1 prøve pr ca 1000 m³
- masseforhold, mikrobølgeovnmeter, 1 prøve pr ca 4000 m³
- armeringsoverdekning i ferdig konstr., covermeter, 1 kontroll pr ca. 2000 m³

Kontrollomfang og kontrolltyper bør veksle og endres til stadighet, den bør være dynamisk og skifte tema på uforutsigbare tidspunkter.

Endringer i prosess 84

DE STORE ENDRINGENE

De store endringene i prosess 84 er

1. Endring av betongspesifikasjonene i prosess 84.4 til (med en del unntak) samsvar med MF40 i NS-EN 206-1.
2. Den reviderte NB Publikasjon nr. 14, som det henvises til i prosess 84.37
Spennarmering. Denne innfører nye krav til injiseringsmassen og til det som har med injisering av spennkabelrør å gjøre.

De nye standardene som det henvises til, NS 3465 og NS-EN 206-1, må karakteriseres som **den virkelige store** endringen. Tanken bak utformingen av prosess 84 er at disse standardene skal brukes aktivt, og at standardene med tillegg av spesifikasjonene i Prosesskoden til sammen utgjør Statens vegvesens obligatoriske spesifikasjoner. I motsetning til tidligere inneholder ikke prosess 84 tekster der standarden har like gode bestemmelser.

Terminologi – endringer i Prosesskoden

I både Prosesskode-1 og Prosesskode-2 er det (skal det være ?) gjennomført en rekke endringer av terminologi etc. Listen nedenfor er forhåpentligvis komplett.

Redigering, symboler

Før

- a) Prosessen omfatter
- f) Måleregler, enheter
- d) Prøving, kontroll
- e) Toleranser

Nå

- a) Omfatter
- x) Måleregler, enheter
- d) Toleranser
- e) Prøving, kontroll

Uttrykk

Før	Nå
den utførende	entreprenøren
fjell (fjellbolter, fjelloverflate, fjellhelning osv.)	berg (bergbolter, bergoverflate, berghelning osv.)
sammensatt byggeplassavvik	sammensatt byggetoleranse (kfr. revidert NS 3461)
anbud	tilbud
anbyder	tilbyder
membranherdner	herdemembran
toleranser	geometriske toleranser (i forb. m. dimensjoner/geometri)
godkjennelse (byggherrens)	aksept, samtykke

Endringer som berører beskrivelse og måleregler

84.12, .13 og .14 Stillas

84.2614 Tillegg for ombygging av FFB-forskaling (Tidligere dimensjonssprang)

84.276 Rekkverksutsparinger

84.437 Fasthetskontroll av undervannstøpt betong

84.541 Herdning med herdemembran

84.545 Beskyttelse mot eksponering ved å utsette riving av forskaling

84.546 Herdetiltak for brudekker

84.62 og .63 Rengjøring av betongoverflate

84.8 Diverse betongrelaterte prosesser som tidligere var spredt på forskjellige steder eller som manglet

ENDRINGER VEDRØRENDE PROSESSENE INNHOLD, BESKRIVELSE OG AVREGNING

84. BETONG

I likhet med mange andre hovedkapitler i Prosesskoden er overskriften endret ved at ordet ”arbeider” er strøket.

a-c) Henvisningen til gjeldende standarder er endret til NS 3473, NS 3465 og NS-EN 206-1. Henvisningen på dette stedet innebærer at alt relevant stoff i disse standardene gjelder som en del av Prosesskodens bestemmelse, i den grad det ikke er angitt avvikende bestemmelser. Henvisningen til Kontrollrådets regler og til NS 3420 kap. L er strøket.

d) De generelle kravene til betongoverflatenes utseende er konkretisert til slike forhold som entreprenøren har herredømme over.

De toleransene i NS 3465 som kan være relevante for bruer er henvist til konkret. Det innebærer at disse toleransene kan påberopes, men ikke de øvrige (som gjelder husbygg).

Tilføyd :”De geometriske toleransene inkluderer ikke elastiske deformasjoner eller effekter av svinn og kryp hos den permanente konstruksjonen.” Prosesskoden har vært forstått på denne måten tidligere også, men er en viktig formell presisering ikke minst i forbindelse med kontroll av jevnhet for brudekker. Toleransene gjelder selve utførelsen, og ikke forhold som skal være ivaretatt ved prosjekteringen.

Det er ikke foretatt endringer i tabellene som angir toleranser.

e) Dette er delvis nytt og en oppfølging av reglene i NS 3465, delvis bestemmelser som tidligere har stått under 84.4. Entreprenøren skal ved oppstart av arbeidene vise at han har et opplegg for den interne systematiske kontrollen. Utarbeidelsen av konkrete kontrollplaner skal være en dynamisk prosess, og en del av planleggingen av de enkelte arbeidsavsnitt.

At byggherren sørger for den uavhengige kontrollen, og at prøver av trykkfasthet utført som en del av den uavhengige kontrollen skal bedømmes etter reglene for identitetsprøving, er viktige presiseringer.

84.1 Stillas, provisoriske avstivninger og overbygg

To viktige endringer i delprosessen :

1. Større fokus på stillasenes stivhet, kontroll av deformasjoner for stillas og fundament.
2. Støpestillas for bruoverbygning skal ha så stor bredde at det kan anordnes gangbane på hver side.

84.1 c) Siste avsnitt: Nytt krav om måling av deformasjon for reis/understøttelse, vurdering og meddelelse til byggherren.

84.11 Fundamentering av stillas : Presisering av at denne prosessen skal benyttes sammen med prosessene 84.12 – 84.14, men ikke 84.15 – 84.18.

84.12 Nytt at prosessen gjelder ”Avstivende stillasoppbygg for vertikale og skrå konstruksjonsdeler”

84.13 ”Bærende stillas reist direkte fra bakken” og 84.14 ”Frittstående stillas” : Begge prosessene er underinndelt med ”for bruoverbygning” og ”for dragere, rigler, utkragere og lignende”. Dette i tillegg til presiseringen om fundamenteringsprosessen 84.11 burde gi større klarhet om bruken av disse prosessene.

84.2 Forskaling

Tolkningen av hva som skal være inkludert i hovedpostene for forskaling (prosessene 84.21 – 84.25 samt 84.28) og hva som krever tilleggsposter (84.26) og/eller stillasposter har alltid vært vanskelig. Grensegangen gjelder **både** utformingsdetaljer og stillas/understøttelse.

Prosess 84.2614, som har vært den mest problematiske, har derfor endret tittel/innhold fra ”Tillegg for dimensjonssprang” til det helt eksakte og avgrensede ”Tillegg for ombygging av FFB-forskaling”. En del utformingsdetaljer som tidligere har vært beskrevet med egne poster skal dermed heretter inngå i hovedposten for forskaling.

Under 84.13 og 84.14 er det innført nye underliggende prosesser (se ovenfor) som klargjør bruken av disse. I prosess 84.12 er tittelen og innholdet utvidet til ”stillasoppbygg for vertikale og skrå bygningselementer”.

Bruken av stillasposter under 84.1 og tilleggsposter under 84.26 burde dermed være klarere, og prinsippet beskrevet i revidert tekst i 84.2 er

- stillas/understøttelse som er nødvendige men ikke beskrevet med egne poster under 84.1, skal regnes inkludert i forskalingsprosessen. (Det vil alltid kunne være behov for understøttelser som er vanskelig å definere klart som ”stillas” eller som en del av forskalingsoppbyggingen.)
- alle utformings- og utførelsesdetaljer som ikke er beskrevet med egne prosesser under 84.26 og 84.27 skal regnes inkludert i hovedposten for forskaling. Forskalingsprosessen ”omfatter komplett forskaling med den geometri som er vist på tegningene”.

Glideforskaling nevnes spesielt under 84.2 a) : Skal ikke benyttes uten at det er forutsatt i produksjonsunderlaget eller blir akseptert. Skal planlegges, utføres og kontrolleres jfr. NB25. Hvor glideforskaling kan/ikke bør brukes er angitt i HB185, og i samsvar med Veglaboratoriets Publikasjon nr. 77.

84.2 c) : Endring : Staghull i brudekker skal gjenstøpes i full lengde, epoksyrim i overdekningssonen ok dekke.

84.2 f) : Teksten er omformulert til samsvar med NS 3420, men innhold/mening er uforandret. (”projisert flate” i stedet for ”senterplan”)

84.254 Forskaling av spalter (fugeåpninger)

Kravene er strammet til. Ekspandert polystyren tillates ikke som forskalingshud for spalter med åpning større eller lik 50 mm.

84.276 Rekkverksutsparinger

Dersom rekkverksutsparinger benyttes, skal disse inngå i totalleveransen av rekkverk, prosess 86.3. Prosess 84.276 benyttes bare i spesielle tilfeller.

84.3 Armering

Det er presisert at tilpassing av armering ved hindringer er inkludert og ikke betinger tillegg.

c) Det er bevisst angitt strengere temperaturkrav i forb.m. retting/ombøyning av armering enn de som er angitt i NS.

Proessen for "Armering glatt stål" er strøket. Proessen for "Armering av rustfritt kamstål" er underinndelt, men kvalitetskrav må angis i spesiell beskrivelse.

84.33 Sveisede armeringsnett og armeringsenheter. Bemerk kvalitetskravene som er nye. Vanlige sveiste armeringsnett etter NS 3576-4 har stål kvalitet B 500 NA.

84.341 Skjøtemuffer for slakkarmering. Nytt kapasitetskrav, gjelder inntil standarder er vedtatt.

84.354 Jordingspunkter for korrosjonsundersøkelser. Ny, framtidorientert prosess.

84.37 Spennarmering

Denne prosessen har store endringer, men disse er synlige i den reviderte Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 14 som det henvises til, ikke i Prosesskoden. NB14 er et dokument som er nødvendig å ha for de som er involvert i spennarmerte konstruksjoner. De største endringene i forhold til tidligere er kravene til injiseringsmasse, prøvingsmetoder for injiseringsmasse og en del forhold omkring utførelse av injiseringen av spennkabelrørene.

Tilføydd at prosessen inkluderer tilpassing av forskaling og armering som er konsekvens av spennarmeringen. Mesteparten av den tekniske beskrivelsen er strøket, fordi dette nå er å finne i NB14. Det omstridte kravet om minst 60 timer herding før oppspenning, selv om betongfastheten er tilfredsstillende, er redusert til 48 timer. Titlene på de underliggende prosessene 84.3712 og -13 er rettet opp.

84.4 Betongstøp

Generelt : Om en sammenligner teksten i Prosesskode-2 fra 1997 med denne reviderte teksten, synes revisjonen å være svært omfattende. I stor grad er imidlertid endringene tilpasning av tidligere tekst til den terminologien, de betraktningssmåtene og de formuleringene som standardene bruker. Noen endringer er selvsagt av mer vesentlig art.

a)

Teksten under a) er omformulert for å klargjøre omfanget ytterligere, men innholdet er ikke endret.

b)

Den innledende teksten knytter "vegvesenbetongen" formelt til NS-EN 206-1 og dens begreper.

Sement :

Bemerk at NS-EN 206-1 gir regler for bruk av CEM I ("Ren" portlandsement som f.eks. Norcem Standard, Norcem Anleggsement etc.) og for bruk av CEM II/A-V (Norcem Standard FA sement), men ikke for CEM II/B-S, i bestandighetsklassene MF45 og MF40.

Prosesskoden følger standardens bestemmelser, men gir åpning for bruk av sementer NS ikke har bestemmelser for. Embra Miljøsement er en sement av type CEM II/B-S (slaggsement med 30-35 % slagg), og den er akseptert til bruk for konstruksjoner i vegnettet ved brev fra Vegdirektoratet. Det er den spesifikke sementen produsert i Rüdeshheim i Tyskland som er akseptert, ikke sementtypen CEM II/B-S generelt.

Bruk av RR-sement som Norcem Industrisement krever spesiell tillatelse i hvert enkelt tilfelle, bortsett fra ved prefabrikkerte elementer.

SR-sement (bl. a. Norcem SR-sement, Svensk Anlæggingssement og Dansk Hvitsement) har mange gode egenskaper vi gjerne skulle trukket nytte av, men pga. frykt for dårligere korrosjonsbeskyttelse ønsker vi ikke at denne sementtypen benyttes ukontrollert.

Tilsetningsstoff :

Grensene for tilsetningsstoff dosering er fjernet fordi det er kommet mange nye, mer effektive tilsetningsstoffer inn på markedet. Det er neppe mulig å angi øvre grenseverdier for tilsetningsstoff dosering uavhengig av tilsetningsstoff produktnavn. Det meste av den gamle fagkunnskapen gjelder imidlertid fortsatt : **Det bør benyttes moderate mengder plastiserende tilsetningsstoff.** Doseringen må overstige en nedre terskelverdi for å dispergere sement, silika og andre finstoffer, men den må ikke være så høy at det oppstår problemer med støpelighet, komprimering og opprissing. Betong som ser bløt ut pga tilsetningsstoff krever mer vibrering enn utseendet tilsier. Den generelle medisinen for problematisk SV-40 betong er fortsatt reduksjon av tilsetningsstoffdoseringen ved å benytte 4 liter mer vann og 10 kg mer sement pr. m³.

Luftdempende tilsetningsstoff er nå blant de stoffene som aksepteres. Sannsynligheten for å lykkes med å justere luftinnholdet ned til akseptabelt nivå etter overdosering med L-stoff er imidlertid liten. Til det har stoffet for mye "on/off-virkning". Men det aksepteres at man forsøker.

Det er gitt en ny tekst vedr. kombinasjonen av tilsetningsstoff, som skal være utprøvet med den aktuelle sementen. Denne utprøvingen bør tilsetningsstoffleverandøren ta seg av, slik at betongleverandør, entreprenør og byggherre slipper å opptre som prøvekanin.

Tilslag :

Kravene til tilslaget er spesifisert i hht. NS-EN 12620. Kravene er ikke spesielt strenge, men utelukker direkte dårlige tilslag. Kravene til vannabsorpsjon er tilsynelatende skjerpet ved at de er tilpasset prøvingsmetoden som nå benyttes. Kravene til forurensninger er skjerpet i forhold til NS-EN12620's standardkrav. Gjenvunnet tilslag fra resirkulert betong vil normalt ikke kunne benyttes til SV-40 og SV-30 betong.

Betongsammensetning :

Kravene til SV-40 og SV-30 må sies å være vesentlig endret ved at de er tilpasset NS-EN 206-1 Bestandighetsklasse MF40. MF40 innebærer reelt sett krav om lavere masseforhold for SV-40 enn kravet som gjaldt før, for SV-30 innebærer det neppe noen endring selv om det ser ut som en lemping på kravet. Silikagrensene er tilpasset NS-EN 206-1. For betong med CEM II/A-V (Norcem Standard-FA) og med Embra Miljøsement er silikagrensene 3 – 5 % av sementmengden.

Betongspesifikasjonen SV-50 har knapt vært brukt, og er derfor strøket.

Kravet til densitet av hensyn til lastforutsetningene er nå knyttet til betongdensiteten ved avforming (2300-2500 kg/m³ uarmert betong), i stedet for til tilslaget. Kravet er ment som en varslingsgrense, det må vurderes i hvert enkelt tilfelle hvilke konsekvenser høy/lav densitet har.

Kloridklasse Cl 0,10 gjelder uansett, kravet er ikke nyansert som i NS-EN.

Støpelighet :

NS-EN 206-1 definerer konsistensklasser, men nevner overhodet ikke begrepet støpelighet. Uansett konsistens er god støpelighet kvalitetssikringsmiddel nr. 1 ved bygging med betong.

Nytt : Selvkomprimerende betong tillates benyttet under forutsetning at det disponeres fagkunnskap om slik betong og støpingen med den. Betongresepten må være så robust at den tåler normale variasjoner i oppmåling, delmaterialer, værforhold og støpehastighet. Så vel byggherre som entreprenør kunne ha fordeler av mer omfattende bruk av selvkomprimerende betong, men tilbøyeligheten til å lage følsomme resepter hvor støpen lykkes bare hvis en har flaks gir betenkeligheter. Erfaring *så langt* tilsier at betongens matriksinnhold eksklusiv luft bør være minst 340 liter pr. m³ for å ha grunnlag for akseptabel stabilitet. Synkutbredelsesmålet bør velges avhengig av hva som skal støpes og hvordan, men utflytningstiden T₅₀₀ skal uansett være større enn 2 sekunder.

Frostbestandighet :

Kravene er ikke endret, dvs at de avviker fra NS-EN 206-1 både mht. tallverdi og måte kravene er stilt på. Dette er Prosesskodens vesentligste avvik fra NS-EN 206-1.

Blandeanlegg :

Betongblanderier skal nå være sertifisert i hht. NS-EN 206-1, ikke ”godkjent i hht. Kontrollrådets regler”. I praksis er det ikke forskjell på klassene av blanderier lenger, unntatt kravene til formell kompetanse. Eventuelle begrensninger i hva blanderiet tillates å levere er angitt i blanderiets sertifikat. Åpningen for å ta betong fra et ”lavere klassifisert blanderi” er imidlertid beholdt.

NS-EN 206-1 stiller krav om prosedyre for utarbeidelse av nye resepter, og krav om ”innledende prøving” før resepten settes i produksjon. Dette er tilsvarende de reglene Prosesskoden hadde tidligere. Det er satt restriksjoner på måten for å utarbeide resept (ikke ekstrapolasjon). Tidsbegrensningen for å benevne en resept som ”fortsatt gyldig” er satt til 6 måneder, ikke 12 måneder som i NS-EN 206-1. Fasthetsmarginen for nye resepter er beholdt på 9 Mpa terningfasthet, NS-EN 206-1 er noe uklar på dette punktet. Ved fullskala verifikasjonen av resepten er det krevd kontroll av endringer i luftinnhold og konsistens, fordi

det har vært opplevd en del uforventede endringer med noen nye tilsetningsstoffer. (Behov for vesentlig økt blandetid.)

Kravet om å bli holdt detaljert orientert om betongreseptene og om reseptendringer er opprettholdt. Dette er viktig fordi NS-EN 206-1 ikke pålegger betongprodusenten å opplyse om reseptene, bare at betongen er ”god nok” (Samsvarserklæring).

c)

Første avsnitt : Kravet om at ansvarlig støpeleder skulle være tilstede under enhver støp er nå lempet på, fordi kravet til støpeledernes (nå: produksjonleder) teoretiske utdannelse i praksis er skjerpet siden 1997. Kravet gjelder nå ”en ansvarlig arbeidsleder”, og dette kan være en person uten ingeniørutdanning.

Tilrigging og støpeplaner

Nytt krav at ”entreprenøren foruten de grunnleggende krav spesifiserer de tilleggsegenskaper for den ferske betongen som er nødvendige pga utførelsen.” NS-EN 206-1 skiller mellom de grunnleggende krav, som stort sett er de byggherren spesifiserer, og tilleggskrav som gjelder betongens anvendelsesegenskaper. Hvis ikke entreprenøren forteller betongprodusenten hvilke egenskaper som forventes/kreves, må det forventes problemfylt utførelse og middelmådig resultat.

Utstøping

Det viktige kravet om rengjorte former og støpeskjøter er beholdt selv om dette også er dekket av NS 3465.

Kravene om å ta hensyn til separasjonsfaren er beholdt. Kravet synes å ha blitt mer og mer aktuelt, de seinere årene har vi fått mer steinreir i bunnen av vegger etc. Det er derfor spesifisert at betongen skal føres ned gjennom strøpme, pumpe slang el. tilsv. når støp startes fra ”større høyder”. Dette begrepet kan selvfølgelig tolkes, men det er kombinasjonen av betongens sammenhengsevne og separasjonspåkjenningen som er det avgjørende. Alle vegger og søyler er ”større høyder”. Hvis noen trenger en klarere definisjon gjelder denne : Mer enn 73 cm er større høyde.

Temaet ”skjemmende streker i overflaten” på grunn av avbrudd i støpingen, at støpefronten har stått stille lengre tid, er nevnt flere steder. Vi må fortsatt håpe at dette estetiske problemet tas mer alvorlig.

Nytt krav: ”Betong utstøpt mot herdnet betong i vertikale støpeskjøter skal revibreres minimum 1/2 time etter utstøping”. Denne situasjonen har vi ved alle støpeskjøter i brudekker, og i mange andre tilfelle. Alt for ofte får vi dårlig tilslutning med lekkasje i støpeskjøten, delvis fordi den herdnede betongen suger vann (den ferske betongen får da mindre volum), delvis pga. setning/deformasjoner i forskaling og reis. Epoksy lim øverst i skjøten gir ikke fullgod utbedring alene, og må derfor suppleres med revibrering.

Etterarbeider

Kravet er skjerpet : Utbedring av støpesår og feil skal utføres fagmessig i henhold til prosedyrer utarbeidet av entreprenøren og akseptert av byggherren. Utbedringen skal utføres **snarest**, slik at reparasjon og underbetong kan herdne sammen. Dersom værforholdene er ugunstige mht å utføre utbedringen, skal det settes i verk tiltak for å verne mot det ugunstige

været, tidspunktet for utbedringen skal ikke utsettes. Bakgrunnen er denne : Vi vet at reparasjoner sjelden oppnår tilsvarende kvalitet som feilfri støp. Jo lenger en venter med utførelse av reparasjonen, desto mindre er sjansen for varig heft. Hvis støpesår ikke kan unngås, kan de i alle fall utbedres så godt som mulig, dvs. så snart som mulig. Praksisen med å utsette alle betongreparasjoner til umiddelbart før overleveringen må definitivt ta slutt.

e)

NS-EN 206-1 har begrepet ”betongfamilie”, men vi har ansett SV-40 og SV-30 med sine silika-og luftinnhold å ha så fjernt slektskap til vanlig husbetong at de ikke skal kunne kontrolleres som et familiemedlem. Ulike resepter innen for eksempel SV-40 spesifikasjonen kan imidlertid inngå i samme samsvarsvurdering.

Samsvarskontroll

Hovedregelen vil være at prøver for samsvarskontroll av fasthet blir tatt på betongblanderiet, prøver for samsvarskontroll av luftinnhold blir tatt på byggeplassen. Betongprodusenten har et ansvar for å følge med på hvordan luftinnholdet endrer seg ved transporten, og hvis luftinnholdet stiger ved transporten må også prøver for samsvarskontroll av fasthet tas på byggeplassen.

NS-EN 206-1 sine krav til hyppighet for kontroll av luftinnhold er meget lempelige, trolig vil norske betongprodusenter kontrollere luftinnholdet langt hyppigere selv om de ikke ønsker et krav på seg om dette. Prosesskoden spesifiserer de obligatoriske og udiskutabelt nødvendige kontrollene av luftinnhold ved oppstart daglig når støping starter og etter endring av L-stoff dosering, som en del av produksjonskontrollen. (Det er også produksjonskontroll det er.)

Identitetsprøving

Prosesskodens regler er tillegg til NS 3465, som for trykkfasthet krever ”identitetsprøving for trykkfasthet for minst hver påbegynt 200 m³ eller påbegynt støpeskift”. Prosesskoden beholder kravet om minst en, normalt tre prøver pr støpeavsnitt for spesielt påkjente konstruksjonsdeler som kragarmer for fritt frambygg bruer, søyler etc.

For luftinnhold beholdes reglene om (normal) prøvingshyppighet ”daglig når støping starter, og videre ved fortløpende støping minst hver 3. time eller minst 1 gang pr. påbegynte 50 m³.”

Masseforhold, reseptsamsvar

Reglene fra 1997 beholdes. Betongprodusentene skal nå dokumentere samsvar for masseforhold for all slags betong i hht NS-EN 206-1, men de har ikke krav om verifikasjon med uavhengige målinger slik Prosesskoden spesifiserer.

x)

Teksten i måleregelen er klargjort bedre mht. hvordan avregningen skal skje når berget ikke ligger på det nivået det var forutsatt i anbudstegningene.

Underliggende prosesser til 84.4

84.411 Betongavretting på løsmasser : Ny betongkvalitet B30 M60 NS-EN 206-1.

84.412 Prosessen strøket, betongspesifikasjonen SV-50 er strøket.

84.413 - .415 Ny benevnelse på fasthetsklassene

84.42 Lettbetong : Henvisning til NS-EN 206-1 og NB22, men fortsatt må teknisk beskrivelse gis i spesiell beskrivelse.

84.431 og .432 Undervannstøp : Normale materialvalg i hht. NB5 er angitt under b). Det har i stor grad blitt spesifisert undervannsbetong SV-40 og SV-30, og **dette er feil**.

Undervannsbetong og –utførelse skal være i samsvar med NB5.

84.437 Fasthetskontroll av undervannstøpt betong. Målerregelen endret.

84.442 Påstøp av betongslitelag. Nye krav til tilslaget, spesifisert i hht. NS-EN 12620.

84.5 Behandling av fersk og herdnende betong

For denne prosessen er det en del viktige nyheter når det gjelder sikring av jevnhet for brudekker, og herdetiltak for betongen. De forsøkene vi har gjort for å dokumenter virkningen av herdetiltak har på langt nær gitt de resultatene vi hadde forventet, det er ganske tydelig at betong med masseforhold på 0,40 og lavere oppfører seg anderledes i herdefasen enn betonger med et overskudd av vann. Denne lærdommen er det tatt hensyn til ved revisjonen.

84.52 Avretting og bearbeiding av brudekke

All teksten under e) er ny. Beskriver tiltak for å sikre korrekt ameringsoverdekning og jevnhet av brudekket. Jevnheten skal dokumenteres med lengdeprofiler oppmålt før riving av stillas og før utførelse av belegning. (Se teksten.)

84.541 Herdning med herdemembran

Bemerk at teksten i pkt a) nå er ”Omfatter påføring av herdemembran på fersk betongoverflate”, ikke ”membranherdner på fersk eller nylig avforskalt betongoverflate”. Forskalt betongoverflater anbefaler vi ikke legger påført herdemembran. Årsakene til det er flere : 1) Herdemembranen har så kort virkningstid som membran at nytteverdien som herdetiltak blir beskjedent. 2) Hvor det lokalt blir tykt med herdemembran vil det hindre betongen å ta til seg fukt fra luften. 3) Herdemembran blir som regel påført ujevnt, og det resulterer i at betongoverflatene blir skjoldete. 4) Hvis det skal påføres noe annet på betongoverflaten, f. eks antigraffiti, utgjør fjerning av herdemembranen et problem.

På fersk betongoverflate derimot anbefales herdemembran, det er der den har en misjon.

84.545 Beskyttelse mot eksponering ved å utsette riving av forskaling

Bemerk at tittelen på prosessen er endret fra ”Herdning ved utsatt forskalingsriving” til ”Beskyttelse mot eksponering ved å utsette riving av forskaling”. Det har liten herdeeffekt fuktmessig å la forskalingen stå lenge, i mange tilfeller hindrer den betongens kontakt med fuktig luft mer enn den hindrer vann i å fordampe. Det er imidlertid fortsatt to gode grunner til å la forskalingen bli stående en tid (etter at den har blitt løsnet og klemt inntil betongen igjen), nemlig

- 1) Forskalings varmeisolerende effekt, den hindrer bråavkjøling av betongoverflaten med opprissing til følge og den sikrer betongen god fasthetsutvikling før den må bære opptredende laster.

- 2) Forskalingens beskyttelse mot eksponering for klorider og sjøsprøyt i betongens tidligste fase, hvor den er mest åpen for kloridinntrengning.

84.546 Herdetiltak for brudekker. Dette er en **ny prosess** som beskriver en kombinasjon av tiltak som har vist seg å gi rissfrie brudekker, forutsatt at arbeidene utføres systematisk og uten sommel. ("Mulleh-metoden").

84.6 Mekanisk behandling av herdnet betong

84.62 og 84.63 Rengjøring av betongoverflate, tørre og våte metoder.

Prosessene erstatter sandblåsing, blastring og høytrykkspyling-prosessene, men er utformet mer "metode-uavhengige". Skillet er mellom tørre og våte metoder, men kravene til resultatet er det samme.

Hvor det skal legges fuktisolering/membran vil det alltid være en fordel å ha en tørrest mulig betongoverflate.

84.7 Monteringsferdige betongelementer

Store endringer, mest stryking av gammelt stoff, tilpasning til dagens praksis. Tekniske spesifikasjoner må gis ved henvisning til standarder, håndbøker eller ved spesiell beskrivelse.

84.8 Liming, overflatebehandling og hjelpeprodukter

I tillegg til liming og overflatebehandling inneholder denne prosessen nå en rekke "hummer-og-kanari-prosesser" som har klar forbindelse med betongarbeider, men som tidligere var spredt på forskjellige steder, bl. a. prosess 85 og 86, eller har manglet totalt. Dette har ryddet plass andre steder i prosesskoden samtidig som det forhåpentligvis blir letter å finne prosessene for betongrelaterte ytelser.

84.833 Ny prosess Antigrafitti behandling.

84.84 Her er nå samlet nye prosesser for Injiseringsslange og Svellebånd i tillegg til Waterstop. Bemerkt forskjellen mellom prosess 84.843 "Waterstop for støpeskjøter" og prosess 84.851 "Waterstop for fuger"

84.852 Dybler Nytt kvalitetskrav, syrefast stål klasse A4.

84.86 Innstøpningsgoods etc. og 84.87 Innstøpning i utsp., understøp etc.
Delvis nye, delvis sterkt reviderte prosesser

Sprøytebetong

Sprøytebetong er et helt spesielt fagområde innenfor betongfaget, med problemstillinger og utfordringer helt forskjellige fra betongfaget forøvrig. Ved 2006-revisjonen er det innført en del viktige endringer i spesifikasjonen. Bakgrunnen for disse er omtalt og forklart.

Endringer i prosess 33.4 Sikring med sprøytebetong

a)

Omfatter utsprøytet betong på berg inklusiv nødvendige forarbeider og etterarbeider, herunder blant annet :

- rengjøring av underlaget ved spyling samt fjerning av nedspylt masse;
- eventuell avfetting;
- levering og iblanding av fibre der dette er spesifisert, samt ekstra kostnader ved betongen og sprøytingen som skyldes fiberarmeringen;
- påsprøyting med spesialutstyr inkl. fylling av groper, evt. bakom stangarmering;
- fjerning av prelletap;
- føring av sprøyteprotokoll;
- nødvendige herdetiltak;
- prøving og kontroll.

Teksten som angir omfanget er helt ny, men egentlig ingen endring i forhold til tidligere praksis. Prosessen omfatter ”sprøytebetong komplett”, og listen som angir hva som er inkludert er en ”ikke endelig liste”.

b)

Materialer og betongproduksjon skal tilfredsstillende kravene i NS 3465 med tilleggskrav i Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 7 (NB7) kapittel 1.1 – 1.4.

Det henvises til NS 3465 (”Utførelse av betongkonstruksjoner”) og til Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 7 (”Sprøytebetong til fjellsikring”). NB7 utgaven er ikke datert, dvs det er den siste utgitte som gjelder. For tiden er 2003-utgaven den sist utgitte. Med disse henvisningene er også henvisningen til alle øvrige, aktuelle standarder formelt i orden.

NS 3465 kommer om relativt kort tid (1 – 3 år) til å bli erstattet av NS-EN 13670, og standardene NS-EN 14487 og NS-EN 14488 som omhandler sprøytebetong vil bli utgitt. Det vil også komme standarder for fiber. Henvisningene til disse samt andre relevante standarder slik at beskrivelsen for sprøytebetong er faglig og formelt oppdatert, vil bli ivarettatt ved en planlagt revisjon av NB7.

For sprøytebetong til bergsikring benyttes, dersom ikke spesielle forhold tilsier annet, alkaliefri akselerator som muliggjør sprøyting av tykkere lag i ett påslag.

I prinsippet har vi to typer akselerator; vannglass og alkaliefri. I ”gamle dager” var det kun vannglass som ble brukt. Virkemåten for de to er helt forskjellig, vannglass binder vannet og reduserer sprøytebetongens konsistens til stivere enn jordfuktig, den alkaliefrie akseleratoren setter i gang en kjemisk reaksjon mellom sement og vann. Tilsetningsstoffleverandørene kan levere flere varianter av alkaliefri akselerator. De alkaliefrie akseleratorene har følgende fordeler framfor vannglass :

- det kan sprøytes tykkere lag i ett påslag. Når alt fungerer godt er det nesten ingen praktisk begrensning hvor tykt det kan sprøytes
- alkaliefri akselerator gir jevnt over høyere tidligfasthet, dvs raskere oppnåelse av effektiv og

reell arbeidssikring

- sprøytebetongen glir bedre sidevegs på flaten det sprøytes mot og fyller bedre ut bakom armeringsjern og andre hindringer
- fasthetsreduksjonen ved akseleratortilsetningen blir langt mindre, typisk 0-4 MPa mens vannglass typisk kan gi 6-12 MPa fasthetsreduksjon.
- mindre støv og "aggressiv atmosfære" ved sprøytstedet

Selv om alkaliefri akselerator er vesentlig dyrere enn vannglass pr liter, at akseleratordoseringen i liter pr. m³ er høyere og at det vanligvis ikke har vært betalt ekstra for bruk av alkaliefri, har denne typen akselerator overtatt 80 % (eller mer ?) av markedet. De seinere årene har vannglass stort sett bare vært benyttet ved sprøyting mot PE-skum, hvor det uansett må sprøytes tynne lag.

Tidligere overlot SVV til entreprenøren å velge akselerator. Når en nå endrer beskrivelsen og sier at det skal spesielle forhold til for IKKE å benytte alkaliefri, skyldes det at de to akseleratorene oppfører seg så forskjellig under sprøyting. Sprøyteoperatørene har i stor grad mistet blikket for hvordan vannglassakseleratoren skal fungere, evt. aldri har fått erfaring i sprøyting med vannglass, og da kan det være risiko ved å ha det fortsatt valgfritt.

Spesifikasjonen er også en anerkjennelse av de tekniske fordelene ved alkalifri akselerator. Siden overgangen til alkaliefri allerede har skjedd, vil endringen av beskrivelsen trolig ikke ha noen kostnadskonsekvenser.

Det skal legges til at det fra tid til annen er store problemer med funksjonen av alkaliefri akselerator. Det er nær kontakt mellom tilsetningsstoff- og sement-leverandørene for å finne ut av hva som forårsaker problemene.

Det benyttes fasthetsklasse B30 og bestandighetsklasse M45.

Ved undersjøiske tunneler benyttes B35 og M40.

Fiberarmert sprøytebetong skal tilfredsstillende kloridklasse Cl 0,10.

Etter de nye standardene angis fasthetsklasse med bokstaven "B" og krevd karakteristisk sylindrefasthet. Bestandighetsklasse er et nytt begrep, og avløser de tidligere miljøklassene. B30 tilsvarer "C37" og B35 tilsvarer C45. Bestandighetsklasse M45 betyr at betongens masseforhold (vann/semest-forhold hvor også silikastøvet regnes med) skal være høyst 0,45. Vannet som tilsettes som en del av akseleratoren skal regnes med i masseforholdet, som beskrevet i NB7. Fasthetskravene er beskjedne, og vil vanligvis bli tilfredsstillende "av seg selv" med god margin når kravet til bestandighetsklasse M45 og M40 er oppfylt. Fra tid til annen må det plundres litt med resepten for å få til en god sprøytebetong med masseforhold 0,40. Bemerk at det spesifiseres M45 og M40, ikke MF45 og MF40. Det betyr at det IKKE er stilt eller skal stilles krav til sikring av frostbestandighet ved krav om et luftinnhold i betongen. Kloridklasse Cl 0,10 betyr at betongens kloridinnhold skal være høyst 0,10 % av sementvekten. Kravet innebærer at tilslag og blandevann må være "kloridfrie".

For fiberarmert sprøytebetong skal fibertype og -mengde tilfredsstillende spesifisert

Energiabsorpsjonsklasse E500, E700 eller E1000. Samsvar med spesifisert

Energiabsorpsjonsklasse skal dokumenteres ved fiberleverandørens kvalitetsdeklarasjon.

Dokumentasjonen skal være utført av et uavhengig laboratorium og med sprøytebetong av tilsvarende kvalitet og sammensetning som i prosjektet.

Tidligere spesifikasjon (fiberlengde og antall kg fiber pr m³) var basert på den "statiske" markedssituasjonen vi en gang hadde, med kun EE-fiber og Dramix-fiber. Da vi fikk flere fibertyper tilgjengelig, favoriserte spesifikasjonen billige fibertyper med beskjeden innvirkning på sprøytebetongens seighetsegenskaper. Det var derfor ønsket en "funksjonsorientert" spesifikasjon av fiber. Fibervirkning måles i flg. NB7 med sirkulære

sprøytebetongplater, diameter 600 mm og tykkelse 100 mm, 3 plater pr prøve. Platene gis opplegg langs randen og belastes i senter i en prøvingsmaskin. Last/deformasjonsforløp registreres, og platens energiopptak angitt i Joule ved deformasjon opp til 25 mm nedbøyning i senter beregnes. Dersom energiopptaket overstiger 1000 Joule, tilfredsstillersprøytebetongen Energiabsorpsjonsklasse E1000. NB7 har siden 1999 beskrevet E700 og E1000. De nye felleseuropeiske standardene beskriver også en lavere klasse E500, og dette er en klasse som trolig kan være meget relevant for norske tunneler hvor det er ”godt fjell” og små deformasjoner.

Hvor høy dosering som trengs brukt av de enkelte fibertypene, skal dokumenteres av fiberleverandørene på den betongtypen som er spesifisert, dvs. B30 M45 eller B35 M40. Det er ikke forutsatt at fibervirkningen skal dokumenteres på hvert eneste anlegg. Etter NB7 fra 1999 skulle fibervirkning dokumenteres enten ”I prosjekt” eller ved ”deklarerings”, det er altså ”deklarerings” som er spesifisert i Prosesskoden.

Det må bemerkes at det er et tankekors at fiberdoseringen i sprøytebetong, helt siden introduksjonen av EE-fiber ca. 1980, har blitt mer og mer redusert. Det startet med 75 kg/m³ 18 mm EE-fiber, fortsatte med 60 kg/m³ Dramix ZC 30/.50 og EE-25 mm, ble redusert til 40-43 kg/m³ med NB7 fra 1993 og nå er nede i 25-30 kg/m³ for E700. Med ensidig fokus på energiabsorpsjon og bruk av de mest ”effektive” fibertypene kan doseringen reduseres ytterligere. Faren er at fiberne blir så effektive at det ikke blir noen fiber igjen til å oppta og fordele svinnspenninger og sørge for den gode heften til berg.

Hvor det forventes store deformasjoner og/eller meget korrosivt miljø (for eksempel undersjøiske tunneler), benyttes syntetiske fiber av ikke-korrosivt materiale, for øvrig velger entreprenøren fritt mellom stålfiber og syntetiske fiber.

I seinere år har det kommet på markedet ”konstruktiv polypropylenfiber” og andre syntetiske fiber som har tilsvarende virkning som stålfiber. Doseringen ligger i størrelsesorden 4-8 kg/m³ og fiberen har vært benyttet i fullskala på enkelte prosjekter. Prisen synes å ha vært tilpasset stålfiberprisen. Disse fiberne må ikke forveksles med ”brannsikringsfiber”, som er kun 18 µm tykk og brukes i dosering 2 kg/m³. Konstruktiv polypropylenfiber må heller ikke forveksles med de polypropylenfiberne vi har hatt på markedet siden 1980-tallet, og som hovedsakelig innvirket på betongens plastiske svinn.

Vi har egentlig ingen negative erfaringer med stålfiber, men det har hele tiden vært et tankekors at sprøytebetongens seighetsegenskaper først kommer til nytte når betongen har risset/sprukket, og at stålfiberen vil ruste når betongen har sprukket. De syntetiske fiberne har den fordel at de IKKE ruste om betongen sprekker. Det vil si at dersom sprøytebetongsikringen overbelastes eller deformeres, vil den beholde motstandevnen i betydelig lengre tid og tåle større deformasjoner før det er fare på ferde. Ved ordinær seighetsprøving gir syntetiske fiber større lastkapasitet ved store deformasjoner. Det er mulig syntetiske fiber gir større krypdeformasjoner enn stålfiber, noe som kan være både fordel og ulempe. Inntil denne revisjonen har SVV ikke uttrykt preferanser for stål eller syntetisk, materialene har blitt likestilt hvis fiberne gir samme energiabsorpsjon.

”Hvor det kan forventes store deformasjoner” er et begrep som må vurderes av geolog. Det kan være hele tunneler i berg som gir store deformasjoner, eller soner med f.eks svelleleire.

For valgt blanderesept skal det dokumenteres ved prøveblanding og prøvesprøyting at de gitte krav til sluttprodukt er oppfylt. Forslag til blanderesept og resultater fra forprøving skal forelegges byggherren.

Teksten er selvforklarende. For prosjekter som går over lengre tid må det forventes at det arbeides en del med betongresepten i starten, og at etablerte resepter blir gjenstand for revurdering.

I motsetning til tidligere blir det ikke spesifisert sementtype, dette valget er entreprenørens. I de fleste tilfellene vil trolig Norcem Standard-FA eller Embra Miljøsement bli valgt. Norcem Industrisement har høyere vannbehov og raskere konsistenstap. Denne vil trolig unntaksvis bli valgt, og da hovedsakelig i kombinasjon med stabilisator/langtidsretarder. Bemerk at NB7 har spesifikasjoner for silikadosering, tilslag etc..

c)

Der sprøytebetong kombineres med andre sikringsmidler, utføres sprøytebetong på et tidspunkt som sikrer den totale bergsikringens funksjon og kvalitet. (Eksempelvis bolter før sprøytebetong i grovblokkig berg hvor boltene er primær sikring, sprøytebetong før bolter ved leirslepper.)

Teksten inklusiv det typiske eksemplet i parentes er selvforklarende. Det er en feil som ofte gjøres, at det ikke nyanseres på rekkefølgen etter bergets beskaffenhet. For å bore boltehull på riktig sted og med riktig vinkel (spesielt ved spredt bolting) må en kunne se berget. Ved leirslepper er det risiko for å utløse ras om en mater leiren/berget fullt av vann før sprøytebetong er påført. I sammenhengen med dette må det nevnes at det er av største viktighet at den geologiske kartleggingen på stuff etter sprengning utføres faglig forsvarlig, og at registreringen benyttes umiddelbart til valg av metode og rekkefølge av sikringsmidler.

Utførelsen skal tilfredsstillere kravene i NB7 kapittel 1. Om ikke annet er angitt gjelder Kontrollklasse Normal Kontroll.

Selvforklarende og selvsagte krav. Spesielt viktig er det å fylle i groper og sprekker først, og sprøyte med slike vinkler at skrens av sprøytestrålen reduseres mest mulig ved første påslag.

Sprøyteleder skal lede og føre et overordnet tilsyn med alle ledd i prosessen. Sprøyteleder skal ha relevant kompetansebevis eller kunne dokumentere tilsvarende kunnskaper i sprøytebetongarbeider, basert på kurs i betong og sprøyteteknologi, samt erfaring fra tilsvarende sikringsarbeider.

Det daglige arbeidet skal utføres under ledelse av formann og bas med erfaring fra tilsvarende sikringsarbeider. Formann eller bas kan fungere som sprøyteleder om disse tilfredsstiller kompetansekravene til sprøyteleder for den aktuelle kontrollklassen.

I tråd med NS 3420 kap. G og de nye standardene stilles det krav til faglige lederes kompetanse. Sprøyteleder skal påse at alle relevante faglige vurderinger utføres, og at alt som har med sprøytebetongsikring å gjøre er faglig korrekt. Sprøyteleder må samarbeide nært med geolog, sprøyteoperatør og betongblander. Den enkleste (men ikke den eneste tillatte) måten å dokumentere kompetanse på er ved kompetansebevis utstedt av Betongopplæringsrådet. Sprøyteleder vil sjelden være samme person som er sprøyteoperatør.

Det er av spesiell betydning for sikring av berg med sprøytebetong, at det oppnås god heft mellom berg og betong. Det stilles derfor krav til en omhyggelig rengjøring av bergoverflaten. Særlig viktig er det å fjerne eventuelt belegg på sprekkeflater. Rengjøringen skal utføres med vannspyling og trykkluft. Om nødvendig skal avfettingsmiddel brukes. Dette er spesielt aktuelt hvis det har gått lang tid fra sprengning til sikring utføres.

Selvforklarende tekst. Denne rengjøringen kommer etter den manuelle spettrensken. (I prosess 33.1 er det beskrevet at rensken skal avsluttes med manuell spettrensk, men det er en utvikling i retning at kun maskinrensk utføres. Denne utviklingen burde bekymre.)

Det er ikke stilt tallmessige krav til heftfastheten, kontroll av heft er i NB7 beskrevet som systematisk "bomkontroll", fortrinnsvis ved banking med spett. Årsaken til det er at det har vært ansett bedre med en systematisk og enkel kontroll enn en grundig kontroll av få punkter.

Kontroll med avtrekkerutstyr er vanskelig, og med mange usikkerhetskilder. Geolog må vurdere om berget i seg selv er av en slik beskaffenhet at det er i stand til å gi heft til betong.

Det bør bemerkes at ved svært dårlig berg ("mer leire enn berg") kan det være larest å sløyfe denne rengjøringen. Påføringen av vann på et parti med på forhånd tvilsom stabilitet kan gjøre vondt verre. Med slik "bergkvalitet" blir det heller ikke, under noen omstendighet, snakk om noen heft mellom betong og berg.

Ved eventuelt opphold mellom de enkelte lag av sprøytebetong, må den gamle sprøytebetongen fuktes ved vanning før et nytt lag sprøytes på.
Selvforklarende tekst.

Sprøyting skal ikke foretas på flater med lavere temperatur enn + 2 °C. Ved lufttemperatur under 5 °C skal temperaturen i overflaten det sprøytes mot måles og dokumenteres.

Sprøytebetong skal beskyttes mot frost inntil en min. fasthet på 5 MPa er oppnådd.

Det nye her er setningen i midten. + 2 °C er fortsatt grenseverdien, men det er behov for å være mer realistisk ved måling/vurdering før sprøyting i påhugg og dagsone av tunneler, og etter kuldeperioder som har hindret sprøyting. Det er temperaturen i kontaktsonen mellom betong og berg som er det kritiske, ikke lufttemperaturen. Ved sprøyting mot frossen flate må en påregne tvilsom heft.

Sprøytebetong skal holdes fuktig eller være beskyttet mot uttørking i herdefasen. Spesielt skal det sørges for at betong i en tidlig herdefase sikres mot uttørking når kald og tørr luft blåses rett på stoff.

Herding av sprøytebetong har alltid vært et stridens eple. Vanning ville trolig vært det ideelle for betongen, men høyst upraktisk for folk og for andre arbeidoperasjoner. I praksis blir det ikke vannet selv om det har vært beskrevet, beskrivelsen har vært en papirbestemmelse. Herdemembran er heller ingen god løsning, verken for betong, heftfasthet for seinere betonglag eller for arbeidsmiljø. Det benyttes en del "intern-curing" som ikke har latt seg dokumentere å ha noen effekt, men som praktikerne hevder ser ut til å fungere i praksis. Så vidt vites har vi ingen skader eller dårlige resultater som kan tilskrives dårlige herdeforhold for sprøytebetongen, bortsett fra når tørr og kald luft blåses direkte på stoff. Beskrivelsen er derfor laget "rund og funksjonsorientert", med spesiell påpekning av problemene som oppstår med tørr/kald vinterluft.

Størkningsakselererende stoff tilsettes ved løpende kontroll av doseringen. Mengden skal ikke overstige den som er benyttet ved forprøvingen.

Alkaliefri akselerator fungerer best ved optimal dosering, som måles i % av sementvekten.

Det gir ikke større effekt å øke doseringen utover det optimale. Akseleratorpumpene for alkaliefri akselerator tilstrebes derfor å være stabile og proporsjonale med betongpumpa.

Midlere utført tykkelse skal, om ikke annet er spesifisert eller avtalt, være minst lik 8 cm. Målt minimumstykkelse skal være minst 50 % av midlere utført tykkelse.

Denne tykkelsesangivelsen vil redusere problemene med å oppnå en tykkelse som gir holdbar sprøytebetong. Tykkelse er en hovedparameter for å sikre langtids bestandighet.

e)

Det henvises til NB7 i stedet for til NS 3420 og til Kontrollrådets regler, som ikke lenger eksisterer.

Det er kun mindre justeringer av beskrevet kontroll. Det er grunn til å minne om bomkontrollen, ikke minst på bakgrunn av utviklingstrenden for rensk. Bomkontroll skal utføres for all sprøytebetong på berg.

x)

Som tidligere.

Underinndeling av prosessen

Prosess 33.41 Sprøytebetong ved stuff og 33.42 Sprøytebetong bak stuff er underinndelt slik at det ved 6-sifrede prosesser angis entydige produkter. Det er disse 6-sifrede prosessene som skal beskrives i tilbudsgrunnlag.

For sprøyting av stangarmerte buer (og tilsvarende konstruksjoner) spesifiseres sprøytebetong uten fiber.

Til bergsikring bør det spesifiseres sprøytebetong av ulike Energiabsorpsjonsklasser, slik at en har noe i verktøyskrinet når ulike bergkvaliteter måtte dukke opp.

Grensen mellom undersjøisk del og "under land del" bør vurderes i det enkelte tilfelle, påkjenningen fra den undersjøiske delen har nok effekt et stykke oppover mot tunnelmunningene.

Beslektede prosesser

Spesielt ved bruk av sprøytebetong er det av **STOR VIKTIGHET** at bergkvaliteten registreres og dokumenteres **ETTER SPRENGNING** men **FØR BETONGSPRØYTING**. Denne registreringen er vesentlig for beslutningene om den permanente sikringen.

Denne registreringen er nå beskrevet med egen prosess 33.6. Dersom byggherren ønsker at entreprenøren skal utføre slik registrering, må denne prosessen spesifiseres i tilbudsgrunnlaget.

Brannsikring av PE-skum

PE-skum har blitt benyttet til vann- og frostsikring av veggutløpere i en årrekke. Til brannsikring av PE-skum har det blitt benyttet to ulike sprøytebetongløsninger :

- nettarmert sprøytebetong
- stålfiberarmert sprøytebetong

Det er en uttalt målsetting å erstatte vann- og frostsikringen med PE-skum med andre tekniske løsninger som ikke inneholder brennbare materialer. I følge siste utgave av Håndbok 163

”Vann- og frostsikring av vegtunneler” er dessuten løsningen ”Stålfiberarmert sprøytebetong” praktisk talt totalt sløyfet, fordi en har hatt tydelige problemer med oppsprekking av denne løsningen. Det totale omfanget av ”sprøytebetong på PE-skum” burde derfor reduseres til å bli svært lite, og omfanget av ”stålfiberarmert sprøytebetong på PE-skum” burde bli minimalt.

I praksis har det likevel vist seg å bli et visst omfang av ”stålfiberarmert sprøytebetong på PE-skum”, til reparasjon/utbedring i eksisterende tunneler hvor denne løsningen har vært valgt tidligere. Det har derfor vist seg nødvendig å ha en løsning til dette formålet, selv om behovet sannsynligvis vil avta med tiden.

Den opprinnelige spesifikasjonen var basert på 18 og 25 mm EE-fiber:

- første påslag 2 cm med 75 kg/m³ 18 mm stålfiber
- andre påslag 2 cm med 40 kg/m³ 25 mm stålfiber
- tredje påslag 2 cm uten fiber

Fiberspesifikasjonen var mer basert på ”synsing” og hva som fungerte greit i praksis enn på belastninger og funksjoner. Produksjonen av EE-fiber er nå nedlagt, og en må finne alternative produkter eller løsninger.

For å sikre sprøytebetongen god brannmotstand er det ved rundskriv fra Vegdirektoratet innført bestemmelser om at sprøytebetong til brannsikring skal inneholde 2 kg/m³ mikro-polypropylenfiber, fiberdiameter 18 µm og lengde 6 mm. Enkelte konsulenter har beskrevet **både** mikro-polypropylenfiber, stålfiber og nettarmoring i samme sprøytebetongskall. Dette er **feil**, det er ikke mulig i praksis å oppnå god oppfylling bakom armering med sprøytebetong som inneholder **både** mikro-polypropylenfiber og stålfiber.

Vegvesenet har inntil nå ikke uttrykt noen preferanse mht valg av akselerator til sprøytebetong til brannsikring. I og med at det vil bli nettarmerte løsninger som vil dominere, og at det i alle fall må sprøytes inn ”kråkeføtter” eller andre opphengsdetaljer, kan en konkludere at det også til brannsikrings-sprøytebetong bør spesifiseres alkaliefri akselerator.

Prosess 34.3 ”PE-skum med brannsikring” i Prosesskode-1 beskriver :

- *Sprøytebetong fasthetsklasse B35 Bestandighetsklasse M45*
- *Brannsikringsfiber monofilament polypropylenfiber tykkelse ca. 18 µm, lengde 6 mm, dosering 2 kg/m³.*
- *For stålfiberarmert utførelse*
 - Energiabsorpsjonsklasse E700 for tunnelklasse A - B*
 - Energiabsorpsjonsklasse E1000 for tunnelklasse C - F*
- *For nettarmert utførelse armeringsnett minimum K131 (5 mm tråd i rutenett 150x150 mm)*
- *Midlere påsprøytet tykkelse skal være 60 mm for stålfiberarmert utførelse, 80 mm for nettarmert utførelse*
- *Toleranse for enkeltpunkt +30mm/-10 mm.*
- *Heft mellom sprøytebetong og PE-skum så høy som mulig og minimum 0,05 MPa.*

Noen kommentarer :

1. B35 tilsvarer den gamle betegnelsen C45. M45 betyr at betongens masseforhold skal være høyst 0,45.

2. Som beskrivelsen sier skal det benyttes stålfiber. Makro polypropylenfiber bør trolig ikke brukes fordi den vil smelte på samme måten som brannsikringsfiberen i tilfelle brann. Stålfiber vil holde seg intakt lenger under brann.

Som tidligere må brannsikringen sprøytes ved flere påslag. PE-skummet er ikke så stivt at det kan bære hele sprøytebetongtykkelsen uten store deformasjoner. SISTE PÅSLAG bør, nå som tidligere, sprøytes med betong uten stålfiber (kun mikro-PP-fiber), for å unngå rustmerker på sprøytebetongoverflaten.

3. Vanlige armeringsnett etter NS 3576-4 har stålkvaliteten B500 NA. Det er altså et mindre duktilt (bruddseigt) stål enn vi benytter til alle andre typer betongkonstruksjoner. Hvis en ønsker armeringsnett av den mer duktile stålkvaliteten B500 NC, må dette spesialbestilles og beskrives i spesiell beskrivelse.

4. For å oppnå jevn og riktig tykkelse skal det monteres "spioner" på PE-skummet før sprøyting starter. Kontroll av tykkelse utføres ved gjennomboring i et mønster ca. 2 x 2 m, minst 10 punkter på samme område

5. Heftfasthet mellom sprøytebetong og PE-skum er svært vanskelig å måle fordi PE-skummet i seg selv har så lav styrke.

Konklusjon

I den grad PE-skum vil bli benyttet og brannsikring av PE-skum med sprøytebetong vil bli utført, vil

- Hovedløsningen være nettarmert sprøytebetong hvor sprøytebetongen inneholder 2 kg/m³ mikro-polypropylenfiber
- Løsningen ved reparasjoner/utbedringer av stålfiberarmert brannsikringsbetong være stålfiber (E700 eller E1000) pluss mikro-polypropylenfiber
- Til sprøytebetong til brannsikring skal det benyttes alkaliefri akselerator
- Spesifisert sprøytebetong vil være B35 M45



Statens vegvesen

Statens vegvesen Vegdirektoratet
Postboks 8142 Dep
N - 0033 Oslo

Tlf. (47) 22 07 35 00
E-post: publvd@vegvesen.no

ISSN 1504-5005