



Statens vegvesen



# Håndbok N400 Bruprosjektering

## Kapittel 7: Betongkonstruksjoner

Thomas Reed



## Kapittel 7: Betongkonstruksjoner

### Grunnlag for prosjektering

- Generell henvisning til NS-EN 1992-1-1 og NS-EN 1992-2.
- Konstruksjoner i vann -> det vises til Norsk betongforenings publikasjon nr. 5.
- For frittstående peler i vann benyttes reduksjonsfaktorer som angitt i punkt 11.4.2.6.
- Deformasjonslaster: Den ferdige konstruksjonen skal som et minimum kontrolleres ved to tidspunkter; like etter at brua er åpnet for trafikk og ved dimensjonerende brukstid (se punkt 1.1.6).



Statens vegvesen

## Kapittel 7: Betongkonstruksjoner

### Materialer

- Betongspesifikasjoner:
  - SV-Standard
  - SV-Kjemisk
  - SV-Lavvarme
- Beskrivelse av de ulike betongtypene er gitt i *håndbok R762*. I de fleste tilfeller benyttes SV-Standard. De to øvrige (samt undervannsbetong) er å regne som spesialbetonger.
- Tyngdetetthet for armert betong normalt lik  $25 \text{ kN/m}^3$ .
- Armeringsstål skal tilfredsstillere krav og forutsetninger i *NS-EN 1992*.
  - B500NC kan forutsettes å tilfredsstillere kravene
- Krav til lettbetong, lavvarmebetong og rustfri armering leses av den enkelte ved behov.





## Kapittel 7: Betongkonstruksjoner

# Bestandighet og overdekning for armering (1/4)

- Oversikt over begreper:

$c_{min, b}$  : minste overdekning av hensyn til heft (7.4.2)  
 $c_{min, dur}$  : minste overdekning av hensyn til bestandighet (7.4.2)  
 $c_{min}$  : minste overdekning, største av  $c_{min, b}$  og  $c_{min, dur}$  (7.4.2)  
 $\Delta c_{dev}$  : overdekningstoleranse (7.4.3)  
 $c_{nom}$  : nominell overdekning;  $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$  (7.4.4)

- Minste overdekning av hensyn til heft,  $c_{min, b}$ , skal tilfredsstillere kravene i *NS-EN 1992-1-1 tabell NA.4.2*.
- Minste overdekning av hensyn til bestandighet,  $c_{min, dur}$ , skal tilfredsstillere kravene i tabell 7.2.
- For spennarmering skal  $c_{min, dur}$  økes med 10 mm.

Eksponeringsforhold og funksjonskrav	$c_{min, dur}$
<ul style="list-style-type: none"> <li>Oversiden av brudekker med luftscoring</li> <li>Konstruksjonsdeler der tilgjengeligheten for inspeksjon og vedlikehold er vanskelig, for eksempel i og ved fuger</li> <li>Utstøpte peler, utført som lørmåp eller undervannsstøp</li> <li>Konstruksjonsdeler som kan bli eksponert for avslingsmiddel (-salt-):</li> <li>Pilere, støttemurer etc nær saltet vegbane utsatt for saltsprut/-høyde (inklusive konstruksjonsdeler under lønng)</li> <li>Konstruksjonsdeler utsatt for saltsprut og fuktighet hvor avskaling fra regnvær normalt ikke finner sted (for eksempel nedre del av vegger i kuverter, tunnelportaler, miljøtunneler osv. fra 2 m over veggbane i tunnelportalfundament)</li> <li>Innenkant kantdragere og betongekskvert</li> <li>Sidekant brudekker og ytterste 2 m av underkant brudekke for bruer uten kantdrager/betongekskvert</li> <li>Innside av vinger og bakside frontvegger på landdar</li> <li>Endeokker og innside vinger på fuger/bre bruer</li> <li>Anslutt under fuger/konstruksjon som vil bli utsatt for salt/hodig lekkasje/vann</li> </ul>	60
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mot terre og tilgjengelige hulrom, for eksempel i kassettversnitt og søyler</li> <li>Underkant fundamenter:</li> <li>Mot betongavetting</li> <li>Mot berg</li> </ul>	35
<ul style="list-style-type: none"> <li>Under vannstøp</li> <li>Konstruksjonsdeler i marint miljø:</li> <li>Til en høyde på minst 12 m over høyeste astronomiske tidevann (HAT) i værharde kyststrøk</li> <li>Til en høyde på minst 6 m over HAT i alle værharde kyststrøk</li> </ul>	100
<ul style="list-style-type: none"> <li>Alle øvrige faser</li> </ul>	50



## Kapittel 7: Betongkonstruksjoner

### Bestandighet og overdekning for armering (2/4)

- Minste overdekning,  $c_{min}$ , settes lik den største av  $c_{min,b}$  og  $c_{min,dur}$ .
- Skjerpede krav til minste overdekning ved spesielle forhold:

Spesielt forhold:	$c_{min}$ økes med:
Bruk av lettbetong	5 mm
Bruk av glideforskaling	10 mm
Bruk av overforskaling uten drenerende duk	10 mm
Ved risiko for isabrasjon eller erosjon i rennende vann	10 mm

- For midlertidige konstruksjoner gjelder ikke kravene til  $c_{min,dur}$ . Minste overdekning,  $c_{min} = c_{min,b}$ , men  $\geq 20$  mm.
- For overflater i utsparinger som senere skal støpes igjen og for overflater i prefabrikkerte elementer som det senere skal støpes inntil, skal  $c_{min}$  settes lik stangdiameteren, men  $\geq 20$  mm.



## Kapittel 7: Betongkonstruksjoner

### Bestandighet og overdekning for armering (3/4)

- For plasstøpt betong skal følgende tillatte avvik (toleranser) benyttes:
  - ved  $c_{\min} < 70$  mm:  $\Delta c_{\text{dev}} = +/- 15$  mm
  - ved  $c_{\min} \geq 70$  mm:  $\Delta c_{\text{dev}} = +/- 20$  mm
- Armering skal prosjekteres med nominell overdekning,  $c_{\text{nom}} = c_{\min} + \Delta c_{\text{dev}}$
- Overdekningen regnes fra betongoverflaten til nærmeste konstruktive armering.
- Krav til overdekning gjelder også armeringens avstand til rør/utsparinger som skal stå åpne i driftsfasen, som for eksempel trekkerør, vektreduserende utsparinger, kabelrør for uinjisert spennarmering, sluk osv. Prosjektert overdekning,  $c_{\text{nom}}$ , skal være  $\geq 50$  mm. Kravet gjelder ikke i områder der trekkerør føres gjennom bruvinge ut i kantdrager eller forbi overflatearmering ut til overflata.





## Kapittel 7: Betongkonstruksjoner

### Bestandighet og overdekning for armering (4/4)

- Skjerpede krav til prosjektert overdekning ( $c_{nom}$ ) for betongrekkverk og betongslitelag (belegningsklasse B1) er gitt i 7.4.5.
- Monteringsstenger skal ha prosjektert overdekning minst lik  $c_{min}$  for den konstruktive armeringen som understøttes.
- Følgende stangdiametere og toleranser (tillatte avvik) skal benyttes for monteringsstenger:
  - ved  $c_{min} < 70$  mm:  $\varnothing 12$  og  $\Delta c_{dev} = +/- 5$  mm
  - ved  $c_{min} \geq 70$  mm:  $\varnothing 16$  og  $\Delta c_{dev} = +/- 10$  mm

- Prosjektert overdekning og tillatte avvik for både konstruktiv armering og tilhørende monteringsstenger skal framgå av armeringstegningene.

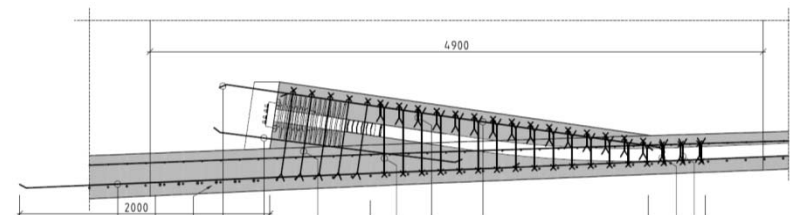
Konstruktiv armering	Tilhørende monteringsstenger	
	Diameter	Overdekning
Overdekning		
65+/-15 mm	12 mm	50+/-5 mm
75+/-15 mm		
75+/-15 mm	12 mm	60+/-5 mm
120+/-20 mm	16 mm	100+/-10 mm



## Kapittel 7: Betongkonstruksjoner

### Bruddgrensetilstander

- Ved kontroll av kapasitet for skjærkraft etter *NS-EN 1992-1-1* skal  $\cot \theta$  ikke velges større enn 2,0 dersom det ikke gjøres kontroll av rissvidder i steget etter *NS-EN 1992-1-1 punkt 7.3.4*.
- I håndbok R762 er det i prosess 84.4 b) presisert at betongen skal proporsjoneres [...] med så stor andel grovt tilslag at betongkonstruksjonen ikke må prosjekteres med redusert skjærkapasitet [...] Dette betyr i praksis at  $k_2$  i skjærkapasitetsformelen i *NS-EN 1992-1-1* alltid blir 0,18.
- D-områder (områder der bjelketeori ikke er gyldig) skal dimensjoneres etter *NS-EN 1992 punkt 5.6.4 og 6.5*. Dette gjelder:
  - Utsparinger eller tverrsnittsendringer
  - Indirekte opplegg
  - Ved store punktlaster, spennarmeringsforankringer etc.







## Kapittel 7: Betongkonstruksjoner

### Bruksgrensetilstander – Rissvidder/trykkavlasting

- Rissvidder skal kontrolleres i bruksgrensetilstand, kombinasjon *ofte forekommende* og *tilnærmet permanent*. Kombinasjonsfaktorer  $\psi_{i,j}$  etter *NS-EN 1990 tabell NA.A2.1 og tabell NA.A2.2* settes lik:
  - kombinasjon *ofte forekommende*:  $\psi_{1,1} = 0,7$  eller  $0,6$  og  $\psi_{2,i} = 0,2$  eller  $0,0$
  - kombinasjon *tilnærmet permanent*:  $\psi_{2,1} = 0,5$  og  $\psi_{2,i} = 0,2$  eller  $0,0$
- Rissvidder skal beregnes etter *NS-EN 1992-1-1 punkt 7.3.4*.
- Rissvidder skal kontrolleres for lastvirkninger i begge hovedretninger.
- Tillatte rissvidder i byggefase og midlertidige situasjoner settes lik  $0,60$  mm.
- Krav om trykkavlasting gjelder bare i spennarmeringens retning.



## Kapittel 7: Betongkonstruksjoner

### Armeringsregler <sup>1/2</sup>

- Armering med diameter  $< 12$  mm skal ikke benyttes.
  - Enkelte unntak er beskrevet i kursivtekst
- Alle betongoverflater skal være armert i begge retninger.
  - Overgangsplater er unntatt dette kravet.
- Armeringsstenger med diameter  $> 12$  mm skal ikke rettes eller ombøyes.
- Armeringsbunter skal ikke ha mer enn 2 stenger, ikke mer enn 3 stenger i skjøtområder.
- Tiltak for god utstøping:
  - forstørrede snitt/detaljer som viser nøyaktig armeringsplassering og kamstålets faktiske byggemål (se tabell 7.3)
  - innstøpingsgods, kabelkanaler, trekkerør osv. som vanskeliggjør utstøpingen inkluderes på tegning
  - Planlegging av nødvendige vibratoråpninger
- Fri avstand mellom horisontalarmering i vertikale, plasstøpte konstruksjonsdeler som vegger, bjelker og søyler, skal være  $\geq 80$  mm.



## Kapittel 7: Betongkonstruksjoner

### Armeringsregler <sup>2/2</sup>

Konstruksjonselement	Senteravstand slakkarmering	Krav til armeringsdiameter
Fundamenter og landkarsåle	$\leq 200$ mm i uk og ok $\leq 300$ mm i sidekanter	
Søyler og vegger	$\leq 200$ mm	Lengdearmering $\geq 16$ mm Lengdearmering $\geq 20$ mm ved undervannsstøp Horisontalarmering i hule søyler/tårn $\geq 16$ mm
Overbygning	$\leq 200$ mm	Lengdearmering i tverrbærere $\geq 16$ mm



## Kapittel 7: Betongkonstruksjoner

### Armeringsregler – Utsparinger

- I retninger der armeringen er statisk nødvendig, skal tilleggsarmeringen omkring utsparing minst tilsvare den armeringen som er brutt.
- I tverretningen skal tilleggsarmeringen være større enn den største av:
  - 70 % av brutt armering i hovedretningen
  - 100 % av brutt armering i tverretningen
- Ved utsparing i trykksone skal armeringen dimensjoneres for avbøyningskreftene etter 7.6.3.
- Ved midlertidige utsparinger med utstikkende armering skal utsparingen være så stor at armeringen kan skjøtes med beregnet omfar ved gjenstøpning. Krav til utstikkende armering som skal rettes eller ombøyes, er gitt i punkt 7.8.1.
  - Armeringen kan skjøtes med muffe eller ved sveising der dette tillates av hensyn til utmatting.



## Kapittel 7: Betongkonstruksjoner

### Mekaniske endeforankringer

- Ikke krav til armeringsstang på tvers av forankringsenheten
- Ved bruk av armering med mekaniske endeforankringer i kategori B3 som skjærarmering er det ikke nødvendig å hekte forankringsenheten rundt lengdearmeringen som beskrevet i *NS-EN 1992-2-2 punkt 8.5* for vinkler og kroker. Det er tilstrekkelig at forankringen ligger ved siden av lengdearmeringen.



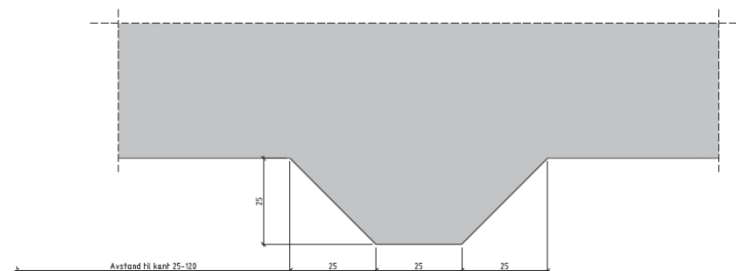
Foto: HRC Europe



## Kapittel 7: Betongkonstruksjoner

### Konstruksjonsregler

- Avrenning:
  - Innvendige hulrom skal dreneres
  - Dryppneser skal anordnes (også i byggetilstand), se *Brudetaljer*
  - Fundamenter (og såler) skal ha helning  $\geq 1:25$  for vannavrenning.



- Vertikale støpeskjøter
  - skal støpes mot forskaling og fortannes.
  - i bruplate skal påføres epoksyrim i overdekningssonen like før utstøpning. Området skal støpes før epoksy er herdet (Prosess 84.811). Gjelder også overkant utsparing for spennarmeringsforankringer.



Statens vegvesen

## Kapittel 7: Betongkonstruksjoner

### Konstruksjonsregler

- Fundamenter
  - Byggegrøp for fundamenter på løsmasser skal ha betongavretting.
  - Fundamenter på berg skal tilstrebes utstøpt på horisontalt underlag.
  - For pelefundamenter skal minste avstand fra kant fundament til ytterkant ferdig installert pel være  $\geq 400$  mm.  
(ferdig installert = prosjektert beliggenhet + maksimalt tillatt avvik)



## Kapittel 7: Betongkonstruksjoner

### Konstruksjonsregler

- Overbygning
  - Beregning av overhøyder skal ta hensyn til alle elastiske deformasjoner, kryp, svinn og relaksasjon, samt byggemetode. Beregningene gjennomføres i bruksgrensetilstand, kombinasjon *tilnærmet permanent*.
  - I kassebruer skal det være vouter i overgang mellom steg og topp-/bunnplate, samt i tverrsnittsendringer i bruas lengderetning.
- Overgangsplate
  - Skal dimensjoneres i ULS for egenvekter og trafikklast LM1
  - Geometri og armering som kan benyttes er gitt i *Brudetaljer*.
  - Dersom platen utnyttes ved kraftopptak/forankring av horisontalkraft, se punkt 3.4.3 og *håndbok V220*.





Statens vegvesen

## Kapittel 7: Betongkonstruksjoner

### Konstruksjonsregler

- Spennarmering
  - Det vises til *Norsk Betongforening publikasjon 14*.
  - Forankringsvouter skal støpes samtidig med tverrsnittet for øvrig. (Se 7.9.8 dersom dette ikke er mulig)
  - Endeforankringer skal beskyttes med påstøp med tykkelse  $\geq 200$  mm.
  - Ekstern og uinjisert spennarmering  $\rightarrow$  selvstudium (punkt 7.9.9)





Statens vegvesen

## Kapittel 7: Betongkonstruksjoner

### Konstruksjonsregler

- Utsparinger
  - Plassering, størrelse og utforming av utsparinger skal ikke medføre uakseptable spenningsforhold eller deformasjoner i konstruksjonen.
  - Midlertidige utsparinger – støpeskjøtene skal ha fortanning. For å sikre god utstøping av utsparinger i vertikale konstruksjonsdeler skal utsparingens toppflate ha en helning på 1:5.
  - Vektreduserende utsparinger → selvstudium (punkt 7.9.11)



## Kapittel 7: Betongkonstruksjoner

### Innstøpningsgods <sup>1/2</sup>

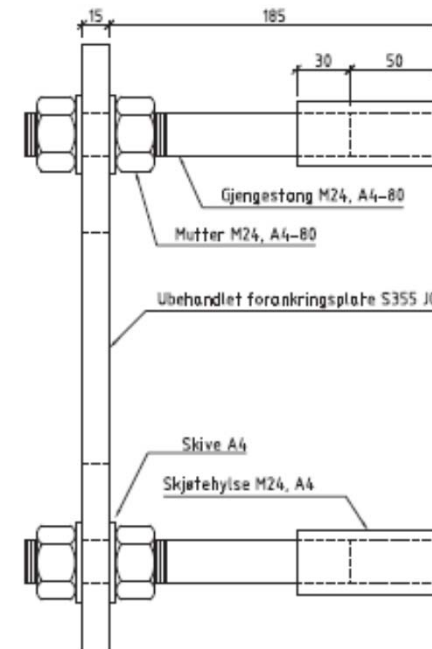
- På utvendige flater og i overdekningssonen skal alt innstøpningsgods være i rustfritt stål. Forankringsplater som i sin helhet ligger på innsiden av overdekningssonen skal være i ubehandlet stål.
- Rustfritt stål skal være i henhold til *NS-EN 10088* og ha en PRE-verdi større enn 20. Stålnummer skal angis på tegning.
  - *Stålnummer 1.4404 tilfredsstiller kravene og kan benyttes.*
- Festemidler i rustfritt stål skal være i henhold til *NS-EN ISO 3506*, kvalitet A4-80.
- Ved innfesting skal det benyttes en av følgende:
  - innstøpte grupper av gjengestenger eller bolter med forankringsplate
  - innstøpte fullforankringshylser
  - gjennomgående gjengestenger
  - kjemiske ankre (begrensninger er gitt i punkt 7.9.13)



## Kapittel 7: Betongkonstruksjoner

### Innstøpningsgods <sup>2/2</sup>

- Der gjengestenger eller bolter forutsettes å måtte gå gjennom forskaling skal det benyttes skjøtehylse i overgangen slik at festepunktet ikke punkterer forskalingen. (Løsning er vist på brudetalj 7.9.13)
- Alle festepunkter skal målsettes på tegninger, og det skal framgå av tegninger hvor mye armering som tillates kappet i forbindelse med boring i betong.





**Statens vegvesen**

## Kapittel 7: Betongkonstruksjoner

### Katodisk beskyttelse

- Regler er gitt i 7.9.14.