

## Innehållsförteckning

40.	Allmänt.....	7
40.1	Giltighetsområde och medgällande dokument.....	7
40.2	Förkortningar .....	7
40.3	Definitioner .....	7
40.4	Betongled .....	7
40.5	Förtillverkad betongbalk.....	7
40.6	Brobaneplatta med viktreducerande ursparing .....	7
40.7	Gjutfog i spännbetongkonstruktion.....	7
40.8	Häng- och snedkabelbro .....	8
40.9	Länkplatta .....	8
41.	Utformning .....	9
41.1	Allmänt .....	9
41.11	Bottenplatta .....	9
41.12	Övrig underbyggnad .....	9
41.13	Brobaneplatta .....	11
41.14	Kantbalk .....	11
41.2	Dimensioner .....	12
41.21	Bottenplatta .....	12
41.22	Övrig underbyggnad .....	12
41.23	Brobaneplatta .....	13
41.24	Balk .....	13
41.25	Kantbalk .....	13
41.26	Tvärbalk .....	14
41.27	Pelare till bågbro .....	14
41.3	Exponeringsklass .....	15
41.31	Allmänt.....	15
42.	Verifiering genom beräkning och provning .....	19
42.1	Förutsättningar .....	19
42.11	Laster.....	19
42.12	Gränstillstånd .....	19
42.13	Beräkningsmodell .....	19
42.14	Krypning .....	21
42.15	Brobaneplatta .....	21

42.16	Tidpunkter .....	21
42.17	Hållfasthetsvärden .....	22
42.2	Brottgränstillstånd .....	22
42.21	Tvärkraft .....	22
42.22	Vridmoment .....	23
42.23	Förankring, skarvning och avslutning av armering .....	23
42.24	Lokalt tryck .....	24
42.25	Genomstansning .....	25
42.26	Tvångsmoment .....	26
42.27	Bågbro .....	26
42.28	Fristående landfäste .....	26
42.3	Bruksgränstillstånd .....	26
42.31	Begränsning av påkänning .....	26
42.32	Begränsning av sprickbredd .....	26
42.33	Beräkning av deformationer .....	27
42.34	Skarv- och förankringslängder .....	27
42.4	Beräkning för utmattning .....	28
42.41	Spänd armering .....	28
42.42	Ospänd armering .....	28
42.43	Undantag från krav på utmattningsberäkning .....	28
42.44	Elasticitetsmodul vid utmattningsberäkning .....	28
42.5	Beräkning för olyckslast .....	28
42.6	Konstruktiv utformning .....	29
42.61	Allmänt .....	29
42.62	Balk .....	29
42.63	Platta .....	30
42.64	Mur .....	31
43.	Material .....	32
43.1	Tillverknings- och utförandeklass .....	32
43.2	Delmaterial till betong .....	32
43.21	Allmänt .....	32
43.22	Cement .....	32
43.23	Tillsatsmedel .....	32
43.24	Tillsatsmaterial .....	32
43.25	Ballast .....	33
43.3	Betong .....	33
43.4	Betongelement .....	34
43.41	Produktkrav .....	34
43.5	Bruk för speciella ändamål .....	35

---

43.51	Injekteringsbruk för spännkablar .....	35
43.52	Undergjutningsbruk och igjutningsbruk .....	35
43.6	Armering .....	35
43.61	Ospänd armering .....	35
43.62	Spännarmering .....	36
43.63	Spännsystem .....	37
43.64	Foderrör för spännarmering .....	37
43.7	Övriga produkter .....	37
43.71	Fogband .....	37
43.72	Ytbehandlingsprodukter för betong .....	37
43.73	Kvarsittande gjutavstängare .....	38
43.74	Distansklots .....	38
43.75	Kvarsittande form .....	38
43.76	Anslutning för elektropotentialmätning .....	39
43.77	Formstag och distanshållare .....	39
44.	Utförande .....	40
44.1	Arbetsledning och tillsyn .....	40
44.2	Form .....	40
44.21	Formställning .....	40
44.22	Ytform .....	40
44.3	Ursparing .....	41
44.31	Viktreducerande ursparing .....	41
44.32	Ursparing för spännarmeringsförankring .....	42
44.33	Ursparing för räckesståndare .....	42
44.4	Armering .....	42
44.41	Ospänd armering .....	42
44.42	Spänd armering .....	43
44.43	Foderrör för spännarmering .....	44
44.44	Uppspänning .....	45
44.45	Snitt med skarvad spännarmering .....	45
44.5	Betongarbete .....	45
44.51	Gjutning .....	45
44.52	Gjutfog .....	46
44.53	Efterbehandling .....	46
44.54	Tillverkning av betongmassa på byggplats .....	47
44.6	Speciella arbetsförfaranden .....	48
44.61	Injektering av foderrör till spännkablar .....	48
44.62	Motgjutning av förankringar .....	48
44.63	Undergjutning .....	48
44.64	Ytbehandling .....	48
44.65	Injektering av sprickor .....	48

---

44.66	Fastgjutning av armering i borrade hål.....	48
44.7	Toleranser.....	49
44.71	Spännkabel.....	49
44.72	Viktreducerande ursparing.....	49
44.73	Toleranser för pelare och väggar.....	49
45.	Kontroll.....	50
45.1	Allmänt.....	50
45.2	Betong och betongprodukter.....	50
45.21	Cement och mineraliska tillsatsmaterial.....	50
45.22	Tillsatsmedel.....	50
45.23	Betong.....	50
45.24	Betongelement.....	50
45.25	Udergjutningsbruk och igjutningsbruk.....	50
45.3	Armering.....	51
45.31	Ospänd och spänd armering.....	51
45.32	Spännsystem.....	51
45.4	Övriga produkter.....	51
45.41	Fogband.....	51
45.42	Ytbehandlingsprodukter för betong.....	51
45.5	Utförandekontroll.....	51
45.51	Betong.....	51
45.52	Temperatur.....	52
45.53	Spännarmering.....	52
45.54	Elektriska förbindningar.....	52
45.55	Betongelement.....	53
45.56	Viktreducerande ursparing.....	53
45.57	Inträngningsdjup.....	53
45.58	I borrade hål fastgjuten armering.....	53
46.	Undervattensgjuten konstruktion.....	54
46.1	Allmänt.....	54
46.11	Tillåtelse.....	54
46.12	Dimensioneringsvärden.....	54
46.13	Utbildningskrav.....	54
46.14	Dimensioner.....	54
46.15	Sprickfrihet.....	54
46.16	Gjutfogar.....	55
46.17	Transport.....	55
46.18	Reservutrustning.....	55
46.2	Betong.....	55
46.21	Hållfasthetsklass.....	55

---

46.22	Cementhalt .....	55
46.23	Finmaterialhalt .....	55
46.24	Konsistens .....	55
46.25	Retarderande tillsatsmedel .....	56
46.26	Frostbeständighet .....	56
46.27	Antiutvaskningsmedel.....	56
46.3	Armering .....	56
46.31	Allmänt.....	56
46.32	Vertikal armering .....	57
46.33	Statiskt verksam armering.....	57
46.4	Utförande .....	57
46.41	Åtgärder före gjutning.....	57
46.42	Gjutning .....	58
46.43	Gjutning med rörligt gjutrör och mynningsventil .....	58
46.44	Montering av vertikal armering .....	58
46.45	Åtgärder efter gjutning.....	59
46.5	Kontroll .....	59
46.51	Utförandekontroll av betong .....	59
46.52	Utförandekontroll av armering.....	61
Bilaga 4-1	Betongled .....	62
Bilaga 4-2	Broar med förespända förtillverkade huvudbalkar .....	66
Bilaga 4-3	Brobaneplatta med viktreducerande ursparingar .....	68
Bilaga 4-4	Gjutfog i spännbetongkonstruktion .....	72
Bilaga 4-5	Snedvinklig platta .....	73
Bilaga 4-6	Glasfiller .....	76
Bilaga 4-7	Injektering av foderrör till spännkablar .....	80
Bilaga 4-8	Undergjutnings- och igjutningsbruk .....	83
Bilaga 4-9	Ytbehandlingsprodukter för betong .....	87
Bilaga 4-10	Kvarsittande gjutavstängare.....	96
Bilaga 4-11	Temperatursprickor i betong - Sprickrisk.....	98
Bilaga 4-12	Utnyttjande av högre tryckhållfasthet.....	102



## **4. Betongkonstruktioner**

### **40. Allmänt**

#### **40.1 Giltighetsområde och medgällande dokument**

Giltighetsområde och medgällande dokument redovisas i avsnitt 10.1 och 10.2.

För användning av betong med tryckhållfasthetsklass C 70/85 eller högre ska kompletterande krav enligt bilaga 4-12 uppfyllas.

#### **40.2 Förkortningar**

En förteckning över förkortningar redovisas i kapitel 18.

#### **40.3 Definitioner**

Definitioner redovisas i avsnitt 10.5.

#### **40.4 Betongled**

Kompletterande krav på betongleder anges i bilaga 4-1.

#### **40.5 Förtillverkad betongbalk**

Kompletterande krav för beräkning och utförande av broar med förespända förtillverkade huvudbalkar anges i bilaga 4-2.

#### **40.6 Brobaneplatta med viktreducerande ursparing**

Om så anges i den tekniska beskrivningen godtas användning av viktreducerande ursparingar.

*Exempel på beräkning av brobaneplattor av betong med vikt-reducerande ursparingar anges i bilaga 4-3.*

#### **40.7 Gjutfog i spännbetongkonstruktion**

Kompletterande krav för beräkning av armering vid gjutfogar i spännbetongkonstruktioner anges i bilaga 4-4.

## 40.8 Häng- och snedkabelbro

Kraven för linor och kablar i avsnitt 54.5, 56.25 samt 56.312 - 56.314 ska uppfyllas.

## 40.9 Länkplatta

Om så anges i den tekniska beskrivningen ska landfästen, frontmurar och ändskärmar förses med länkplattor. I den tekniska beskrivningen anges också krav på livslängdsklass.

Länkplattors översida ska ges en lutning av minst 1 %. Länkplattornas högsta punkt ska vara närmast bron. Upplaget för länkplattorna i bron ska utföras som en minst 150 mm bred konsol.

Trafiklasten ska antas enligt 21.22. Bankfyllningsdensiteten ska antas enligt 21.122.

Vid tillämpningen av avsnitt 41.3 ska länkplattor betraktas som överbyggnad.

Om länkplattorna förses med tätskikt enligt kapitel 61 godtas att det minsta täckande betongskiktet under den isolerade ytan minskas med 5 mm i förhållande till kraven i SS 13 70 10.



## 41. Utformning

### 41.1 Allmänt

#### 41.11 Bottenplatta

41.111 En bottenplatta på pålar ska gjutas i torrhet.

*För pålars ingjutningslängd, se 31.32.*

*Om en undervattensgjuten bottenplatta på pålar godtas anges detta i den tekniska beskrivningen.*

41.112 En bottenplattas översida i vägmiljö ska ges en lutning av minst 1 % mot fri betongkant.

*Om en bottenplattas översida i övriga miljöer ska ges en lutning av minst 1 % anges detta i den tekniska beskrivningen.*

En trafikerad bottenplatta ska uppfylla kraven i avsnitt 11.2.

#### 41.12 Övrig underbyggnad

41.121 I ett uppdelat landfäste ska frontmurens underkant förläggas på sådant djup under släntyten att utpressning av jord under frontmuren förhindras. Djupet ska dock vara minst 1,5 m.

*Frontmurens djup under släntens yta avser det vinkelräta måttet från släntens yta ned till frontmurens underkant.*

Ett uppdelat landfäste ska utformas med en genomgående lagerpall.

41.122 Lagerpallen och den underliggande konstruktionen ska utformas så att lagren kan inspekteras och underhållas samt så att överbyggnaden kan lyftas för byte av lager, se 11.12 och 72.12.

Omgivande markytor och slänter ska utformas så att inspektion av lagerpallen underlättas.

41.123 En vingmur ska utformas så att konens överyta går fri under landfästepallens kantlist. Vingmurens underkant ska förläggas på sådant djup under släntyten att utpressning av jord under vingmuren förhindras, dock på ett minsta djup  $d$  enligt tabell 41-1. Måttet  $d$  avser avståndet vinkelrätt mot släntyten ned till vingmurens underkant.

**Tabell 41-1 Djup under släntyta**

Vinkel mellan väg och vingmur	Djup d [m]
0 <sup>g</sup> - 15 <sup>g</sup>	1,0
> 15 <sup>g</sup>	0,6

En vingmur som är parallell med vägen ska gå omlott minst 0,5 m med vägens stödremsa. Stödremsan ska utföras 0,5 m bred.

En vingmurs ände ska förses med en avvägningsdubb av mässing. Dubben ska utföras enligt ritning 582:2S-d.

En vingmur som är parallell med vägkanten ska förses med en kantbalk enligt 41.25 om bron är försedd med kantbalkar.

Vingmurar utan kantbalk ska utformas så att vattnet inte rinner över vingmuren. Vingmurens överyta ska förläggas minst 0,10 m över släntens yta.

Längslutningen hos vingmurens överyta ska påbörjas först vid en brytpunkt belägen vid vägens yttre stödremsekant.

- 41.124 Fristående landfästen ska förses med loddubbar av mässing enligt ritning 582:2S-c .

*I den tekniska beskrivningen anges om loddubbar även ska gjutas in i mellanstöden.*

- 41.125 Där det finns risk för ensidigt vattentryck bakom en konstruktion ska erforderlig dränering anordnas, se dock 42.137.

- 41.126 Stagbalkar godtas inte under järnvägsspår.

- 41.127 Där det finns risk för påsegling ska brostöden utformas med massivt tvärsnitt upp till nivån minst 6,0 m över MHW. Från 6,0 m och upp till minst 16,0 m över MHW ska brostöden ha en väggjocklek av minst 1,0 m.

*Eventuella andra krav avseende massivt tvärsnitt respektive väggjocklek anges i den tekniska beskrivningen.*

*Ett brostöd med massivt tvärsnitt kan utformas som en ihålig pelare som i efterhand fylls med betong.*

Vid uppdelade stöd ska varje separat "stöd" klara påsegling enligt 21.32.

- 41.128 Betongkonstruktioner i vägmiljö eller marin miljö ska förses med avslutningar till armeringen för elektrokemisk potentialmätning och för kontrollmätningar av att armeringen inte har elektrisk kontakt med räcke eller andra ståldetaljer. Anslutningen ska vara så placerad att mätning-

arna kan ske utan att ingrepp behöver göras i konstruktionsdelen. Varje konstruktionsdel ska förses med minst två anslutningar.

*För material i anslutningarna, se 43.76.*

Anslutningarna ska placeras diagonalt så långt ifrån varandra som möjligt. Anslutningen ska ha en godstjocklek av minst 10 mm och ska svetsas eller klämmas fast på armeringen på sådant sätt att full elektrisk kontakt uppnås. Anslutningen ska sticka ut  $20 \pm 5$  mm utanför betongytan.

*Om krav ställs på mer än två anslutningar per konstruktionsdel anges antal och placering i den tekniska beskrivningen.*

*Om kravet på anslutning för elektrokemisk potentialmätning kan slopas anges detta i den tekniska beskrivningen.*

### **41.13 Brobaneplatta**

41.131 Brobaneplattor utan kantbalk ska förses med droppnäsa.

41.132 En brobaneplatta ska förses med avvägningsdubbar av mässing om kantbalkar inte finns.

*För utförande och placering av dubbarna, se 41.142*

41.133 Förankringar för spännarmering ska placeras så att underhåll och utbyte av övergångskonstruktioner inte försvåras.

### **41.14 Kantbalk**

41.141 Kantbalkar ska förses med anslutningar till armeringen för elektrokemisk potentialmätning och för kontrollmätningar av att armeringen inte har elektrisk kontakt med räcket.

*För krav på och placering av anslutningarna, se 41.128.*

*För material i anslutningarna, se 43.76.*

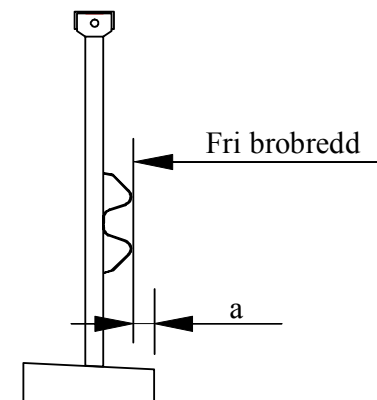
Anslutningarna ska utformas och placeras så att de inte kan förväxlas med avvägningsdubbarna. Avståndet mellan två anslutningar får inte vara längre än 100 m.

41.142 Avvägningsdubbar av mässing ska gjutas in i kantbalkarna. Dubbarna ska utföras enligt ritning 582:2S-d och placeras på brons båda sidor

- vid upplag,
- i fältmitt och
- i fjärdedelspunkterna i spann med mer än 25 m spannvidd.

41.143 Kantbalkar ska i underkant förses med droppnäsa.

- 41.144 En kantbalk som ska förses med ett broräcke med navföljare ska utformas så att mått  $a$  enligt figur 41-1 är 50 – 75 mm.



Figur 41-1 Utformning av kantbalk i förhållande till navföljare

## 41.2 Dimensioner

### 41.21 Bottenplatta

En bottenplatta gjuten mot jord ska vara minst 250 mm tjock. En bottenplatta gjuten mot berg, avjämningsbetong, underform eller dylikt ska vara minst 200 mm tjock.

*Med hänsyn till risken för genomstansning kan snävare toleranser för pålars höjdläge än vad som anges i 34.62 behöva tillämpas.*

### 41.22 Övrig underbyggnad

- 41.221 Mellanstöd ska utföras med ett minsta tvärmått av 200 mm. Stöd i fritt vatten ska utföras med ett minsta tvärmått av 400 mm.

Betongytor i fritt vatten under HHW ska utföras utan förtagningar, reliefer etc.

*I vattendrag där det råder svåra förhållanden (ström, isgång m.m.) kan mellanstödet tvärmått behöva ökas. Om mellanstödet ska utformas med runda hörn med en radie av minst 0,15 m anges minsta tvärmått i den tekniska beskrivningen.*

- 41.222 Frontmurar och grusskift ska ges en tjocklek av minst 200 mm. Detta gäller även frontmurar utformade som ramben.

Kontreforter och stödmurar ska ges en tjocklek av minst 200 mm.

Landfästeben i ett uppdelat landfäste ska ges en tjocklek av minst 400 mm.

- 41.223 Lagerpallar ska förses med en kantlist med droppnäsa. Kantlisten ska utföras minst 100 mm bred och minst 150 mm hög. Lagerpallens överyta ska ges en lutning av minst 1:20 mot kanten.

En lagerpall får utformas utan kantlist om den har skyddat läge. Läget kan anses vara skyddat om överbyggnaden överkragar lagerpallens kant med ett mått motsvarande höjden över lagerpallen.

- 41.224 En vingmur ska ges en tjocklek av minst 200 mm.

- 41.225 Där frontmur och vingmur bildar spetsig vinkel med varandra utformas den spetsiga anslutningen mellan dessa med vot med en minsta längd av 150 mm.

- 41.226 Vingmurens dimensioner ska avpassas så att armeringen på den dragna sidan uppgår till högst den armeringsprocent som anges i ”Betonghandbok – Konstruktion”, avsnitt 6.4:5 (Svensk Byggtjänst), se även 42.641.

- 41.227 Stagbalkar ska utformas med ett minsta tvärmått av 200 mm.

### **41.23 Brobanepatta**

- 41.231 Brobanepattan till en vägbro ska ges en tjocklek av minst 170 mm. För gång- och cykelbroar godtas en tjocklek av minst 140 mm.

*Brobaneplattans ändkant kan styvas upp genom att plattans tjocklek ökas lokalt eller genom att den läggs upp på en ändtvärbalk som kragas ut mot kantbalken.*

- 41.232 Under en övergångskonstruktion ska brobanepattan förses med en 100 mm bred kantlist.

### **41.24 Balk**

Balklivets bredd ska vara minst 150 mm.

### **41.25 Kantbalk**

Kantbalken ska ges en sådan bredd och höjd att en brobanepatta med konsol styvas upp samt så att erforderlig infästning för räcket erhålls.

*Kantbalkar utformas vanligen med en bredd av minst 350 mm och en höjd av minst 400 mm.*

Kantbalken ska utformas enligt något av nedanstående alternativ.

- a. Kantbalken utformas förhöjd 100 mm över beläggningen. Överytan lutas inåt med lutning minst 1:20.

- b. Kantbalken utformas utan förhöjning över beläggningen. Överytan lutas utåt med lutning minst 1:20.
- c. Kantbalken utformas med överytan i nivå med brobaneplattan. Överytan ges samma tvärlutning som brobaneplattan, utom då brobaneplattan ges samma tvärlutning på hela bredden. Den högst belägna kantbalken lutas då utåt med lutningen minst 1:20.

För broar över järnväg ska alternativ a tillämpas.

*I den tekniska beskrivningen anges om en kantbalk erfordras, vilket alternativ som förutsätts och om lutningen ska vara brantare.*

*Om räcketursparingarna ska vara kärnborrade anges detta i den tekniska beskrivningen. Kantbalken ska då ges en bredd av minst 400 mm.*

## 41.26 Tvärbalk

41.261 Tvärbalkar ska anordnas mellan huvudbalkarna vid upplag och konsoländar. Mellan upplag anordnas tvärbalkar i den omfattning som är lämplig eller nödvändig med hänsyn till bl.a. vridpåkänningar i huvudbalkarna.

Om avståndet mellan ändtvärbalk och stöd är mindre än 0,5 gånger avståndet mellan huvudbalkarna godtas att tvärbalkar över ändstöd slopas.

Överytan av en tvärbalk som inte bär upp brobaneplattan ska förläggas minst 300 mm under plattans underyta. Tvärbalkens underyta ska förläggas på sådan höjd att underkantsarmeringen i tvärbalken går fri från huvudbalkarnas underkantsarmering. Livtjockleken ska vara minst 200 mm.

41.262 Ändtvärbalkar och ändskärmar mot bank ska utformas med sådan höjd

- att avståndet från intilliggande brobaneplattans underyta till ändtvärbalkens eller ändskärmens underyta blir minst 0,60 m och
- att avståndet från framförliggande släntyta till ändtvärbalkens eller ändskärmens underyta blir minst 1,0 m, mätt vinkelrätt mot släntytan.

Livtjockleken ska vara minst 200 mm.

## 41.27 Pelare till bågbro

I en bågbro ska pelarnas tvärsnittsmått vara minst 200 mm.

## 41.3 Exponeringsklass

### 41.31 Allmänt

41.311 Betongkonstruktioner ska beräknas och utföras enligt de exponeringsklasser som anges i tabell 41-2 och 41-3. Med ändring av vad som anges i SS 13 70 10, avsnitt 3.3 avses med

- livslängdsklass L20 teknisk livslängd lika med 40 år
- livslängdsklass L50 teknisk livslängd lika med 80 år
- livslängdsklass L100 teknisk livslängd lika med 120 år.

*Exponeringsklasserna definieras i SS-EN 206-1.*

*Betongpålars exponeringsklass redovisas i 31.11.*

**Tabell 41-2 Grundkrav**

Konstruktionsdel	Exponeringsklass mht. karbonatisering/ kloridkorrosion	Exponeringsklass mht. frysning/upptining
Underbyggnad och stödmur:		
- Bottenplatta och betong under markytan	XC2	XF3 <sup>1)</sup>
- Övrig betong och stödmurar	XC4	XF3 <sup>1)</sup>
Underbyggnad och stödmur i havsvatten (under LLW-1 m)	XS2	XF4
Trafikerad bottenplatta	XD1	XF2
Vingmur	XD1	XF4
Överbyggnad	XD1	XF4
Kantbalk vid vägbroar	XD3	XF4
Kantbalk vid GC-broar	XD1	XF4

<sup>1)</sup>  $v_{ct,ekv}$  enligt SS 13 70 03 begränsas till maximalt 0,50.

**Tabell 41-3 Tilläggskrav**

Konstruktionsdel	Exponeringsklass mht. kloridkorrosion	Exponeringsklass mht. frysning/upptining
GC-miljö	XD1	XF4
Vägmiljö	XD3 <sup>1)</sup>	XF4
Marin miljö	XS3 <sup>1)</sup>	XF4
Brobanepatta under direktgjuten slitbetong	XD3	XF4

<sup>1)</sup> Frontmurars, ändskärmars samt ving- och stödmurars baksida mot jordfyllning godtas utförda i XD1 respektive XS2.

*Vägmiljö, marin miljö och GC-miljö definieras i 10.54.*

Enligt SS-EN 206-1 indelas miljöns inverkan på betongen i exponeringsklasser efter angreppssätt. Detta medför att varje betongyta kan hänföras till flera olika exponeringsklasser. För varje betongyta ska den exponeringsklass enligt tabellerna 41-2 och 41-3 som ger den högsta nivån för varje delkrav tillämpas. För överbyggnader gäller detta för respektive spann. Krav med avseende på sprickbredd och spricksäkerhet godtas variera över betongytan och spannen.

Korrosionskänslig armering i överkanten av en brobanepatta med tätskikt ska ha ett minsta täckande betongskikt av 45 mm.

På ritning anges basmått som är minsta täckande betongskikt ökat med toleransen, se även SS 13 70 10. Minsta täckande betongskikt enligt SS 13 70 10 ska tillämpas.

*I den tekniska beskrivningen anges minsta täckande betongskikt för betongkonstruktioner i marin miljö på västkusten. Alternativt kan, om så godtas i den tekniska beskrivningen, rostfri armering enligt 43.615 användas, varvid minsta täckande betong enligt SS 13 70 10, tabell 2 kan tillämpas med värden för ostkusten.*

Beträffande bottenplattor samt kantbalkar, se 41.313 respektive 41.318.

*Beträffande betongbeläggningar, se även kapitel 62.*

I lådsektioner av betong i exponeringsklass XD3 och XS3 godtas att det minsta täckande betongskiktet på insidan reduceras med 5 mm.

Värden på spricksäkerhet  $\zeta$  och sprickbredd  $w_k$  (mm) i olika exponeringsklasser enligt SS 13 70 10 ska tillämpas.

Betongkonstruktioner utsatta för ensidigt vattentryck ska ha en maximal sprickbredd av 0,10.



*I den tekniska beskrivningen anges om ett enhetligt minsta täckande betongskikt krävs för respektive konstruktionsdel.*

41.312 Det täckande betongskiktet får maximalt vara 75 mm. Vid användande av en estetisk form, mönsterform etc., får det täckande betongskiktet vara högst 100 mm. Vid beräkning av sprickbredden enligt BBK, avsnitt 4.5.5, gäller i detta fall tilläggskravet att sprickbredden i betongytan inte ska överstiga aktuellt  $w_k + 0,10$  mm.

41.313 Torrhetsgjutna bottenplattors undersida ska ha ett minsta täckande betongskikt av 90 mm.

En bottenplatta som gjuts mot berg, avjämningsbetong eller en underform, godtas ha ett minsta täckande betongskikt i underytan som framgår av exponeringsklass enligt tabell 41-2 och 41-3. Dock gäller att det minsta täckande betongskiktet ska vara minst 50 mm.

*Om gjutning mot vattenavvisande papp eller plastfolie godtas anges detta i den tekniska beskrivningen. Det minsta täckande betongskiktet ska vara det som framgår av exponeringsklass enligt tabell 41-2 och 41-3, dock minst 50 mm.*

En förtillverkad bottenplattas undersida godtas ha ett täckande betongskikt som framgår av exponeringsklass enligt tabell 41-2 och 41-3.

41.314 Kraven på minsta täckande betongskikt, med undantag av 41.312, ska uppfyllas även vid monteringsarmering.

41.315 Droppnäsor får inte inkräkta på det täckande betongskiktet.

41.316 Konstruktioner utsatta för isnötning ska förses med det minsta täckande betongskikt som framgår av SS 13 70 10 utökat med minst 10 mm.

*I den tekniska beskrivningen anges om ett utökat täckande betongskikt krävs samt omfattningen av detta.*

41.317 Följande betongytor ska ytbehandlas enligt 44.641.

- Betongytor i vägmiljö, exklusive undersidan av överbyggnaden.
- Överytor, utsidor och undersidor på kantbalkar.

*Ytbehandling utförs inte på frontmurars, stödmurars eller vingmurars yta mot fyllning.*

*Av estetiska skäl kan ytbehandlingen behöva utföras på konstruktionsdelens hela synliga yta.*

*Om lagerpallar och kantlister under övergångskonstruktioner samt betongytor i GC-miljö ska ytbehandlas enligt 44.641 anges detta i den tekniska beskrivningen.*

41.318 Kantbalken godtas utförd med

- samma  $v_{ct_{ekv}}$  som överbyggnaden i övrigt och
- ett minsta täckande betongskikt av 35 mm i vägmiljö och marin miljö i L100.

*I den tekniska beskrivningen anges om större täckande betongskikt eller mindre sprickbredder krävs.*

## **42. Verifiering genom beräkning och provning**

### **42.1 Förutsättningar**

#### **42.11 Laster**

Vid beräkning av betongkonstruktioner ska laster enligt del 2 tillämpas.

#### **42.12 Gränstillstånd**

42.121 I bruksgränstillstånd ska lastkombinationer enligt 22.21, 22.23, 22.25 och 22.27 tillämpas.

42.122 I brottgränstillstånd ska lastkombinationer enligt 22.22 och 22.24 tillämpas.

42.123 Vid utmattningsberäkning ska lastkombination enligt 22.26 tillämpas.

42.124 Vid beräkning för olyckslast ska lastkombination enligt 22.28 tillämpas.

#### **42.13 Beräkningsmodell**

42.131 Fördelning av krafter och moment ska bestämmas enligt elasticitetsteori. För lastfall som innefattar olyckslast godtas dock gränslastteori.

Risken för lokala brott ska beaktas.

I en statiskt obestämd spännbetongkonstruktion där delar av konstruktionen inte är förspända ska ogynnsamma effekter av böjstyvhetsreduktion på grund av uppsprickning i dessa delar beaktas.

42.132 Beräkning med hänsyn till vridning ska göras enligt

- elasticitetsteori vid bestämning av vridmomentfördelning
- plasticitetsteori vid bestämning av vridmomentkapacitet.

Vid beräkning av vridmoment- och lastfördelning godtas att vridstyvhetsen sätts till  $0,3 G_c C_o$  i sprucken betong, se BBK, avsnitt 4.6.2.3. Med sprucken betong avses i detta fall betong med ospänd armering.

*Med lastfördelning avses i detta fall de så kallade filfaktorerna.*

42.133 Vid utvärdering av krafter och moment beräknade med finita elementmetoden godtas att toppvärden fördelas på det minsta av

- tre gånger plattjockleken eller en tiondel av konstruktionsdelens spännvidd vid beräkning i brottgränstillstånd och
- två gånger plattjockleken eller en tiondel av konstruktionsdelens spännvidd vid beräkning i bruksgränstillstånd.

Utjämningsar enligt ovan ska utföras så att medelvärdet av den dimensionerande snittkraften minst täcks av tvärsnittets kapacitet.

- 42.134 I en betongkonstruktion gjuten direkt mot jord ska plattans nedre 50 mm betraktas som statiskt överksamt.
- Vid beräkning av grundtrycksfördelning ska hänsyn tas till bottenplattans deformationer om styvhetstalet  $\lambda_1$  enligt "Plattgrundläggning" (Svensk Byggtjänst), 2.23, är större än 3,0.
- 42.135 Den del av en pålgrundlagd bottenplatta som är belägen under pålavskärningsplanet ska betraktas som statiskt överksam. Dock godtas att betongen under pålavskärningsplanet utnyttjas som tryckzon ned till vad som begränsas av 42.134.
- Vid beräkning av pålkrafter ska hänsyn tas till bottenplattans deformationer om styvhetstalet  $\lambda_1$  enligt Plattgrundläggning, 2.23, är större än 3,0. Värdet på bäddmodulen ska anpassas till förhållandet att bottenplattan är pålgrundlagd.
- 42.136 En tätplatta ska vid plattgrundläggning räknas som en del av bottenplattan och uppfylla alla krav som anges för denna, utom kravet i 46.14.
- Det godtas som alternativ att tätplattan utförs med sådan utbredning att den uppfyller de geometriska kraven för en packad fyllning enligt figur 34-1 och vid dimensioneringen av grundläggningen betraktas som grus med medelhög relativ fasthet.
- Det godtas också som alternativ att tätplattan ges samma utsträckning som bottenplattan och betraktas som grus. Plattorna ska gjas inom en spont som ska lämnas kvar. Inom områden för farliga glidytor ska jordmaterialet utanför betongplattorna uppfylla kraven för grus med medelhög relativ fasthet.
- 42.137 Nedsänkta och länshållna tråg ska beräknas för ensidigt vattentryck samt vara vattentäta.
- Fogband enligt 43.71 kan användas.*
- Om ytterligare konstruktioner kan anses utsatta för ensidigt vattentryck anges detta i den tekniska beskrivningen.*
- 42.138 För att undvika genomgående sprickor ska betongkonstruktioner utsatta för böjande moment och ensidigt vattentryck ha en tryckzon om minst 50 mm för lastkombinationer enligt 22.251.

- 42.139 Vid gjutning av kantbalk i efterhand ska olikheter i krympning beaktas, se även 21.16.

## 42.14 Krypning

Betongens krypdeformationer ska beräknas enligt

$$\varepsilon_{cr} = \frac{\sigma}{E_c} \varphi$$

om tryckpåkänningen i betongen av enbart permanenta laster enligt 22.251 inte överskrider  $0,6 f_{ck}$ , och konstruktionens speciella karaktär inte motiverar annat.

$E_c$  är elasticitetsmodulens dimensioneringsvärde. För permanenta laster ska kryptalet  $\varphi = 2,0$  förutsättas och för temperaturändring  $\varphi = 0,3$ .

*Övriga laster anses vanligen inte ge upphov till krypning i betongen.*

*För komplicerade och ovanliga konstruktioner kan andra kryptal  $\varphi$  anges i den tekniska beskrivningen.*

## 42.15 Brobanepatta

- 42.151 Med ändring av vad som anges i BBK, avsnitt 3.2.1.2 får, då en exakt analys inte är nödvändig, medverkande flänsbredd  $b_0$  vid beräkning av krafter och moment i en balkbros huvudriktning bestämmas som halva avståndet mellan två närliggande balkliv eller som konsolbredd exklusive kantbalk och 100 mm av plattan närmast kantbalken.
- 42.152 Vid beräkning i bruksgränstillståndet ska medverkande flänsbredd bestämmas enligt 42.151.
- Vid beräkning av böjmomentkapaciteten i brottgränstillståndet får inte större medverkande flänsbredd utnyttjas än den minsta av de medverkande flänsbredderna enligt 42.151 och BBK, 6.2.4.1.
- 42.153 På en balkbro ska brobaneplattans konsol även dimensioneras utan inverkan av kantbalkens styvhet varvid trafiklasten får placeras så att avståndet till kantbalkens insida är minst 1,0 m.
- 42.154 En snedvinklig plattkonstruktion ska beräknas så att hänsyn tas till snittkrafter i såväl längs- som tvärled.
- De kompletterande kraven enligt bilaga 4-5 ska uppfyllas.

## 42.16 Tidpunkter

Spännbetongkonstruktioner ska beräknas vid samtliga tidpunkter. Vid beräkning för utmattning godtas att detta endast sker för tidpunkten  $t_2$ .

*Vanligen är det tillräckligt att beräkningen utförs för tidpunkterna  $t=0$ ,  $t_1$  respektive  $t_2$  enligt 21.17, se dock bilaga 4-2.*

För en konstruktion med ospänd armering godtas att beräkning endast sker för tidpunkten  $t = t_2$ .

## **42.17 Hållfasthetsvärden**

- 42.171 Hållfasthetsvärdet för armering,  $f_{yk}$ , ska bestämmas enligt BBK, avsnitt 2.5.1.
- 42.172 För rostfri armering av stål ska hållfasthetsvärdet,  $f_{yk}$ , sättas till 500 MPa.
- 42.173 Med ändring av vad som anges i BBK, avsnitt 2.4.4, godtas att  $E_{ck}$  inte reduceras med hänsyn till extra lufthalt.

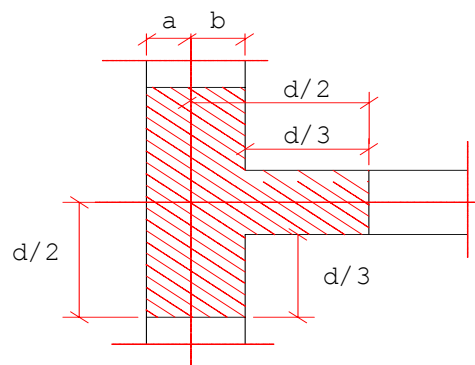
## **42.2 Brottgränstillstånd**

### **42.21 Tvärkraft**

- 42.211 I breda balkar (där bredden är större än höjden) samt plattor ska tvärkraftsarmeringen fördelas jämnt över livbredden, förutom på sidoytorna även i sektionens inre, se BBK, avsnitt 6.2.6.2. Detta gäller även armering enligt 42.621.

- 42.212 Upphångningsarmering ska anordnas där inhängda balkar korsar en stödjande balk i samma nivå.

Det godtas att tvärkraftsarmering inom korsningsområdet samt inom avståndet  $d/3$  därifrån i vardera balken räknas med i upphångningsarmeringen. Alternativt godtas att tvärkraftsarmeringen räknas med inom avståndet  $d/2$  från korsningscentrum, se figur 42-1. I båda fallen är  $d$  lika med effektiva höjden i den aktuella balken. Vid votade balkar är det den minsta bredden som medräknas. Medräknad bredd utanför korsningspunkten ska vara högst lika med  $a$  enligt figuren, där  $a \leq b$ .



**Figur 42-1 Område där armering får medräknas**

- 42.213 Vid tillämpning av BBK, kapitel 3.7, ska betongens tvärkraftskapacitet bestämmas enligt BBK, 3.7.3.7, och tvärkraftsarmering dimensioneras enligt BBK, 3.7.4.3.
- 42.214 Då snittkrafter bestämts med finita elementmetoden ska vid beräkning av betongens tvärkraftskapacitet för en platta utan tvärkraftsarmering den största resulterande tvärkraften beaktas. Vid denna beräkning får
- böjarmeringsinnehållet beräknas som summan av armeringsriktningarnas komponenter i resultatriktningen och
  - effektiva höjden beräknas som ett viktat medelvärde baserat på armeringsinnehåll beräknade enligt ovan.

## 42.22 Vridmoment

- 42.221 En konstruktion, som är utformad så att dess funktion är beroende av förmågan att överföra vridning, ska utföras med vridarmering som beräknas för att ta upp hela vridmomentet.
- 42.222 Vid tillämpning av BBK, kapitel 3.8, ska vridarmering i lådtvärsnitt dimensioneras enligt BBK, 3.8.6.

## 42.23 Förankring, skarvning och avslutning av armering

- 42.231 Skarvlängden ska sättas lika med förankringslängden, dock med den skillnaden att längre skarvlängd än  $80 \varnothing$  inte godtas. Avståndet  $c$  enligt BBK, avsnitt 3.9.1.2, ska anpassas till detta.
- 42.232 Vid skarvning av buntad armering ska byglar eller tvärarmering anordnas inom skarvområdet enligt BBK, avsnitt 3.9.3. Diametern  $\varnothing$  ska ersättas med  $\varnothing_{ekv}$ .

$$\varnothing_{ekv} = \varnothing_i \sqrt{n}$$

$n$  antalet stänger i bunt  
 $\emptyset_i$  enskild stångs diameter.

I samma tvärsnitt godtas att högst det antal armeringsbuntar skarvas, som svarar mot halva totala arean hos de stänger som är utsatta för dragning.

*Två eller flera skarvar kan anses ligga i samma tvärsnitt då avståndet mellan skarvcentra är mindre än skarvområdets längd.*

Vid skarvning av buntad armering utsatt för enbart tryck godtas att  $l_j$  enligt Betonghandbok - Arbetsutförande, figur 9.9:4 och 9.9:5 reduceras med  $10 \emptyset$ .

Längsarmering i slanka tryckta konstruktioner ska, vad beträffar skarvning, jämföras med dragna stänger i konstruktionsdelar utsatta för böjning.

42.233 Längsgående vridarmering enligt BBK, avsnitt 3.8.4, ska ges samma förankringslängd och skarvlängd som böjarmeringen.

42.234 Vid spännkabelförankringar ska armering läggas in såväl i längsled som i tvärlid för uppkommande dragkrafter, så kallad sugarmering.

## 42.24 Lokalt tryck

42.241 Med ändring av BBK, avsnitt 3.10.1, får den lokala tryckspänningen vid kontroll enligt BBK, formel (3.10.1a), högst uppgå till  $2 f_{cc}$ . Vid en ankarplatta ingående i ett spännsystem får dock den lokala tryckspänningen högst uppgå till  $3 f_{cc}$ .

För beräkning av lokalt tryck av en undergjutning mot underliggande betong godtas att lagerplattans kontaktspänning sprids inom begränsningslinjer lutande 2:1 från lagerplattans kant ned till undergjutningens underyta.

42.242 För lokalt tryck inom en undergjutning gäller att undergjutningen ska ha mothåll i sidled för att en högre lokal tryckspänning än  $f_{cc}$  ska få utnyttjas. Om sådant mothåll finns får den lokala tryckspänningen i undergjutningen uppgå till  $2,0 f_{cc}$ .

*Mothåll i undergjutning kan anses föreligga om undergjutningen är så bred att en linje i lutning 1:1 från lagerplattans ytterkant hamnar innanför ursparingens kant. Undergjutningens överkant ska inte vara mer än 100 mm över lagerplattan. Den mothållande betongen utanför ursparingens kant ska ha en bredd av minst 80 mm och vara armerad.*

42.243 Vid beräkning av spjälkning ska  $f_{st}$  begränsas till 250 MPa. Som alternativ till beräkning enligt BBK, avsnitt 3.10.2, godtas användande av



metoder i vedertagna handböcker om partialkoefficientmetoden tillämpas i dessa.

## 42.25 Genomstansning

- 42.251 För bottenplattor ska utöver kraven enligt 42.252 - 42.256 ändringar enligt 42.257 och 42.258 tillämpas.
- 42.252 Vid beräkning med hänsyn till genomstansning enligt Betonghandbok - Konstruktion, avsnitt 6.5:34, ska  $c$  sättas till avståndet mellan momentnollpunkterna i brons längdriktning. I detta fall godtas att dessa bestäms med enbart lasterna "egentyngd" och "beläggning" enligt 22.24.  
Vid beräkningen godtas att last inom området med sidan  $B + 2d$  borträknas, där  $B$  är pelardiameter och  $d$  är plattans effektiva höjd.  
*Beräkning med hänsyn till genomstansning kan vanligen utelämnas om fria avståndet mellan pelarna är mindre än två gånger plattans effektiva höjd.*
- 42.253 Vid icke horisontell armering, såsom lutande spännkablar och dylikt, ska genomstansningskapaciteten bestämmas utgående från effektiva höjden  $d$  på avståndet  $d_0/2$  från pelarperiferin, där  $d_0$  är effektiva höjden vid pelarkant.
- 42.254 Vid ojämn tvärkraftsfördelning godtas att följande princip används. Lasten bestäms vid kontroll av genomstansning som fyra gånger bidraget från den fjärdedel av den aktuella lastomkretsen som är mest belastad av tvärkraft. Excentricitetskoefficienten  $\eta$  sätts i detta fall till 1,0.
- 42.255 För plattor med tjocklek minst 0,50 m godtas att skjuvarmeringsbyglar intill pelarstöd inte behöver omsluta böjarmeringen i tryckt kant.  
*Tillräcklig förankring kan anses uppnådd genom den allsidigt tryckta betongen.*
- 42.256 Om aktuell vertikalreaktion  $V$  är större än betongens bärförmåga ska mängden skjuvarmering beräknas som mängden skjuvarmering enligt Betonghandbok - Konstruktion, avsnitt 6.5:345 multiplicerad med faktorn  $1/\eta$ .
- 42.257  $B$  ska bestämmas enligt Betonghandbok - Konstruktion, avsnitt 6.5:34.  $c$  ska sättas lika med två gånger den längsta konsolen, där konsolen räknas från centrum av pelaren eller motsvarande. Last inom en cirkel med diametern  $B + d$  godtas borträknad.
- 42.258 Pelare vid bottenplattor ska betraktas som innerpelare vid beräkning av mängden skjuvarmering enligt 42.256.

**42.26 Tvångsmoment**

Inverkan av tvångsmoment av spännkraft ska beaktas.

**42.27 Bågbro**

Beräkning av bågar ska ske enligt 52.23, dock med den skillnaden att BBK, avsnitt 6.3.2 ska tillämpas.

**42.28 Fristående landfäste**

Ett fristående landfäste ska vara beräknat för att kunna stå utan stöd av motfyllning eller överbyggnad.

**42.3 Bruksgränstillstånd****42.31 Begränsning av påkänning**

42.311 För laster enligt 22.252 godtas inte beräkningsmässig dragpåkänning i betongen på armeringens nivå för korrosionskänslig armering.

*Korrosionskänslig armering definieras i SS 13 70 10.*

I byggstadiet ska den beräkningsmässiga dragpåkänningen i betong på den korrosionskänsliga armeringens nivå begränsas till  $f_{ctk}/2$  för laster enligt 22.21.

42.312 En spännbetongkonstruktion ska i nivå med den korrosionskänsliga armeringen, vid belastning enligt lastkombination 22.251, visas vara osprucken enligt BBK, avsnitt 4.5.3.

*Med "i nivå med" menas i detta fall ett område med diametern 200 mm centriskt placerat kring varje korrosionskänslig armeringsenhet.*

Koefficienten  $k$  enligt BBK, avsnitt 4.5.3, ska sättas till 1,0.

42.313 För laster enligt 22.251 godtas inte att armeringspåkänningen i någon enskild stång överskrider  $f_{yk}$ .

**42.32 Begränsning av sprickbredd**

42.321 Då beräkning av sprickbredd inte visar att större armeringsbehov föreligger ska betongytor förses med ytarmering i form av ett rutnät med högst 300 mm centrumavstånd. Armeringsinnehållet, uttryckt i  $\text{cm}^2/\text{m}$ , ska minst vara lika med det högsta värdet enligt nedanstående formler.

$$A_s \geq 4,0$$

$$A_s \geq 4,0 \cdot \frac{f_{ctk}}{2,0} \quad (f_{ctk} \text{ i MPa})$$

I ovanstående formel ska  $f_{ctk}$  för den hållfasthetsklass som kan förväntas med hänsyn till andra krav på betongen, t.ex. krav på lågt vct, användas.

Beräkning enligt BBK, avsnitt 4.5.6 behöver inte utföras.

*Vanligen kan betong med vct 0,45 respektive 0,40 anses motsvara tryckhållfasthetsklasserna C 35/45 respektive C 40/50.*

*I konstruktionsdelar, där krymp- respektive temperatursprickor erfarenhetsmässigt kan uppkomma, inläggs förstärkt ytarmering. Krymp- respektive temperatursprickor kan bl.a. uppkomma vid gjutning mot tidigare gjutna konstruktionsdelar eller där betongtemperaturen blir hög. Se även bilaga 4-11.*

*Beträffande armering av kantbalkar, se 44.413.*

- 42.322 Som alternativ till kraven i BBK godtas att sprickbredden i höga balkar begränsas genom att  $f_{st}$  begränsas till högst 250 MPa i brottgränstillståndet.
- 42.323 Kravet i BBK, 4.5.1, på att begränsa sprickbildningen i områden med sneda skjuv- och vridsprickor godtas verifierat genom användandet av metoder i BBK, 4.3 och 4.5.5, eller i vedertagna handböcker och standarder. Som alternativ godtas också att sprickbildningen begränsas genom att  $f_{sv}$  enligt BBK, avsnitt 3.7, samt  $f_{sv}$  och  $f_{sl}$  enligt BBK, avsnitt 3.8, begränsas till högst 250 MPa i brottgränstillståndet.
- 42.324 Med ändring av vad som anges i BBK, 4.5.5, får beräkningsmodellen användas oavsett armeringsriktning i förhållande till huvuddragspänningens riktning.

### 42.33 Beräkning av deformationer

För normala konstruktioner kan tröghetsmomentet i ett av böjmoment uppsprucket betongtvärsnitt antas vara 60 % av tröghetsmomentet före uppsprickning.

Vid beräkning av överhöjning enligt 22.23 godtas att ett kryptal baserat på erfarenhet används.

### 42.34 Skarv- och förankringslängder

Skarv- och förankringslängder i bruksgränstillståndet ska bestämmas på samma principiella sätt som för brottgränstillståndet, men med skillnaden att dimensioneringsvärdena  $f_{ct}$  etc. som gäller för bruksgränstillståndet ska användas. Hänsyn får också tas till att maximal stålpåkänning är lägre än  $f_{yk}$ . Dragkraftskurvans förskjutning,  $a_i$ , får sättas till noll.

## 42.4 Beräkning för utmattning

### 42.41 Spänd armering

42.411 En spännbetongkonstruktion ska med hänsyn till uppträdande böjdragpåkänningar av last enligt 22.26 påvisas vara osprucken enligt BBK, avsnitt 4.5.3 och 3.3.

42.412 Den beräkningsmässiga spänningsvidden ( $2\sigma_a$ ) vid spännarmeringsförankringar och skarvkopplingar ska för last enligt 22.26 inte överstiga 60 MPa. Detta gäller på en sträcka av en balkhöjd på ömse sidor om förankring respektive skarvkoppling.

### 42.42 Ospänd armering

42.421 Skarv- och förankringslängder för ospänd armering som är nödvändig med hänsyn till utmattning ska bestämmas på samma sätt som anges för brottgränstillstånd.

42.422 Användning av mekaniska armeringsskarvar samt skarv- eller häftsvetsad armering godtas endast i konstruktionsdelar där spänningsvidden ( $2\sigma_a$ ), för last enligt 22.26, är högst 60 MPa.

### 42.43 Undantag från krav på utmattningsberäkning

Beräkning för utmattning av trafiklast behöver inte utföras för följande konstruktioner och konstruktionsdelar.

- Gång- och cykelbroar
- Brokonstruktioner med minst 1,0 m överfyllnad
- Stödmurar
- Icke trafikerade bottenplattor.

### 42.44 Elasticitetsmodul vid utmattningsberäkning

Med tillägg till vad som anges i BBK, avsnitt 4.3, godtas att värdet på förhållandet mellan elasticitetsmodulerna för betong och armering,  $\alpha$ , sätts till 10.

## 42.5 Beräkning för olyckslast

Spännbetongkonstruktioner ska beräknas enligt 21.37 varvid spricksäkerheten  $\zeta$  godtas satt till 1,0.

## 42.6 Konstruktiv utformning

### 42.61 Allmänt

42.611 Armeringsmängden i en underbyggnad ska minst vara 0,05 % beräknat på konstruktionsdelens minsta tvärmått (tjocklek). Denna armeringsmängd ska läggas in i konstruktionsdelens samtliga ytor i vardera riktningen. För konstruktionsdelar med bredden större än fem gånger tjockleken ska armeringsmängden istället vara 0,08 % beräknat på motsvarande sätt. Kravet på 0,08 % gäller inte vingmurar.

Armering enligt 42.321 ska dock alltid minst läggas in.

42.612 I underkant av, och vid gjutfogar i, konstruktionsdelar i underbyggnad med bredden större än fem gånger tjockleken ska extra armering 5  $\phi$ 16 s 200 mm läggas in på båda yttersidorna parallellt med fogen intill den tidigare gjutna konstruktionsdelen.

42.613 För armering enligt detta avsnitt som inte upptar dragkraft vid beräkning för brottgränstillstånd, bruksgränstillstånd eller olyckslastfall får skarv- och förankringslängden sättas till 30 $\phi$ .

42.614 Med ändring av vad som anges i BBK, avsnitt 1.4.2 godtas fallande längder för

- armering i bottenplattor där plattans krökning i armeringsriktningen är förhindrad av skivstöd eller dylikt,
- horisontell armering i frontmurar, ramben och stödmurar, dock inte armering för inspänning av vingmur,
- armering i kantbalkar,
- sekundärarmering i rätvinkliga brobaneplattor i plattbroar och plattrambroar,
- längsgående sekundärarmering i brobaneplattor i betongbalkbroar eller samverkansbroar samt
- längsgående minimiarmering enligt 42.321 i spännarmerade balkar.

Med fallande längder avses armering där skarvarnas placering bestäms på arbetsplatsen. En enskild stång får inte vara kortare än fyra meter. Högst varannan stång får skarvas i samma snitt.

### 42.62 Balk

42.621 Balkliv ska förses med bygelarmering motsvarande minst 0,15 % av betongarean, där balklivets medelbredd används. För en lådbalkskonstruktion krävs dock minst 0,30 %. Detta ska gälla i en sektion som är vinkelrät mot bygelarmeringen.

För balkar med livbredden  $b_w$  större än balkhöjden  $h$  godtas att kravet på minimibygelarmering reduceras till  $(0,10 + 0,05 h/b_w) \%$  och till  $(0,20 + 0,10 h/b_w) \%$  för lådbalkskonstruktioner.

- 42.622 I balk med T- och lådtvärsnitt ska liv och flänsar sammanbindas med armering för överförande av uppträdande tvärkrafter. Armeringen ska, inklusive nödvändig böjarmering, utgöra minst 0,15 % av respektive längsgående betongarea i vertikalsnitt invid balkliv. För lådbalkskonstruktioner utökas detta krav till 0,30 %.
- 42.624 I en balks dragzon ska böjarmeringen fördelas på eventuellt anslutande flänsar så att sprickbredden begränsas. I de delar av en fläns som är dragna, under inverkan av last enligt 22.252, ska den längsgående armeringen uppgå till minst 0,70 % av betongarean i flänsarna och fördelas jämnt i dessa.
- 42.623 Stagbalkar ska armeras med minst 4  $\emptyset 16$  mm längsgående stänger och förses med byglar minst  $\emptyset 10$  s 300 mm.

## 42.63 Platta

- 42.631 I underkanten av en bottenplatta ska en armering av minst  $\emptyset 16$  s 400 mm läggas in i plattans båda riktningar. Förtillverkade bottenplattor ska i underkant minst armeras enligt 42.321.
- 42.632 I en bottenplatta på pålar placeras underkantsarmeringen ovanför pålavskärningsplanet med 50 mm fritt avstånd till detta.
- 42.633 I en torrhetsgjuten bottenplatta på berg ska en extra armering av minst  $4 \text{ cm}^2/\text{m}$  och centrumavstånd högst 400 mm läggas in i plattans båda riktningar där gjuthöjden under den ordinarie underkantsarmeringen på grund av ojämnheter i bergytan är större än 300 mm.
- 42.634 Brobaneplattor samt bottenplattor i slutna ramar med tjocklek minst 0,30 m ska förses med armering för att fördela avsvalnings- och krympsprickor. Armeringen ska uppgå till minst 0,08 % av betongarean i vardera över- och underytan och i vardera armeringsriktningen. För hålursparade plattor ska hela tvärsnittet inklusive ursparingar medräknas.
- 42.635 Om brobaneplattan vid kontinuerliga platt-, balk-, eller ramkonstruktioner utförs som förhöjd konsol, t.ex. gång- eller cykelbana, ska längsgående armering läggas in i denna så att en god sprickfördelning säkerställs. Armeringen ska uppgå till minst 0,70 % av betongarean i konsolen och fördelas jämnt i denna.

För stålbroar med betongplattor utan samverkan ska brobaneplattan över hela längden förses med längsgående armering som uppgår till minst 0,70 % av betongarean och fördelas jämnt i denna.

42.636 Vid gjutfogar i en brobaneplatta ska extra armering 5  $\emptyset$ 16 s 200 mm läggas in i såväl över- som underkant parallellt med fogen intill den tidigare gjutna plattdelen. Om plattjockleken överstiger 0,40 m ska dessutom vertikal armering  $\emptyset$ 16 s 200 mm läggas in utmed fogens kortsida.

42.637 Längsgående gjutfogar ska anordnas i brobaneplattor som gjuts samman med ramben eller skivstöd. Gjutetappens bredd ska bestämmas enligt

$$B \leq 45k - C/10 + 40\rho$$

$B$  bredd på gjutetapp (m)

$C$  cementinnehåll ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ). Om inte annat anges godtas att  $400 \text{ kg}/\text{m}^3$  antas

$\rho$  medelarmeringsinnehåll (%) vinkelrät gjutfogen inom avståndet  $B/4$  från ramben eller skivstöd

$k$  1,1 vid användning av cement som uppfyller kraven enligt 43.22. Om silikastoff tillsätts ska  $k = 1,0$  användas.

## 42.64 Mur

42.641 En vingmurs anslutning till frontmuren (rambenet) ska utföras så att en utspjälkning av tryckzonen vid inspänningssnittet förhindras. Armeringen i hörn ska minst utföras enligt BBK, avsnitt 6.4.3 och Betonghandbok - Konstruktion, avsnitt 6.4.5. Snedarmeringen ska förankras med minst en skarvlängd mätt från dess skärningspunkt med huvudarmeringen i hörnets insida och ska kunna bockas och najas fast vid armeringen i hörnets utsida.

Även armeringen i stödmurars och frontmurars anslutning till en bottenplatta, som har en framtass som är kortare än dess tjocklek, ska anordnas enligt ovanstående krav.

42.642 Vertikala gjutfogar ska anordnas i frontmurar, skivstöd och stödmurar. Gjutetappens längd ska bestämmas enligt

$$L \leq 30k - C/15 + 25\rho$$

$L$  gjutetappens längd (meter)

$k$  1,1 vid användning av cement som uppfyller kraven enligt 43.22. Om silikastoff tillsätts ska  $k = 1,0$  användas

$C$  cementinnehåll ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ). Om inte annat anges godtas att  $400 \text{ kg}/\text{m}^3$  antas

$\rho$  horisontellt armeringsinnehåll (%).

## 43. Material

### 43.1 Tillverknings- och utförandeklass

För betong och betongarbete ska "tillverknings- och utförandeklass I" tillämpas.

### 43.2 Delmaterial till betong

#### 43.21 Allmänt

Användning av klorider för upptining av ballastmaterial, form- och betongytor eller dylikt godtas inte.

#### 43.22 Cement

43.221 Cement, som används vid tillverkning av betong, ska uppfylla kraven för CEM I i SS-EN 197-1, där bilaga NA ska betraktas som normativ.

*För krav på injekteringsbruk för spännkablar, se bilaga 4-7.*

43.222 Vid betongtillverkning ska cement av typ BV/LA/SR enligt SS 13 42 02, SS 13 42 03 och SS 13 42 04 användas.

Om kraven vid spricksäkerhetsberäkning enligt bilaga 4-11, metod 3, uppfylls godtas att kravet på BV-cement frångås.

#### 43.23 Tillsatsmedel

43.231 Tillsatsmedel med luftporbildande, retarderande eller vattenreducerande verkan, inklusive flyttillsatser, godtas vid tillverkning av betong.

*Beträffande definition av tillsatsmedel, se SS-EN 934-2.*

43.232 Utöver tillsatsmedel enligt 43.231 godtas att antiutvaskningsmedel (AUV-medel) tillsätts betong avsedd för undervattensgjutning om AUV-medlet uppfyller kraven i "Antiutvaskningsmedel" (Vägverket).

#### 43.24 Tillsatsmaterial

43.241 Andra tillsatsmaterial än mineraliska godtas inte för inblandning i betong.

Användning av granulerad masugnsslagg som tillsatsmaterial kräver tillstånd av beställaren i varje enskilt fall.



Med ändring av vad som anges i SS 13 70 03 får flygaska inblandas i betong med högst 6 % av cementvikten i exponeringsklass XF4 och högst 11 % i övriga exponeringsklasser.

43.242 Silikan ska vid tillverkning av betong vara väl dispergerad.

*Om silikastoftet inte dispergeras väl kan detta innebära att konstruktionens beständighet äventyras på grund av alkalisk-sylsyrareaktioner. Se även rapport 3:93, "Silica granulates in concrete - dispersion and durability aspects" (Cement och Betong Institutet).*

En hanteringsinstruktion ska upprättas. Av denna ska det framgå hur produktionen, gjutningen samt efterbehandlingen av betongmassa med silika ska genomföras.

*Beträffande krav på efterbehandling, se 44.53.*

43.243 Glasfiller i betong ska räknas som tillsatsmaterial typ I och ska uppfylla kraven i bilaga 4-6.

43.244 Pigment för infärgning av betong ska uppfylla kraven i SS-EN 12 878. Pigment ska bestå av syntetiska järnoxider eller titandioxid i form av pulver, granulat eller slurry.

Användning av övriga mineraliska tillsatsmaterial och pigment för infärgning av betong kräver tillstånd av beställaren i varje enskilt fall.

*Ytterligare krav kan tillkomma i den tekniska beskrivningen.*

En hanteringsinstruktion ska upprättas. Av denna ska framgå hur produktionen, gjutningen samt efterbehandlingen av betongmassa med pigment ska genomföras.

*Råd för upprättande av hanteringsinstruktionen kan hämtas från rapport nr 96103 "Rekommendationer för genomfärgad platsgjuten betong" (Cement och Betong Institutet).*

## 43.25 Ballast

Ballast som ska användas i betongkonstruktioner belägna i havsvatten får inte vara alkalireaktiv.

## 43.3 Betong

Betongen ska uppfylla kraven i SS-EN 206-1 och SS 13 70 03.

För infärgad betong ska förundersökningen även omfatta kulören hos betongen. Kulörprovet ska ha samma betongsammansättning som hållfasthets- och frostbeständighetsproven. Provet ska gjutas mot samma sorts formmaterial som senare ska användas. Dessutom ska färgöverensstämmelse med tidigare tillverkad betong kontrolleras vid varje ny leve-

rans av pigment genom betongprover som tillverkas på samma sätt som vid förundersökningen.

*Kravet på kulör anges i den tekniska beskrivningen.*

## 43.4 Betongelement

### 43.41 Produktkrav

43.411 Kraven i nedanstående dokument ska uppfyllas.

- BBC Certifieringsregler - Betongelement (Nordcert AB).
- BBC Kontrollplan Broelement (Nordcert AB).

43.412 Krav på betong enligt avsnitt 43.2 och 43.3 ska uppfyllas.

43.413 Den fortlöpande verifieringen av hållfasthet ska utföras genom utborrning och provtryckning av cylindrar. En cylinder ska tas ut för vart fjärde element. Uttaget av cylindrar ska göras så att provningsantalet blir jämnt fördelat för samtliga elementtyper som ingår i bron, t.ex. däcksplatta och frontmur. Sammanlagt ska minst tre cylindrar tas ut från varje bro för varje använd betongsammansättning. Om betongvolymen understiger 50 m<sup>3</sup> godtas att endast en cylinder tas ut.

Vid maximal stenstorlek mindre än eller lika med 16 mm godtas att cylindern har en diameter av 50 mm.

43.414 Den fortlöpande verifieringen av frostbeständighet ska utföras genom utborrning och frysprovning av cylindrar. Kravet gäller för konstruktionselement i exponeringsklass XF4. En cylinder ska tas ut för vart åttonde element som tillverkas. Uttaget av cylindrar ska fördelas jämnt över samtliga elementtyper som ingår i bron, t.ex. däcksplatta och frontmur. Minst fem cylindrar ska tas ut från varje bro och för varje använd betongsammansättning. Om betongvolymen understiger 50 m<sup>3</sup> godtas att endast tre cylindrar tas ut.

43.415 För betongelement ska följande toleranser tillämpas

Längd (L)	L/1000, dock minst ± 5 mm
Höjd (H)	H/100, dock minst ± 5 mm
Bredd (B)	± 5 mm
Krokighet i sidled	L/1000, dock minst ± 5 mm
Skevhet (fjärde hörnets avvikelse från ett plan genom de tre övriga)	± 5 mm
Avvikelse för utböjning	L/1000, dock minst ± 5 mm.

- 43.416 Användning av speciella tillverknings sätt enligt BBK, avsnitt 8.5.5, som erfordrar speciell provning enligt BBK, avsnitt 9.3.1.2, kräver tillstånd av beställaren i varje enskilt fall.

## **43.5 Bruk för speciella ändamål**

### **43.51 Injekteringsbruk för spännkablar**

Bruk för injektering av foderrör till spännkablar ska uppfylla kraven i bilaga 4-7.

### **43.52 Undergjutningsbruk och igjutningsbruk**

Undergjutnings- och igjutningsbruk ska vara cementbaserat och sättningskompenserat. Bruket ska dessutom uppfylla kraven i bilaga 4-8.

## **43.6 Armering**

### **43.61 Ospänd armering**

- 43.611 Den ospända kolstålsarmeringen ska utöver kraven enligt BBK uppfylla kraven enligt 43.612, 43.613 och 43.614. Dessa krav ska även gälla för svetsade armeringsenheter och mekaniska armeringsskarvar.
- 43.612 Kraven i ”NAD(S), Nationellt anpassningsdokument till SS-ENV 10 080”, Bilaga A, (Vägverket) ska uppfyllas.
- För armering Ks 600S ska kraven vad gäller materialfordringar, form och dimension enligt BBK, avsnitt 2.5.1, vara uppfyllda. Bockprovning samt återbockningsprovning ska utföras enligt BBK, tabell B.2a. Ovanstående krav ersätter i tillämpliga delar kraven angivna i NAD(S)/SS-ENV 10 080 Bilaga A, A.5.2.1 och A.5.3.1. Bilaga A gäller inte för tillverkning av svetsat nät med armering Ks 600S.
- 43.613 Till ospänd armering ska användas kamstänger med diametern  $\geq 8$  mm.
- 43.614 Armering enligt SS-ENV 10 080 med tillhörande NAD(S) samt Ks 600S enligt BBK, avsnitt 2.5.1 ska användas.
- 43.615 Rostfri armering ska uppfylla krav enligt BS 6744. Endast armering med hållfasthetsklass 500 MPa och med stålnummer 1.4436 och 1.4462 får användas.

**43.62 Spännarmering**

- 43.621 Spännarmering ska utöver kraven enligt BBK uppfylla kraven enligt 43.622 t.o.m. 43.626.
- 43.622 Utöver provningar enligt BBK, ska provning av spännarmering genomföras enligt nedan.
- Relaxationprovning enligt SS-EN ISO 15 630-3.
  - Utmattningsprovning enligt SS 11 23 70, spänningscykeltal (brottcykeltal)  $\geq 2 \cdot 10^6$  vid spänningsvidden 250 MPa ( $2\sigma_a$ ) med maxspänning  $\sigma_{\max} = 0,65 R_{m,\min}$ .
  - Provning av spännarmeringens motståndsförmåga mot spänningskorrosion enligt SS-EN ISO 15 630-3, med tillägget att minsta tid till brott  $t_{f,i}$  enligt 10.4.5 och medelvärdet enligt 10.4.6 ska vara enligt tabell 43-1. Dessa värden ska redovisas i resultatet. För provlösning enligt 10.3.5 i standarden ska lösning A användas.

**Tabell 43-1 Minsta tid till brott**

Typ av spännarmering	d [mm]	enstaka prov $t_{f,i}$ [h]	medelvärde* $t_{f,m}$ [h]
Spänntråd	alla	2	5
Spännlina	alla	2	5
Spännstång	$d < 12$	20	50
	$12 < d < 25$	60	250
	$25 < d < 40$	100	400

\* medelvärde av samtliga prov, dock minst 6 stycken

För provningsomfattning gäller att relaxationsprovning över 1000 timmar samt utmattningsprovning genomförs som typprovning vid varje ändring av tillverkningsmetod eller ingångsmaterialets typ. Vid dubbelbockningsprovning skall minst fem dubbelbockningar kunna göras.

- 43.623 Spännarmering ska uppfylla materialfordringarna enligt SS 14 21 37 för spännstång samt SS 14 17 57 för spänntråd och spännlina.  
För spänntråd och spännlina gäller dessutom att de ska vara av lågrelaxerande kvalitet.
- 43.624 Spännarmering ska levereras med dimensioner och toleranser enligt SS 21 25 20 för spännstång, SS 21 25 22 för spänntråd och SS 21 36 20 för spännlina.

- 43.625 Spännarmering ska vid leverans vara fri från sprickor och ytfel samt sådan ytbeläggning som kan inverka menligt på förankring och vidhäftning.  
Spännarmering av tråd eller linor ska levereras i ringar, var och en bestående av en längd.

- 43.626 Vid leverans av spännarmering ska ringar och knippen av linor eller trådar vara märkt på sådant sätt att materialet kan identifieras i förhållande till tillverkarens provningsattester.

### **43.63 Spännsystem**

Förankringar och skarvar ska ha godtagbara egenskaper beträffande den statiska hållfastheten samt utmattningshållfastheten.

Förankringsstorlek och styvhet samt centrum- och kantavstånd ska vara tillräckliga med hänsyn till betongens hållfasthet. Spännsystem ska passa ihop med spännarmering enligt 43.62.

### **43.64 Foderrör för spännarmering**

Foderrör av plåt ska uppfylla kraven i SS-EN 523. Foderrör där spännkablar installeras efter gjutning ska uppfylla klass 2. Plast som material för foderrör kräver godtagande av beställaren i varje enskilt fall.

## **43.7 Övriga produkter**

### **43.71 Fogband**

Fogband för tätning av fogar ska uppfylla kraven i ”Regler för certifiering av fogband av PVC” (Vattenfall Utveckling AB), avsnitt 3.1, eller ”Regler för certifiering av produkter för tätning av stumma fogar mot vatten” (Vattenfall Utveckling AB), avsnitt 3.1.

Kompositmembran för fukt- och vattentätning ska uppfylla kraven i ”Regler för certifiering av kompositmembran” (Vattenfall Utveckling AB), avsnitt 3.1.

### **43.72 Ytbehandlingsprodukter för betong**

- 43.721 Vid ytbehandling av betong ska aktuellt system uppfylla krav enligt 43.722, 43.723 eller 43.724. Om flera produkter ska samverka ska det totala systemet provas utifrån aktuella krav.

- 43.722 Impregneringsmedel för skydd mot inträngning av klorider och vatten ska uppfylla kraven i bilaga 4-9. Annat lösningsmedel än vatten godtas inte.

43.723 Målningsprodukter för betong ska uppfylla kraven i bilaga 4-9.  
*Av "Betonghandbok – Arbetsutförande" (Svensk Byggtjänst), avsnitt 18.7, framgår ytterligare synpunkter och rekommendationer för målning av betong.*

43.724 Andra medel än impregneringsmedel och målningsprodukter som påförs betongytor ska uppfylla kraven i bilaga 4-9 avseende ånggenomgångsmotstånd och frostbeständighet. Annat lösningsmedel än vatten godtas inte.

43.725 Betong vid gjutfog behandlad med retarderande medel ska vid förundersökning påvisas kunna uppfylla kraven på frostbeständighet enligt SS 13 70 03, 5.3.3, samt vidhäftning enligt nedan.

Vidhäftningen i gjutfogen ska kontrolleras genom minst tre dragprov enligt SS 13 72 31 utförda på cylindrar borrade ur betongkroppar med en behandlad pågjuten yta. Vid provningen ska använd betong uppfylla kraven i avsnitt 43.3. Provningen ska utföras av ett organ enligt 10.83.

Kraven vid en fortlöpande provning av draghållfastheten är

$$m \geq f_v + 1,4 s$$

$$x \geq 0,8 f_v$$

$f_v$  fordrad draghållfasthet, minst lika med 1,0 MPa,

$s$  standardavvikelse för samtliga mätvärden, dock minst 0,36,

$m$  medelvärde för provserien och

$x$  minsta enskilda värde.

Alla enskilda värden och brottyper ska redovisas.

*Om lägre draghållfasthetsvärden godtas anges detta i den tekniska beskrivningen.*

### **43.73 Kvarsittande gjutavstängare**

Kvarsittande avstängare ska uppfylla kraven i bilaga 4-10.

### **43.74 Distansklots**

Distansklotsar ska vara tillverkade av betong som uppfyller kraven i avsnitt 43.2 och 43.3 samt kraven för exponeringsklass XD3/XF4.

Distansklotsen godtas inte ha en utsträckning mer än 1,5 gånger aktuell täckande betongskikt.

### **43.75 Kvarsittande form**

Kvarsittande form av betong ska uppfylla kraven i avsnitt 43.2 och 43.3. Aktuellt minsta täckande betongskikt enligt avsnitt 41.3 ska innehållas.

Konstruktionsbetongen innanför den kvarsittande formen godtas ha ett minsta täckande betongskikt som reducerats med 10 mm jämfört med aktuellt minsta täckande betongskikt. Vid fogar mellan formelementen ska dock minsta täckande betongskikt innehållas utan reduktion.

Med ändring av vad som anges i 43.61 får kvarsittande form armeras med kamstänger minst  $\varnothing 6$  s 150 mm i båda riktningarna alternativt  $\varnothing 5$  s 100 mm Nps 50. Det täckande betongskiktet till den motgjutna ytan ska vara minst 15 mm.

### **43.76 Anslutning för elektropotentialmätning**

Anslutningar för elektropotentialmätning ska vara i rostfritt stål enligt SS 14 23 43.

### **43.77 Formstag och distanshållare**

Formstag och distanshållare, som gjuts in i konstruktionen och som inte avlägsnas, ska vara av sådant material att de i sig är beständiga mot aktuell miljöpåverkan och inte medför ökad risk för sprickor.

Formstag av fiberkompositer, t.ex. glasfiber ska provas enligt metod VU-SC:34 (Vattenfall Utveckling AB). Viktförändringen får vara högst 5 % och provkropparna ska vara okulärt opåverkade.

Formstag av rostfritt stål ska minst uppfylla kraven för SS-EN 10 088, nummer 1.4436.

## 44. Utförande

### 44.1 Arbetsledning och tillsyn

En ansvarig person för arbetsledning och tillsyn ska finnas utsedd. Denne ska ha klass I-kompetens.

*”Vidareutbildning inom betongområdet” rapport nr 8 (Svenska Betongföreningen) är exempel på en kurs som kan anses uppfylla dessa krav.*

### 44.2 Form

#### 44.2.1 Formställning

44.2.1.1 Formen ska överhöjas med hänsyn till förväntade deformationer på grund av egentyngd samt formställningens deformation.

*För spännbetongkonstruktioner är det speciellt viktigt att formställningarnas deformationer begränsas så att sprickbildning undviks.*

*Av ”Handbok i formbyggnad” (Sveriges Byggindustrier) framgår hur formar lämpligen kan utföras.*

44.2.1.2 Betongens elastiska deformation i samband med uppspanning får inte hindras av ytform och formställning.

*Det är vanligen nödvändigt att sänka formställningen i samband med uppspanningen.*

#### 44.2.2 Ytform

44.2.2.1 Formmaterialet ska väljas så att kraven i SIS 81 20 02, tabell 2, klass 2A uppfylls. Om inte annat anges i standarden ska t mindre än eller lika med 5 mm tillämpas.

*I den tekniska beskrivningen anges på vilka ytor det ställs estetiska krav samt vilket formmaterial som ska användas på dessa ytor.*

44.2.2.2 Utåtgående synliga hörn (skarpa kanter) ska avfasas genom att en 20 mm trekantlist läggs in i formen. Överkanter på bottenplattor i slutna rambroar samt broändar ska dock alltid ges en fasning av minst 75 mm.

44.2.2.3 Hål efter distanshylsor och formstag i en underbyggnad ska lagas om de inkräktar på det täckande betongskiktet enligt avsnitt 41.3 eller om det



finns risk för vattentillförsel och frysning. Beträffande distansklotsar, se 43.74.

- 44.224      Krav på täckande betongskikt enligt avsnitt 41.3 ska uppfyllas till formstagen eller distanshållarna.
- Vid lagning ska formstag, distansrör, distanshållare m.m. avlägsnas till ett djup av minst aktuellt minsta täckande betongskikt. Lagningen ska utföras med betong som uppfyller materialkraven i kapitel 43 samt på ett sådant sätt att färgen avviker så litet som möjligt från den omgivande betongen.
- I konstruktioner utsatta för ensidigt vattentryck får formstagsrör inte användas.
- 44.225      Om det ska finnas ursparingar i landfäste eller mellanpelare, exempelvis för upplag av formställning till överbyggnad, ska detta anges på ritning. Om brons bottenplattor avses utnyttjas som upplag för formställning ska även detta anges.
- 44.226      Användning av glidform godtas inte.

## 44.3      Ursparing

### 44.31      Viktreducerande ursparing

- 44.311      Viktreducerande ursparingar i plattbroar ska utföras med ingjutna formelement (sparkroppar) av t.ex. plåt. Formelementen ska ha erforderlig styvhet, täthet och förankring.
- Styvhetskravet innebär att formelementens diameter under gjutningen inte tillåts förändras mer än 20 mm, se även 44.72.
- För att påvisa att kravet på styvhet uppfylls kan en provgjutning i full skala fordras.*
- Kravet på täthet innebär att skarvar i formelement utförs så att cementslam inte kan tränga in.*
- Skarvarna ska medge en sådan vinkeländring att elementet kan läggas in parallellt med kantbalken.
- 44.312      Formelementen ska förses med dräneringshål  $\varnothing 50$  mm i lågpunkterna och fixeras noggrant i höjd- och sidled. Formelementens ändrar ska utföras koniska.
- 44.313      Gjutningen ska utföras så att stighastigheten hålls låg.

## 44.32 Ursparing för spännarmeringsförankring

Ursparing för förankring som medför håltagning i brobaneplatta eller balkliv godtas inte. Förankringar ska anordnas i lokala klackar under plattan respektive innanför balkliv, se även 44.62.

*Om så anges i den tekniska beskrivningen godtas ursparingar i brobaneplatta eller balkliv. Ursparingarna förses i sådana fall med rundade eller fasade hörn och extra ospänd armering i spännriktningen.*

## 44.33 Ursparing för räckesståndare

44.331 Ursparing ska antingen åstadkommas genom att hål borras i kantbalken enligt 44.332 eller genom att ursparing läggs in i formen före gjutning enligt 44.333. Motgjutningsytan ska behandlas och rengöras så att den får tätt förekommande ojämnheter med i genomsnitt minst 1 mm djup.

Avståndet från borrhålets eller ursparingens botten till underkant kantbalken ska vara minst 90 mm.

Det minsta täckande betongskiktet mellan befintlig armering och borrhålets kanter och botten ska vara 20 mm.

44.332 Hål ska borras med kärnborr. Uppmätning för borrhål ska ske med sådan noggrannhet att inte kantbalkens armering skadas vid borrarbetet. Håldiametern ska vara minst 110 mm.

44.333 Ursparing för räckesståndare ska ha måtten 100 x 120 mm och ska utformas med rundade hörn med radien minst 10 mm.

44.334 Vid ingjutning av räckesståndare ska betong som uppfyller krav enligt avsnitt 43.2 och 43.3 och som uppfyller kraven för exponeringsklass XF4 eller igjutningsbruk enligt 43.52 användas.

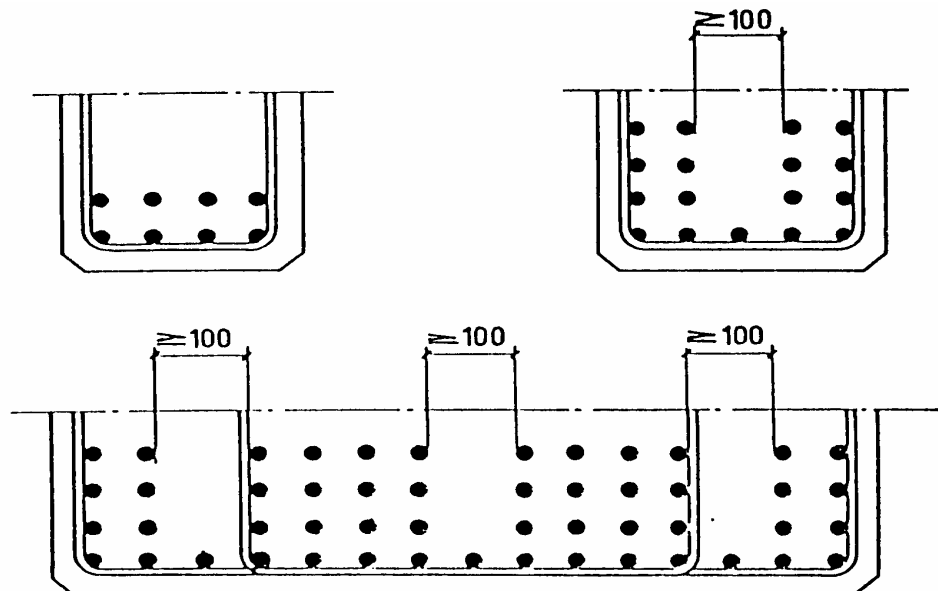
## 44.4 Armering

### 44.41 Ospänd armering

44.411 Armeringen ska placeras på sådant inbördes avstånd och på sådant sätt att de fria utrymmena mellan form, ursparingsrör och armeringsstänger medger användning av betongmassa med maximal stenstorlek 32 mm. Armeringen ska dessutom placeras så att tillräcklig bearbetning av betongen blir möjlig.

44.412 Huvudarmeringen i balkliv ska placeras i grupper, dock högst två stänger i bredd närmast sidoytan och högst fyra stänger i bredd i övrigt. Mellan dessa grupper ska vertikala spalter med minst 100 mm bredd anordnas.

Balkliv utan sådan spalt får innehålla högst två armeringslager. Se figur 44-1.



**Figur 44-1 Armering placerad i balkliv**

- 44.413 Längsgående armering bestående av minst 7  $\varnothing 16$  mm ska läggas in i kantbalkar. Bygelarmering ska utföras av minst  $\varnothing 10$  s 300 mm. Vid ursparing för räcketståndare ska armeringen kompletteras med förankringsbyglar, minst  $\varnothing 16$ .
- 44.414 Med ändring av vad som anges i BBK, avsnitt 6.2.6.2, ska bygelarmering till balkar alltid utföras som tvåskärig.
- 44.415 All armering i betongkonstruktioner i vägmiljö eller marin miljö ska utföras så att elektrisk kontakt erhålls mellan armeringsstängerna.
- 44.416 Vid en undergjutning för ett lager ska armeringen placeras under ursparingen med minst 20 mm fritt avstånd till ursparingens underkant.

## **44.42 Spänd armering**

- 44.421 Spännbetongarbete ska utföras enligt separat arbetsbeskrivning. Spännkabeln ska vara rak och vinkelrät mot förankringen på en sträcka av 1,0 m närmast förankringen.
- 44.422 Spännbetongkonstruktioners känslighet för korrosionsangrepp av olika slag ska beaktas vid utförandet.

Spännarmering, som under lagring erhållit lätt ytrost, ska renborstas omsorgsfullt före inläggningen.

Minsta möjliga tidsrymd ska förflyta mellan kablarnas tillverkning, inläggning, ingjutning, uppspanning och injektering.

*Om korrosionsangrepp kan befaras, t.ex. på grund av aggressiv miljö eller om större tidsrymd än tre månader förväntas mellan spännarmeringens inläggning och injektering, vidtas korrosionsskyddande åtgärder efter samråd med beställaren. Vid goda förhållanden kan kabelkanalerna tätas vid förankringar och luftningsrör. Eventuella dräneringsrör i lågpunkterna hålls dock öppna.*

*Vid svåra förhållanden, som vid byggande i havs- eller industriatmosfär, kan det vara nödvändigt med ytterligare skyddsåtgärder. Sådana åtgärder är t.ex. genomblåsning med avfuktad luft eller behandling med vattenlöslig olja.*

44.423 Spännarmering och tillhörande detaljer (förankringar, foderrör etc.) ska transporteras och förvaras på sådant sätt att de skyddas mot yttre åverkan, skadlig rost, fett, smörjolja, salter och dylikt.

44.424 I närheten av spännarmering godtas inte att svetsnings- och brännskärningsarbete utförs.

### 44.43 Foderrör för spännarmering

44.431 Efterspänd armering i betongkonstruktioner ska dras fram i foderrör enligt 43.64.

44.432 Foderrören ska placeras så att betongmassan kan bearbetas effektivt.

Vid flera rör i sidled ska rören ordnas i grupper med ett fritt avstånd av minst 100 mm mellan grupperna. Det fria avståndet mellan rören ska bestämmas så att betong med maximal stenstorlek 32 mm kan användas. Avståndet ska dock vara minst 40 mm.

44.433 Foderrören ska fixeras i gjutformen så att en jämn linjeföring i vertikal- och horisontalled uppnås och så att rören inte förskjuts under betonggjutningen. Minsta godtagbara krökningsradie är  $8\sqrt{P_u}$  (m), där  $P_u$  är kabelns brottlast (MN). Mindre krökningsradie godtas om det visas att armeringspåkänningen inte överskrider kapaciteten och friktionsvärdena inte förändras samt att armering läggs in för eventuella spjälkpåkänningar.

Galgar av stål ska användas för att fixera spännarmeringen.

44.434 Luftningsrör som fordras för injekteringen ska anordnas vid höjdpunkter och ingjutna förankringar.

- 44.435 Om det finns risk för frysning ska foderrören förses med dräneringsrör i lågpunkter. Dräneringsrör från olika foderrör ska anordnas med minst 100 mm inbördes avstånd.

#### **44.44 Uppspänning**

- 44.441 Före uppspänningen ska spännutrustningen kontrolleras och kalibreras. Vidare ska det kontrolleras att foderrören inte satts igen på grund av läckage under betonggjutningen.
- 44.442 Vid uppspänningen ska såväl förlängningen som spännkraften mätas för varje spännkabel.
- Spännlistan ska upprättas och föras på sådant sätt att det går att jämföra beräknad och verklig förlängning respektive spännkraft.
- Storleken på en eventuell rörelse vid låsning (förankring) ska antecknas.
- Arbeten, som kan hindra en eventuell omspänning, får utföras först sedan uppspänningen godtagits av beställaren.

#### **44.45 Snitt med skarvad spännarmering**

- 44.451 Om andelen skarvad spännarmering i ett snitt är större än eller lika med 20 % ska detta snitt förses med genomgående armering enligt bilaga 4-4. Då ska även medräknas skarvkopplingar inom avståndet  $h_0$  på vardera sidan om respektive skarvkoppling, varvid  $h_0$  definieras enligt bilaga 4-4.13.
- Större andel skarvad spännarmering än 80 % godtas inte.
- 44.452 Den genomgående armeringen ska, med ändring av vad som anges i bilaga 4-4.12, ha en sådan mängd att minimiarmeringsprocenten  $\rho_{\min}$  är minst  $0,015 \cdot n$ , där  $n$  är andel skarvad spännarmering i %. För  $n$  högst lika med 33 % ska dock  $\rho_{\min}$  minst vara lika med 0,5 %.
- Om armering av kvalitet B500B används ska  $\rho_{\min}$  höjas med 30 %.

### **44.5 Betongarbete**

#### **44.51 Gjutning**

- 44.511 Betongen ska proportioneras, gjutas och efterbehandlas så att påkänningar av krympning och temperaturskillnader inom konstruktionen begränsas.
- Sprickrisken under härdningsförloppet ska beaktas enligt kraven i bilaga 4-11. Detta gäller inte livslängdsklass L20 enligt 41.311.

För betongkonstruktioner som är utsatta för ensidigt vattentryck enligt 42.137 ska spricksäkerhetsberäkning enligt bilaga 4-11.4 utföras.

*Kontroll av temperatur och temperaturgradient i betong under härdningsförloppet beskrivs i 45.52.*

Kylrör som används för att reducera risken för sprickor under härdningsförloppet ska injekteras efter användning.

44.512 När balkar och brobanepatta gjuts vid samma tillfälle ska gjutuppehåll göras efter det att balkarna gjutits så att betongen hinner sätta sig. Därefter ska balken eftervibreras samt plattan gjutas.

44.513 Vid gjutning av plattrambroar ska gjutuppehåll göras mellan frontmur och brobanepatta enligt 44.512 och eventuella gjutfogar förläggas i vovens underkant.

*Om gjutfogarna får förlängas ut i vingmurarna anges detta i den tekniska beskrivningen.*

## 44.52 Gjutfog

44.521 Vid bestämning av gjutordning och placering av gjutfogar ska hänsyn tas till ställningens deformationer.

44.522 Erforderliga gjutfogar i brobanepattan vid enspanns plattrambroar ska anordnas längsgående.

44.523 Gjutfogar ska utföras utan gjutlister. Vid vertikala gjutfogar i frontmur, skivstöd och stödmurar ska dock en 10 mm gjutlist läggas in i gjutfogens synliga sida.

44.524 Motgjutningsytan ska behandlas och sedan rengöras så att gjuthuden avlägsnas och ytan får tätt förekommande ojämnheter med i genomsnitt minst 2 mm djup.

## 44.53 Efterbehandling

44.531 Omedelbart efter gjutningen, innan vattenhärdningen påbörjas, ska uttorkningsskydd enligt metod A appliceras.

*Detta utförs för att förhindra en uttorkningschock.*

Vid lufttemperatur över +10 °C ska betongen härdas enligt metod W.

*Kvarsittande träform kan på vertikala ytor i detta sammanhang likställas med vattenhärdning.*

Vatten som används vid härdning ska uppfylla krav enligt SS-EN 1008. Vidare ska vattnets temperatur inte understiga +5 °C.

När lufttemperaturen understiger +10 °C godtas att härdningen sker enligt metod *A*.

För en brodel över en elektrifierad järnväg godtas även härdning enligt metod *A*.

*För att förhindra uttorkningschocker kan metod CC användas då härdningen avbryts.*

Membranhärdare godtas inte på betongytor som senare ska förses med tätskikt eller ytbehandlas.

44.532 Betong med tillsats av silikastoft enligt 43.242 ska härdas enligt metod *W* i minst fem dygn. Vidare ska åtgärder vidtas för att motverka en uttorkningschock efter avslutad vattenhärdning.

44.533 Överytan på en brobaneplatta respektive trafikerad bottenplatta ska ges den enligt ritning avsedda formen.

Ojämnheter större än 4,0 mm på 1,0 m mätlängd godtas inte. Skarpa grader och större ojämnheter ska utjämnas och får inte ha ojämnheter större än 6,0 mm på 6,0 m mätlängd.

Svackor oavsett längd, mätt i alla riktningar, får inte vara djupare än 40 mm räknat från vägens höjdprofil.

*Med vägens höjdprofil avses ytan på den färdiga beläggningen minus den teoretiska tjockleken på tätskiktet och beläggningen med utgångspunkt från den i förhållande till höjdprofilens högsta punkt på den färdiga brobaneplattan.*

44.534 Kantbalkar ska utföras med jämna ytor och så att kanterna i såväl horisontal- som vertikalled följer avsedd linjesträckning i bronns längdriktning.

Ojämnheter större än 4,0 mm på 1,0 m mätlängd godtas inte. Skarpa grader och större ojämnheter ska utjämnas och får inte ha ojämnheter större än 6,0 mm på 6,0 m mätlängd.

Kanterna får avvika från avsedd linjesträckning med högst 2 ‰ av en godtycklig mätlängd större än 4 m.

#### **44.54 Tillverkning av betongmassa på byggplats**

Tillverkning av betongmassa på en byggplats kräver tillstånd av beställaren.

## 44.6 Speciella arbetsförfaranden

### 44.61 Injektering av foderrör till spännkablar

Injektering av foderrör till spännkablar ska utföras enligt bilaga 4-7.

### 44.62 Motgjutning av förankringar

Efter injektering av spännkablar enligt 44.61 ska förankringsanordningarna motgjutas med betong av samma kvalitet som i överbyggnaden i övrigt. Kraven på minsta täckande betongskikt enligt avsnitt 41.3 ska uppfyllas.

Gjutfogen ska förseglas.

### 44.63 Undergjutning

Undergjutning av lager etc. ska utföras enligt 72.42.

### 44.64 Ytbehandling

44.641 Ytbehandling med impregneringsmedel enligt 43.722 ska utföras enligt tillverkarens rekommendationer.

Ytbehandlingen ska utföras efter det att bron försetts med tätskikt och kantförseglats samt räckena monterats och gjutits fast.

44.642 Gjutfogar i konstruktioner med ena ytan mot fyllning ska förseglas. Gjutfogen mellan ramben och brobaneplatta ska förseglas på ytan mot fyllningen enligt 61.316. För övriga gjutfogar i frontmur, ramben eller stödmur godtas dessutom att ytan mot fyllning förseglas enligt 61.116.

### 44.65 Injektering av sprickor

Sprickor med sprickbredd  $\geq 0,20$  mm ska injekteras.

*Om injekteringen får utföras med epoxi anges detta i den tekniska beskrivningen.*

### 44.66 Fastgjutning av armering i borrarade hål

Kärnbörning ska undvikas på grund av de släta väggar detta åstadkommer.

*Lämplig diameter för borrhålet är stångens diameter plus 10 mm.*

Efter rengöring av borrhålet ska hålet vattnas och hållas fuktigt i minst två dygn före gjutningen. Renheten på vattnet ska uppfylla kraven i SS-



EN 1008. Vid gjutningen får fritt vatten inte finnas i hålet och betongytan i hålet ska vara yttorr. Temperaturen i omgivande betong eller på stången som ska gjutas in får inte understiga +5 °C.

Fastgjutningen ska utföras med ett igjutningsbruk som uppfyller kraven enligt 43.52. Tillverkarens rekommendationer ska följas noggrant vid tillblandning och hantering av bruket.

Ovanstående krav gäller även vid fastgjutning av gängstänger för infästningar.

## **44.7 Toleranser**

### **44.71 Spännkabel**

Med ändring av vad som anges i BBK, avsnitt 8.7, får läget för respektive spännkabel avvika från läge på ritning med högst  $\pm 10$  mm i såväl vertikal- som horisontalled.

Toleranserna på förlängningen av spännarmeringen ska vid uppspanning vara -4 % respektive +8 % av den totala beräknade förlängningen.

### **44.72 Viktreducerande ursparing**

44.721 Måttavvikelse för ett formelements diameter i obelastat tillstånd får vara högst  $\pm 10$  mm.

44.722 Formelementens förskjutning under gjutningen får uppgå till högst  $\pm 10$  mm vertikalt och  $\pm 20$  mm horisontellt.

### **44.73 Toleranser för pelare och väggar**

SS-ENV 13 670-1, 10.4, figur 1, punkt a och c ska gälla även för broar.

## **45. Kontroll**

### **45.1 Allmänt**

Men ändring av vad som anges om kontrollplaner i BBK, avsnitt 9.1.1, ska kontrollplan upprättas enligt avsnitt 14.4.

### **45.2 Betong och betongprodukter**

#### **45.21 Cement och mineraliska tillsatsmaterial**

Bekräftelse av överensstämmelse för cement enligt 43.22 ska ske enligt SS-EN 197-2 samt enligt SS 13 42 02, SS 13 42 03 och SS 13 42 04.

Mineraliska tillsatsmaterial enligt 43.241 och 43.242 och glasfiller enligt 43.243 ska vara certifierade enligt 10.81.

Mineraliska tillsatsmaterial för infärgning av betong enligt 43.244 ska minst vara verifierade enligt 10.822. Verifikatet får inte vara äldre än fyra år.

#### **45.22 Tillsatsmedel**

45.221 Bekräftelse av överensstämmelse för tillsatsmedel enligt 43.231 ska ske enligt SS-EN 934-2.

45.222 AUV-medel enligt 43.232 ska minst vara verifierat enligt 10.822. Verifikatet får inte vara äldre än fyra år.

#### **45.23 Betong**

Bekräftelse av överensstämmelse för betong enligt avsnitt 43.3 ska ske enligt SS-EN 206-1, kapitel 10 inklusive bilaga C.

#### **45.24 Betongelement**

Betongelement enligt avsnitt 43.4 ska vara certifierat enligt 10.81.

#### **45.25 Undergjutningsbruk och igjutningsbruk**

Undergjutningsbruk och igjutningsbruk enligt 43.52 ska vara certifierat enligt 10.81.

## **45.3 Armering**

### **45.31 Ospänd och spänd armering**

Armering inklusive mekaniska armeringsskarvar enligt 43.61 och 43.62 ska vara certifierat enligt 10.81.

### **45.32 Spännsystem**

Spännsystem enligt 43.63 med sina spänneheter ska vara godtagna av beställaren. Intyg, som ska medfölja leverans av spännarmering, ska vara provningsintyg typ 3.1.B enligt SS-EN 10 204.

*En förteckning över av Vägverket godtagna spännsystem och spänneheter redovisas i bilaga 1-3.*

Utöver de spännsystem som är godtagna av beställaren godtas spännsystem som har ett europeiskt tekniskt godtagande baserat på ETAG 013 (EOTA). Vid tillämpning av ETAG 013 för spännsystem för efterspänning av bärande konstruktioner ska kalibrering av uppspanningsutrustningen göras enligt punkt 7.3 i ETAG 013.

## **45.4 Övriga produkter**

### **45.41 Fogband**

Fogband och membran enligt 43.71 ska minst vara verifierade enligt 10.822. Verifikatet får inte vara äldre än fyra år.

### **45.42 Ytbehandlingsprodukter för betong**

Ytbehandlingspreparat enligt 43.722 ska minst vara verifierade enligt 10.822. Verifikatet får inte vara äldre än fyra år.

## **45.5 Utförandekontroll**

### **45.51 Betong**

45.511 Utförandekontroll av hållfasthet ska utföras genom utborrning och provtryckning av cylindrar. Erhållna resultat ska värderas enligt BBK, avsnitt 7.2.4.2. Antalet cylindrar ska vara minst en per gjutetapp. Sammanlagt ska minst tre cylindrar tas ut från varje bro för varje använd betongsammansättning. Om betongvolymen understiger 50 m<sup>3</sup> godtas att endast en cylinder tas ut.

Betongens normaltids hållfasthet ska fastställas.

*Beträffande underlag för beräkning av normaltids hållfastheten, se Betonghandbok - Arbetsutförande, avsnitt 15.6.*

- 45.512 Utförandekontroll av frostbeständighet ska utföras genom utborrning och frysprovning av cylindrar. Kravet gäller för konstruktionsdelar i exponeeringsklass XF4. Dessa cylindrar ska provas enligt SS 13 72 44, förfarande III, metod A. Antalet cylindrar ska vara minst en per varannan gjutetapp. För varje bro och betongsammansättning ska dock minst fem cylindrar tas ut.
- Om betongvolymen understiger 50 m<sup>3</sup> godtas att endast tre cylindrar tas ut.
- Resultatet från frysprovningen ska uppfylla kraven enligt SS 13 70 03, 5.3.3 med tillägget att god frostbeständighet enligt SS 13 72 44 ska vara uppfyllt.
- 45.513 Uttaget av cylindrar ska fördelas jämnt över samtliga konstruktionsdelar som ingår i bron.
- Valet av plats för uttag av cylindrar ska ske i samråd med beställarens representant.
- Utborrningen ska ske tidigast 7 dagar efter gjutning. Omedelbart efter uttag ska, med ändring av vad som anges i BBK, avsnitt 7.2.4.2, provkroppen förslutas genom t.ex. inplastning samt förvaras torrt vid en temperatur av 20 ± 2°C fram till beredning av provkropp.
- 45.514 Provning enligt 45.511 och 45.512 ska utföras vid ett organ enligt 10.83.
- 45.515 Borrhålen ska gjutas igen med betong som uppfyller krav enligt 43.3.

## **45.52 Temperatur**

Om metod 2 eller 3 enligt bilaga 4-11 tillämpas för begränsning av sprickrisken ska temperaturen i konstruktionen registreras. Av kontrollplanen ska framgå hur temperaturutvecklingen ska verifieras. Mätning och registrering ska ske med ingjutna givare.

## **45.53 Spännarmering**

- 45.531 Kontroll av spännarmeringens linjeföring ska ske.
- 45.532 Kontroll av injekteringsbruk ska ske enligt bilaga 4-7.

## **45.54 Elektriska förbindningar**

- 45.541 Kontroll av anslutning enligt 41.128, 41.141 och 44.415 ska utföras. Kontrollmätningen ska utföras enligt "Förebyggande åtgärder mot galvanisk korrosion på broräcken" (Korrosionsinstitutet).

45.542 Efter montering av ingjutningsgods, typ räcken, stegar, m.m. skall det kontrolleras att dessa inte har elektrisk kontakt med armeringen i betongkonstruktionen. Kontrollen utförs enligt 45.541.

45.543 Vid bro över elektrifierad järnväg, ska före gjutning, okulär kontroll ske av att erforderliga skyddsjordningsåtgärder utförts.

### **45.55 Betongelement**

Betongelement enligt avsnitt 43.4 ska fortlöpande verifieras enligt 43.41. Kontroll av betongelementens toleranser enligt 43.415 ska utföras.

### **45.56 Viktreducerande ursparing**

Kraven på viktreducerande ursparingar enligt 44.31 ska vara uppfyllda innan gjutning.

### **45.57 Inträngningsdjup**

För ytbehandlingspreparat enligt 43.722 ska kontrolleras att inträngningen i betongen skett till ett djup av minst 2 mm.

*I den tekniska beskrivningen anges om kontrollen ska utföras.*

För utvärdering tas borrhävar med diametern minst 50 mm. Minst tre borrhävar per 1000 m<sup>2</sup>, dock minst sex per objekt ska tas ut. Vid varje uppställningsplats för borrhävar får högst tre borrhävar tas ut. Uppställningsplatserna för borrhävar ska fördelas jämnt över ytan.

Armeringsstänger ska lokaliseras före borrhävar. Lagningen av ytan utförs enligt 44.224.

Kravet avser medelvärdet av uttagna prov, dessutom gäller att enskilt värde inte får underskrida 1,5 mm.

### **45.58 I borrhävar fastgjuten armering**

Dragkraftsupptagande armering som gjutits fast i borrhävar ska provdras. Var 20:e stång, dock minst tre stycken, ska provdras till 2/3 av fyk.

## 46. Undervattensgjuten konstruktion

### 46.1 Allmänt

Kraven i de föregående kapitlen ska gälla med de ändringar och tillägg som anges i detta kapitel.

*Ytterligare råd kan hämtas från "Betonghandbok - Arbetsutförande" (Svensk Byggtjänst), kapitel 26.*

### 46.11 Tillåtelse

Undervattensgjutning godtas endast då så är angivet på arbetsritningen.

Med ändring av vad som anges i BBK, avsnitt 3.5, godtas att undervattensgjuten bottenplatta utförs oarmerad. Armering enligt 46.313 och 46.32 ska dock läggas in.

*Betongen kan kylas genom att kylslingor läggs in. Om kylslingor används ska betongen tillsättas AUV-medel enligt 43.232. Åtgärder ska vidtas så att inte kylslingorna skadas av det flyttbara gjutröret.*

### 46.12 Dimensioneringsvärden

För en undervattensgjuten konstruktion ska de dimensioneringsvärden som gäller för tryckhållfasthetsklass C 20/25 tillämpas. När kraven enligt 46.33 är uppfyllda godtas att C 25/30 tillämpas.

### 46.13 Utbildningskrav

Arbetsledningen, operatören och provtagaren ska ha goda kunskaper om undervattensgjutning. Personerna ska med godtagbara resultat ha genomgått utbildning enligt "Utbildningsplan – Undervattensgjutning av betong" (Vägverket).

*Arbetsledning, operatör och provtagare definieras i ovan nämnda publikation.*

### 46.14 Dimensioner

En konstruktion som gjuts under vatten ska ges en tjocklek av minst 1,0 m.

### 46.15 Sprickfrihet

En undervattensgjuten bottenplatta utan statiskt verksam armering ska för laster enligt lastkombination 22.22 och 22.24 påvisas vara osprucken en-

ligt BBK, avsnitt 3.5, varvid spricksäkerheten  $\zeta = 2,5$  ska förutsättas. Den armering som läggs in enligt 46.313 får inte medräknas.

#### **46.16 Gjutfogar**

Horisontella gjutfogar godtas inte. Om en bottenplatta är så stor att gjutfogar måste anordnas ska dessa utföras vertikala med förtagningar.

#### **46.17 Transport**

Betong till en undervattensgjuten konstruktion ska transporteras från betongfabriken till arbetsplatsen med roterbil.

#### **46.18 Reservutrustning**

Reservutrustning för leverans, transport och gjutning av undervattensgjuten betong ska finnas för att omgående kunna sättas i funktion.

### **46.2 Betong**

#### **46.21 Hållfasthetsklass**

En undervattensgjuten konstruktion ska gjutas med betong av lägst tryckhållfasthetsklass C 28/35.

#### **46.22 Cementhalt**

Cementhalten ska vara minst  $350 \text{ kg/m}^3$ . I det första lasset betong som tillförs i ett gjutrör ska cementhalten vara minst  $400 \text{ kg/m}^3$ .

*Kraven på cementhalt ersätter kravet på högsta tillåtna  $v_{ct,ekv}$  för torrhetsgjutna konstruktioner.*

Vid gjutning med antiutvaskningsmedel ska cementhalten och mängden AUV-medel vara minst den som använts vid provningen enligt "Antiutvaskningsmedel" (Vägverket).

#### **46.23 Finmaterialhalt**

Finmaterialhalten (mängden ballastkorn mindre än  $0,25 \text{ mm}$ ) ska vara större än 8 %. Kravet ska uppfyllas för den sammansatta siktkurvan.

#### **46.24 Konsistens**

Betongen ska ges sådan konsistens och övriga gjutegenskaper att den utan svårighet passerar genom gjutrör och fyller ut formen.

Betong med sättmått mindre än  $120 \text{ mm}$  godtas inte.

## 46.25 Retarderande tillsatsmedel

För att förbättra och förlänga betongens rörlighet ska retarderande tillsatsmedel enligt 43.23 användas. Tillsatsmedlet ska dessutom vara förundersökt i kombination med aktuell betong, cementfabrikat och aktuella ballastfraktioner i avsedda blandningsproportioner. Betongen ska provas med avseende på tillstyvnadstid och hållfasthet.

*Det kan vara nödvändigt att provköra betongmassan i en roterbil, då längre tids bearbetning av betongmassan kan försämra den retarderande effekten. Under längre transport kan roteraren vara avslagen fram till strax före leverans av betongen.*

Det retarderande tillsatsmedlet ska vara fosfat- eller hydroxycarboxylsyrebaserat.

Om tillsats av AUV-medel enligt 46.27 visat sig ge tillräcklig retarderande effekt godtas att retarderande tillsatsmedel inte tillsätts betongen.

## 46.26 Frostbeständighet

Betong till en undervattensgjuten betongkonstruktion behöver inte vara frostbeständig.

## 46.27 Antiutvaskningsmedel

Betong med AUV-medel ska, beträffande tillstyvnadstid och hållfasthet, provas enligt 46.25. Betongens konsistensförändring under längre transport ska också provas.

*En provpumpning rekommenderas.*

## 46.3 Armering

### 46.31 Allmänt

46.311 Armeringens diameter ska vara minst 20 mm och ska utföras i ett lager. Centrumavståndet mellan armeringsstängerna ska vara minst 200 mm. Vid gjutning med betong med tillsats av AUV-medel godtas att minsta centrumavståndet minskas till 150 mm.

46.312 Det minsta täckande betongskiktet i undervattensgjuten betongkonstruktion ska vara 90 mm. Det minsta täckande betongskiktet till underytan på en platta gjuten mot jord ska vara 140 mm.

*Vanligen utförs det täckande betongskiktet maximalt 250 mm tjockt för en undervattensgjuten konstruktion.*



46.313 Undervattensgjutna bottenplattor, som betraktas som oarmerade, ska i såväl längs- som tvärled förses med underkantsarmering i en mängd (area) motsvarande 0,05 % av hela betongtvärsnittets area. Om den maximala dragpåkänningen för last enligt 22.24 är så låg att aktuell spricksäkerhet  $\zeta$  är större än 4,0, godtas att mängden underkantsarmering i såväl längs- som tvärled minskas till 0,025 % av hela betongtvärsnittets area. All armering ska dras ut till plattkanten och förankras genom att den bockas i horisontalplanet som "hårnålar" (s-järn).

Undervattensgjutna bottenplattor med statiskt verksam armering ska i såväl längs- som tvärled förses med underkantsarmering i en mängd (area) motsvarande minst 0,025 % av hela betongtvärsnittets area.

46.314 Ytarmering i en undervattensgjuten konstruktion får slopas.

### **46.32 Vertikal armering**

Vertikal armering förankrad i en oarmerad undervattensgjuten bottenplatta ska monteras enligt 46.44.

Längden på den vertikala armeringen ska bestämmas på så sätt att pelaren förutsätts fortsätta ned i bottenplattan med en dubbelsidig votning med lutning 3:1. All armeringen ska vara förankrad.

Om den vertikala armeringen behöver bockas i underkanten av bottenplattan ska kraven i 46.33 vara uppfyllda.

### **46.33 Statiskt verksam armering**

Statiskt verksam armering godtas endast om betongen tillsätts AUV-medel enligt 43.232.

## **46.4 Utförande**

### **46.41 Åtgärder före gjutning**

46.411 Före gjutningen ska schaktbotten vara väl avplanad och iordningställd enligt 34.26.

46.412 Formarna ska vara täta och väl stagade. De ska vara utförda på ett sådant sätt att det råder lugnvatten överallt inom dessa vid gjutningen. Formerna ska förses med bräddavlopp vid vattenytan.

*Detta görs för att undvika förhöjt vattentryck innanför formen.*

Om vattenhastigheten i vattendraget etc. understiger 0,2 m/s godtas att formen avslutas under vattenytan.

46.413 Före gjutningen ska tillses att gjutrörets skarvar är täta.

## **46.42 Gjutning**

46.421 Gjutningen ska påbörjas i formens lägst belägna del. Under gjutningens gång ska rörets nedre ände ständigt hållas minst 0,5 m under betongens överyta.

46.422 Gjutningen ska utföras kontinuerligt med en stighastighet i formen av minst 0,3 m per timme. Längre gjutuppehåll än 45 minuter godtas inte.

46.423 Avslutande försiktig vibrering av undervattensgjuten betong ska utföras för att överytan ska bli jämnare och omslutningen av eventuell armering bättre.

## **46.43 Gjutning med rörligt gjutrör och mynningsventil**

46.431 Varje betongpump får vara anslutet till endast ett gjutrör. Gjutröret ska vara försett med påvisad funktionsduglig mynningsventil. Gjutröret ska kunna flyttas och styras i valfri riktning.

46.432 Gjutningen ska inledas med att gjutröret fyllt med betong ställs på botten och mynningsventilen öppnas samtidigt som pumpningen påbörjas.

46.433 Gjutningen ska utföras med "gjutfront" eller med "horisontell överyta". Under gjutningens gång ska betongen ha en överhöjning i mitten av formen.

46.434 Stora luftbubblor, som passerar genom gjutröret, godtas inte.

*Mynningsventilen kan stängas vid gjutuppehåll för att undvika luftbubblor.*

## **46.44 Montering av vertikal armering**

46.441 Vertikal armering ska monteras i en undervattensgjuten bottenplatta enligt 46.442, 46.443 eller 46.444.

46.442 Monteringen ska utföras genom att armeringsstänger gjuts in. Gjutrör ska anordnas såväl innanför som utanför armeringskorgen. Betongen ska tillföras så att så liten mängd som möjligt passerar armeringen. Centrumavståndet mellan armeringsstängerna ska uppfylla kravet i 46.311.

46.443 Monteringen ska utföras genom att armeringsstänger sticks ned i icke hårdnad betong. Betongens grad av tillstyvnande ska vara sådan att enbart handkraft fordras vid nedstickningen. Stången ska ha en sådan dimension att den är tillräckligt styv.

*Beträffande minsta avstånd mellan parallella armeringsstänger, se BBK, avsnitt 3.9.6.*

Justering av ingjutningslängden godtas inte utförd på så sätt att armeringsstängerna trycks ner och dras upp flera gånger.

- 46.444 Monteringen ska utföras genom borring med efterföljande fastgjutning av armeringsstänger. Centrumavståndet mellan armeringsstängerna ska vara större än 150 mm.
- Fastgjutningen ska utföras i torrhet med ett igjutningsbruk som uppfyller kraven enligt 43.52. Tillverkarens rekommendationer ska följas noggrant vid tillblandning och hantering av bruket.

## **46.45 Åtgärder efter gjutning**

Betongytan ska hållas fuktig och skyddas med värmeisolering under de första fem dygnet efter gjutningen.

Om gjutningen utförts i havsvatten ska den uppstickande armeringen högtryckstvättas med sötvatten strax innan kringgjutning sker.

*Detta utförs för att avlägsna fastsittande salt på armeringsstålets yta.*

Innan torrhetsgjutning av anslutande konstruktion utförs ska överytan av den undervattensgjutna betongen rensas noggrant från cementslam ned till fullgod betong, se även 44.524.

*Detta krav gäller endast den del av överytan som senare kommer att motgutas.*

Om den undervattensgjutna betongen innehåller överkantsarmering ska hela överytan rensas.

## **46.5 Kontroll**

### **46.51 Utförandekontroll av betong**

- 46.511 Två kuber ska tas ut från varje gjutningstillfälle. Sammanlagt ska minst sex kuber tas ut från varje bro för varje använd betongsammansättning. Kuberna ska uppfylla kraven för tryckhållfasthetsklass C 28/35.
- Provning av betongens konsistens ska utföras på minst vart tredje betonglass.
- 46.512 Ur varje undervattensgjuten konstruktionsdel ska borrkärnor  $\varnothing 100$  mm tas ut enligt tabell 46-1. Antalet borrkärnor ska dock begränsas så att deras inbördes centrumavstånd är minst 2,0 m.

**Tabell 46-1 Antal borrhärnor**

- 1 borrhärna vid betongvolym	< 50 m <sup>3</sup>
- 2 borrhärnor vid betongvolym	51-100 m <sup>3</sup>
- 3 "	101-200 m <sup>3</sup>
- 4 "	201-400 m <sup>3</sup>
- 5 "	401-700 m <sup>3</sup>
- 6 "	701-1 000 m <sup>3</sup>

Borrhärnorna ska borrar så långt att högst ca 0,2 m återstår till konstruktionens bottenyta. Minst hälften av kärnorna ska borrar lutande (30° - 60° från lodlinjen) och resterande kärnor ska borrar vertikalt.

Ur varje borrhärna ska två minst 100 mm långa cylindrar tas ut för tryckprovning, dels en där betongen bedöms vara sämst dels en där betongen bedöms vara normal. Cylindrarna ska förvaras i +20 °C fram till provningstillfället. I övrigt, se 45.51.

Cylindrar  $\varnothing 100 \times 100$  mm ska vid provningen uppfylla kraven för aktuell tryckhållfasthetsklass enligt 46.12.

Utborrning och okulärbesiktning av betongkärnor ska dokumenteras i ett protokoll. Borrhärnorna ska dessutom dokumenteras genom fotografiering.

*Protokoll enligt "Borrprotokoll för undervattensgjuten bottenplatta", som finns på Vägverkets hemsida, kan användas.*

Borrhärnorna ska i första hand tas ut där betongen med utgångspunkt från gjutningsförloppet bedöms vara av sämre kvalitet. Provtagningen ska spridas över hela konstruktionen.

*Sämre betongkvalitet kan befaras förekomma där*

- *utströmningshastigheten varit för stor (pumpning har skett med för stor kapacitet med hänsyn till gjutrörets dimension)*
- *gjutrörets nedsticksdjup varit < 0,5 m (risk för vattengenomslag eller övervallning av betongens överyta)*
- *gjutröret vandrat i sidled (risk för litet nersticksdjup)*
- *styv betong tillförts (risk för att betongen "rullat")*
- *betongen passerat mellan armeringsstänger*
- *betongen från två nerstick med gjutröret har mött varandra (risk för övervallning och inneslutning av slam)*
- *långt gjutuppehåll inträffat*

- *större mängd luft pumpats in i betongen (slut på betong i fickan, luftkudde vid skifte av rör eller otät skarv på gjutröret).*

De hål som borrats upp för uttagning av borrhärdar ska länsas på vatten och därefter gjutas igen med betong som uppfyller krav enligt 43.3.

## **46.52 Utförandekontroll av armering**

Vid montering av armering enligt 46.443 eller 46.444 ska minst 5 % av armeringsstängerna provdras, dock minst tre stycken. Vid denna provdragning godtas inte att kvarstående deformationer uppkommer. Om sådana deformationer iakttas ska alla stänger provdras.

Stängerna ska provdras till  $2/3$  av  $f_{yk}$ .

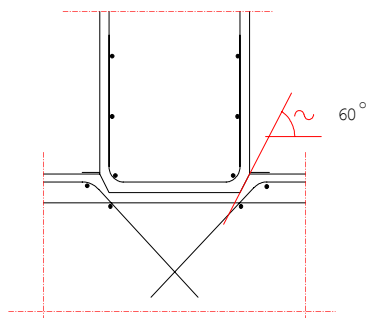
*Vid provdragningen används en avlastningsbalk för domkraften så att tryckytorna mot betongen placeras minst 100 mm från den aktuella armeringsstången. Vidare ska vinkeln mellan dragriktningen och den ingjutna armeringsstången inte överstiga  $5^\circ$ .*

Då armeringsstänger har en ingjutningslängd som är större än 1,0 m godtas att dessa inte provdras.

## Bilaga 4-1 Betongled

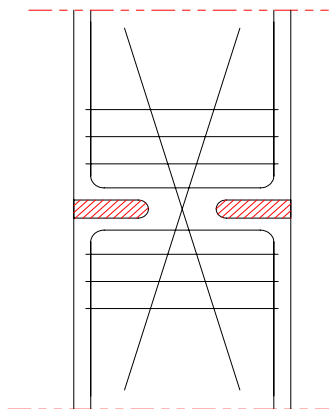
### .1 Allmänt

- .11 En betongled ska beroende på last och miljö utföras enligt ett av alternativen angivna i .12, .13 eller .14.
- .12 En betongled med bred skål och klack enligt figur 1 är avsedd för små laster, se .52.



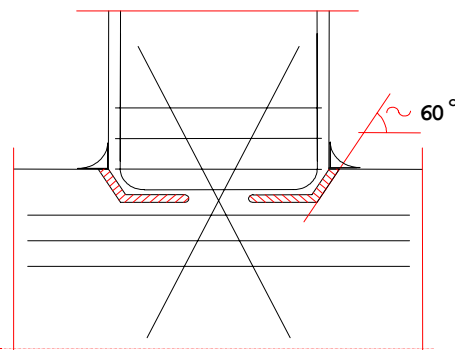
**Figur 1 Betongled med bred skål och klack**

- .13 En betongled med ledhals enligt figur 2 är avsedd för stora laster.



**Figur 2 Betongled med ledhals**

- .14 Betongleder med försänkt ledhals enligt figur 3 är avsedda för stora laster.



**Figur 3** Betongled med försänkt ledhals

## **.2 Placering**

- .21 En betongled enligt .12 får placeras under vattenytan eller markytan.
- .22 En betongled enligt .13 ska placeras minst 0,2 m över markytan respektive minst 0,30 m över HHW. Ledhalsen får inte utsättas för vågskvalp eller isnötning.
- .23 En betongled enligt .14 får placeras under vattenytan eller markytan, om konstruktionens tekniska livslängd är högst 80 eller 120 år, under förutsättning att ledhalsens erforderliga armeringsdiameter ökas med minst 7 respektive 10 mm.

## **.3 Utformning**

- .31 En betongled enligt .12 ska utformas med minst 45 mm djup skål och med kantytorna lutande ca 60° mot kontaktplanet.

*Skålens djup rekommenderas vara cirka 1/5 av skålens bredd.*
- .32 En betongled enligt .13 eller .14 ska utformas med minst 150 mm bred ledhals. Ledarmeringen ska placeras i en rad centriskt i ledhalsen.

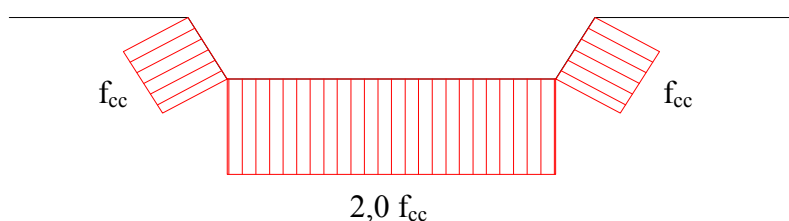
Spalten i en betongled med ledhals ska anordnas med sådan höjd att en vinkeländring på minst  $\pm 15\%$  kan ske. En 50 mm djup spalt ska även anordnas på ledhalsens kortsida.
- .33 En betongled enligt .14 ska utformas med 90 - 100 mm djup skål och med kantytorna lutande ca 60° mot kontaktplanet.

Spalten i försänkningens kantytorna ska utformas med högst samma bredd som spalten i ledens kontaktplan, dock minst med den tjocklek som krävs med hänsyn till vinkelrörelsen.

## .4 Brottgränstillstånd

- .41 Kapaciteten för spjälkning i betongkonstruktioner som ansluter till leden ska beräknas med förutsättningen att anliggningsbredden är noll.
- .42 Med ändring av vad som anges i BBK, avsnitt 3.10.1, gäller för betongled enligt .12 att kontakttrycket i skålens botten ska understiga  $2,0 f_{cc}$ . Kontakttrycket mot övriga ytor ska understiga  $f_{cc}$ . Det ska visas att klacken inte lyfts ur skålen.

*Exempel på fördelning av maximala kontakttryck ges i figur 4.*



**Figur 4 Maximala kontakttryck i en betongled**

- .43 Tvärkraften i en betongled med ledhals ska begränsas enligt BBK, avsnitt 3.11. Betongleden ska betraktas som fog med skrovlig rengjord yta, såvida inte annat visas vara riktigare.
- .44 En betongled enligt .13 eller .14 ska beräknas så att armeringen, utan hänsyn till betongens medverkan i ledhalsen, förutsätts uppta hela ledkraften, tvärkraften samt i förekommande fall moment i ledhalsens längdriktning. Spänningen får högst uppgå till  $f_{yk}$ .

## .5 Bruksgränstillstånd

- .51 En betongled med ledhals ska armeras med stänger med diametern minst 20 mm.
- .52 För en betongled enligt .12 ska normalkraften för laster enligt 22.251 högst vara 0,20 MN/m.
- .53 Vinkelrörelsen i en betongled ska vara högst 10 ‰ räknat från läget vid gjutningen.

*Beträffande beräkning av vinkelrörelsen, se 72.22.*

## .6 Material

- .61 En betongled ska i sin helhet utföras av torrhetsgjuten betong.



.62 För tätning av en betongled ska alkalibeständig siliconfogmassa som uppfyller krav enligt 67.12 användas.

.63 Cellneoprenet ska vara icke vattenupptagande, dvs. porerna ska vara slutna.

## **.7 Utförande**

.71 En betongled enligt .12 eller .14 ska utföras tätad enligt .62 då den förläggs under vatten- eller markytan.

.72 I en betongled enligt .13 eller .14 ska spalten utformas med cellneopren.

.73 I en betongled enligt .12 ska ett lager tätskiktspapp av kvalitet YAL 2500 eller likvärdig läggas mellan skål och klack. Som alternativ godtas att flera lager tätskiktspapp YAP 2500 eller likvärdig läggs. Tätskiktspappen ska klistras eller svetsas till underlaget och i förekommande fall till föregående lager. Sammanlagd tjocklek av tätskiktspapp ska uppgå till minst 1/100 av skålens bredd. Som alternativ till tätskiktspapp godtas även isoleringsmatta enligt kapitel 61.

## Bilaga 4-2 Broar med förespända förtillverkade huvudbalkar

### .1 Allmänt

Brobanepattan ska samverka med den förtillverkade balken. Då kontinuiteten över stödet ordnas med ospänd armering ska .2 tillämpas.

### .2 Beräkning

Vid beräkning av tröghetsmomentet godtas att betongens bruttotvärsnitt används. Elasticitetsmodulen ska sättas till  $E_c$  i osprucket tvärsnitt (stadium I) och till  $0,5 E_c$  i sprucket tvärsnitt (stadium II). Sprucket tvärsnitt ska vid systemberäkningen definieras av att de dimensionerande påkänningarna i bruksgränstillståndet i plattans överkant i något tidsskede överskrider eller har överskridit  $f_{cr}$ .

$$f_{cr} = 1,4 k f_{ctk}$$

$k$  skalfaktor enligt BBK, avsnitt 4.5.3

$f_{ctk}$  draghållfasthet enligt BBK.

Utbredningen av stadium II-zon, och effekten av krymp- och krypdeformation som funktion av tiden, ska beaktas. Motsvarande systemlösningar ska redovisas för minst tidsskedena

- tillverkning,
- balkmontage,
- etappvis pågjutning av platta,
- beläggning och
- trafiklast.

I de fall ett förespänt förtillverkat element vid upplag inte är osprucket för laster enligt 22.251 ska beräkningen vid tidpunkten  $t = t_2$  genomföras såväl med som utan spännarmering i dragzonen. I detta speciella fall godtas att spännarmeringen betraktas som föga korrosionskänslig.

Vid tvärsnittsberäkningen ska de förtillverkade balkarna anses vara spruckna om inte kravet enligt 42.312 är uppfyllt.

### .3 Tidsberoende effekter

Beräkningen av inverkan av friktion samt tidsberoende effekter ska utföras enligt 21.172 och 21.173 med nedanstående ändringar.

Krympning (RH = 75 %) och krypning får beräknas enligt Betonghandbok - Konstruktion, avsnitt 2.3.5 och 2.3.6.

Det godtas att spännarmeringens relaxation fram till tidpunkten  $t = t_1$  bestäms enligt ett av leverantören redovisat diagram, se 21.171. Efter denna tidpunkt ska 21.173 tillämpas.

Utöver vad som anges i 21.16 ska inverkan av ojämn krympning  $\varepsilon_{cs} = 0,15 \cdot 10^{-3}$  mellan platta och förtillverkad balk beaktas.

*Denna krympningsdifferens beror på att balkarna kan förutsättas ha uppnått krympvärdet  $\varepsilon_{cs} = 0,10 \cdot 10^{-3}$  vid gjutning av plattan.*

#### **.4 Avspänning**

Avspänning ska ske då normenlig 28 dygns kubhållfasthet uppnåtts.

*Avspänning kan tillåtas vid lägre kubhållfasthet än ovan angiven, dock vid minst 70 % av fordrat värde, om det beräkningsmässigt kan styrkas att hållfasthet och vidhäftning är tillräckliga.*

Den vidhäftningslängd som förutsätts för förespänd armering ska anges, dvs. om avspänningen sker snabbt eller långsamt.

#### **.5 Utförande**

Upplaget för en förlorad form ska utföras armerat, såvida inte konstruktiva åtgärder vidtas så att upplagen blir obelastade.

Fria avståndet mellan balkar ska vara minst 600 mm.

## Bilaga 4-3 Brobaneplatta med viktreducerande ursparingar

### .1 Allmänt

Bilagan avser en brobaneplatta av betong i en plattbro eller en plattrambro som har viktreducerande cirkulära hålrum.

En konstruktion med hålrum med större diameter än 0,9 m eller med annat tvärsnitt än cirkulärt ska behandlas som en lådsektion.

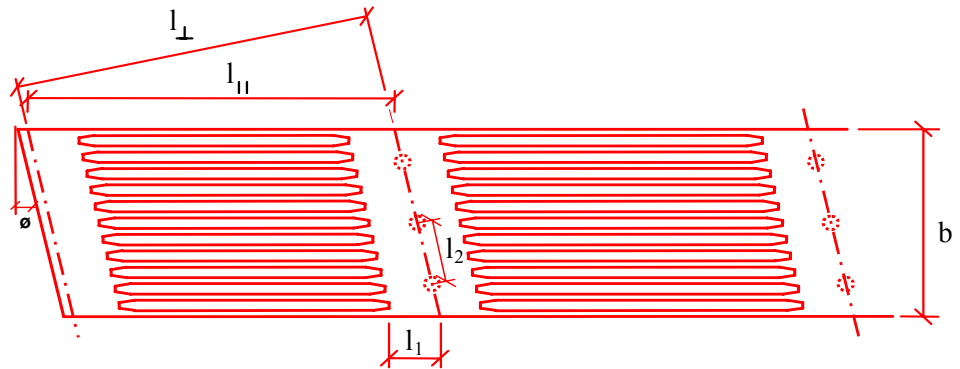
Plattan ska förutsättas ha två motstående fria kanter så att bäringen huvudsakligen sker i en riktning.

### .2 Utformning

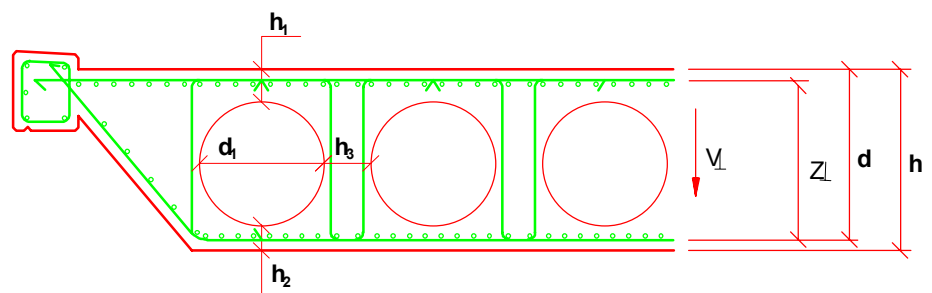
Beräkningsbegränsningarna enligt nedan ska gälla, se även figur 1 och 2.

Snedvinklighet	$\varnothing \leq 45^{\circ}$
Hålrumsdiameter	$d_1 \leq 0,9 \text{ m}$
Betongskikt över hålrum	$h_1 \geq 0,22 d_1$ , dock minst 0,15 m.
Betongskikt under hålrum	$h_2 \geq 0,15 \text{ m}$
Livtjocklek	$h_3 \geq 0,25(d_1 + 0,5) \text{ m}$
Avstånd mellan formelementens ände och stömlinje	$l_1 \geq l_{  } / 8$ , dock minst 0,7 $l_2$ sin $\varnothing$

Formelementen ska placeras i plattans huvudbärningsriktning, dvs. parallellt med de fria kanterna. I stödområdena ska plattan utföras massiv genom att elementen inte dras fram närmare stöddinjen än måttet  $l_1$  enligt ovan.



Figur 1 Plan



Figur 2 Sektion

### .3 Brottgränstillstånd

Huvudmoment och tvärkrafter ska beräknas som för en massiv platta, varvid hålplattan godtas betraktad som isotrop.

Skjuvarmering ( $A_{sv\parallel}$ ) med hänsyn till tvärkrafter ( $V_{\parallel}$ ) i livets längdriktning ska bestämmas på vanligt sätt. Tvärkrafter vinkelrätt mot livets längdriktning ( $V_{\perp}$ ) ska beaktas.

*Beräkningsmodellen innebär att tvärkrafter vinkelrätt mot livets längdriktning upptas genom Vierendeelverkan och medför bl.a. vertikala böjdragpåkänningar i liven mellan hålrummen.*

Tvärkrafter i brons tvärlid ( $V_{\perp}$ ) till följd av variabla laster ska beaktas. I snedvinkliga plattor ska även effekten av sned huvudbärningsriktning för såväl permanenta som variabla laster beaktas.

Det största av värdena enligt formel (1) och (2) får tillämpas, om en noggrann beräkning av  $V_{\perp}$  inte utförs.

$$V_{\perp} = \begin{cases} 70(1 - 3/b) \text{ kN/m} & (1) \\ V_{\parallel} \sin \alpha \text{ kN/m} & (2) \end{cases}$$

$b$  = plattans bredd i m. Se figur 1

$V_{\parallel}$  = tvärkraften i kN/m parallellt med livet beräknad för dimensionerande lastkombination på vanligt sätt

$\alpha$  =  $0,75 \phi$  inom ett avstånd mindre än  $l_{\perp}/2$  från en fri kant och  $1,0 \phi$  då avståndet till en fri kant är större än  $l_{\perp}/2$ .

Tvärkraften  $V_{\perp}$  orsakar en horisontell skjuvkraft  $F$  i livet riktad vinkelrätt mot detta. Denna skjuvkraft får beräknas enligt

$$F = \frac{d_1 + h_3}{z_{\perp}} \cdot V_{\perp}$$

där  $z_{\perp}$  är totalsektionens inre hävarm =  $d - \frac{h_1}{2}$ , se figur 2.

Av skjuvkraften  $F$  orsakat böjande moment  $M_F$  i livet får beräknas enligt

$$M_F = 0,4 \cdot \frac{d_1 + h_3}{z_{\perp}} \cdot d_1 \cdot V_{\perp}$$

Den vertikala böjdragpåkänningen i livet av detta moment är

$$\sigma_F = \frac{6M_F}{h_3^2}$$

$\sigma_F$  får uppgå till högst  $f_{ct}$  utan att extra armering behöver läggas in. Överskrids detta värde ska hela momentet  $M_F$  täckas genom inläggning av t.ex. vertikal bygelarmering. Armeringsarean i vardera sidan av livet får bestämmas enligt

$$A_{sv\perp} = \frac{0,6}{h \cdot f_{st}} \left( d_1 + \frac{d_1^2}{h_3} \right) V_{\perp}$$

Om armeringen lutas i livets längdriktning ska  $A_{sv\perp}$  ökas med hänsyn härtill.

För beräkningen av totala armeringsmängden i livet ska följande gälla.

- Om  $A_{sv\parallel} = 0$  och  $\sigma_F \leq f_{ct}$  fordras ingen livarmering.
- Om  $A_{sv\parallel} = 0$  och  $\sigma_F > f_{ct}$  inläggs  $A_{sv\perp}$ .
- Om  $A_{sv\parallel} > 0$  och  $\sigma_F \leq f_{ct}$  inläggs  $A_{sv\parallel}$ .
- Om  $A_{sv\parallel} > 0$  och  $\sigma_F > f_{ct}$  inläggs  $A_{sv\parallel} + A_{sv\perp}$ .

Byglar ska utformas så att de omsluter huvudarmeringen i plattans underkant och överkant.

## Bilaga 4-4 Gjutfog i spännbetongkonstruktion

### 1. Allmänt

Vid utförande av gjutfogar vinkelrätt mot spännarmeringen i spännbetongkonstruktioner ska nedanstående krav vara uppfyllda.

- .11 I fogsnitt gäller, med ändring av vad som anges i 42.311, att beräkningsmässig dragpåkänning på armeringens nivå inte godtas för laster enligt 22.251.
- .12 Fogsnitt ska förses med genomgående armering av kvalitet B500B i sådan mängd att minimiarmeringsprocenten  $\rho_{\min}$  minst lika med 0,65 % uppnås.  
Minimiarmeringskravet ska gälla varje konstruktionsdel som brobanplatta, liv etc. var för sig.
- .13 Hälften av den kompletterande armering som fordras enligt .12 ska ges en längd  $h_o$  på båda sidor om fogen, där  $h_o$  betecknar tvärsnittshöjden. Dock godtas att  $h_o$  sätts lika med 4 m om tvärsnittshöjden är större än 4 m. Om tvärsnittshöjden är mindre än 1 m ska  $h_o$  sättas lika med 1 m. Resterande hälft av tilläggsarmeringen ska ges en längd  $h_o/2$  på vardera sidan om fogen.  
Utöver ovannämnda längder tillkommer förankringslängd enligt BBK.
- .14 I de delar av tvärsnittet där tryckpåkänningen är minst 4,0 MPa för laster enligt 22.251 godtas att minimiarmeringsmängden enligt .12 reduceras till 0. Vid tryckpåkänning mellan 0 och 4,0 MPa får minimiarmeringsmängden i motsvarande grad reduceras genom interpolering.



## Bilaga 4-5 Snedvinklig platta

### .1 Beräkning av erforderlig mängd armering

.11 För ett rätvinkligt armeringsnät godtas att BBK, avsnitt 6.5.3.2, används.

.12 För ett snedvinkligt armeringsnät godtas att följande används

$$\bar{M}_x = \frac{1}{\sin^2 \psi} \left[ M_1 \sin^2(\psi - \delta) + M_2 \cos^2(\psi - \delta) \pm \right. \\ \left. |M_1 \sin \delta \sin(\psi - \delta) - M_2 \cos \delta \cos(\psi - \delta)| \right]$$

$$\bar{M}_y = \frac{1}{\sin^2 \psi} \left[ M_1 \sin^2 \delta + M_2 \cos^2 \delta \pm \right. \\ \left. |M_1 \sin \delta \sin(\psi - \delta) - M_2 \cos \delta \cos(\psi - \delta)| \right]$$

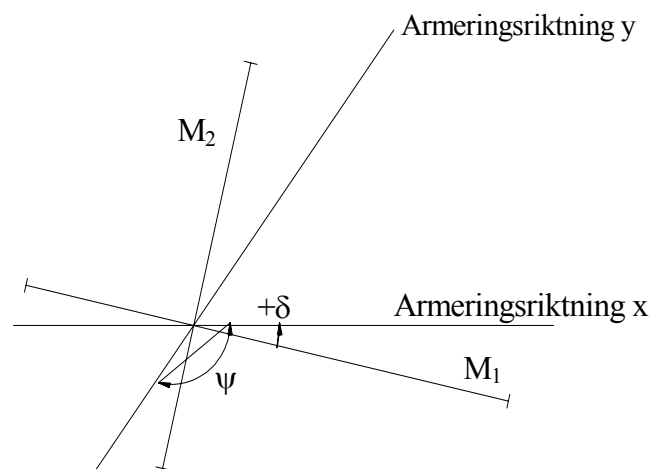
#### Beräkningsgång

Tvärsnittet beräknas i huvudmomentriktningen.

*Detta innebär att betongens tryckkapacitet inte överskrids p.g.a. beräkningsmetoden.*

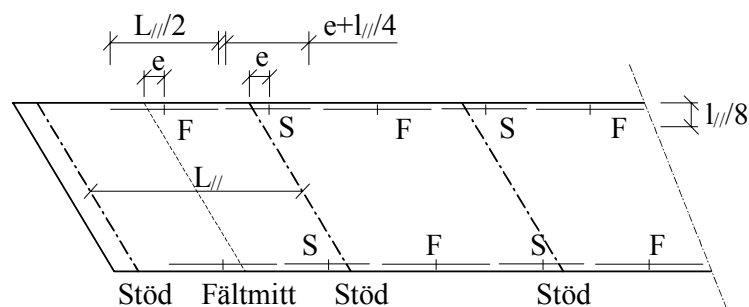
Armeringsmängderna transformeras enligt ovanstående formler med momenten utbytta mot armeringsmängderna. Vid denna transformering sätts tecknet framför absolutbeloppet till samma tecken som summan av termerna utanför absolutbeloppet har.

Beteckningar framgår av figur 1.



Figur 1 Huvudmoment och vinklar

- .13 För kontinuerliga plattkonstruktioner ska extra armering läggas in lokalt i band längs ränderna över stöd och i fält, så att totalt inlagd armering motsvarar de moment som erhålls om plattan räknas som balk med spännvidderna =  $l_{//}$ . Se figur 2.



**Figur 2 Geometri**

Extra fältarmering (F) ska ges stånglängden minst  $l_{//}/2$ .

Extra stödarmering (S) ska ges stånglängden minst  $e + l_{//}/4$ .

Ovanstående extra armering ska läggas in på en bredd av  $l_{//}/8$ , dock minst 1 m.

Vid bestämning av stödarmeringens längd och armeringsbandets bredd ska den största angränsande spännvidden användas.

$e$  ska bestämmas enligt tabell 1.

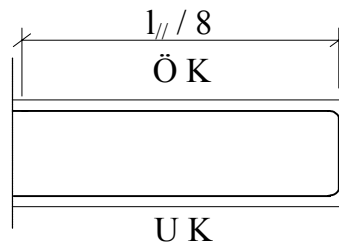
**Tabell 1 Kvoten  $e/l_{//}$**

$\varphi$	0	10 <sup>g</sup>	20 <sup>g</sup>	30 <sup>g</sup>	40 <sup>g</sup>	50 <sup>g</sup>	60 <sup>g</sup>	70 <sup>g</sup>
$e/l_{//}$	0	0,06	0,11	0,15	0,18	0,20	0,22	0,24

$l_{//}$  lång spännvidd i aktuellt fack

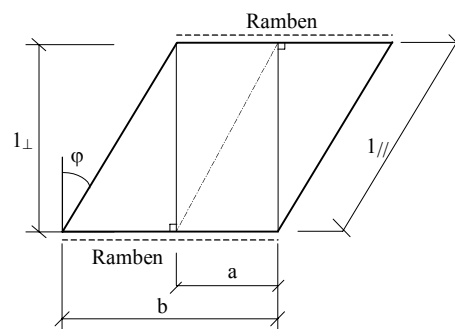
$\varphi$  snedvikelighet. Se figur 4.

- .14 Om  $\varphi$  enligt figur 4 överstiger 35<sup>g</sup> ska ränderna inom partiet från det trubbiga hörnet och till halva spännvidden bygelarmeras enligt figur 3. Byglarnas area ska minst vara lika med arean av den största av tvärarmningsmängderna i överkant och underkant, såvida inte större mängd fordras med hänsyn till förekommande tvärkrafter.



**Figur 3 Bygelarmering vid ränder (fria kanter)**

## .2 Särskilda krav för plattramkonstruktioner



### Definitioner

- $\varphi$  = snedvinklighet
- $b$  = bredd parallellt med rambenen
- $l_{\perp}$  = spännvidd vinkelrätt frontmurarna
- $l_{//}$  = spännvidd parallellt med kantbalkarna

**Figur 4 Plattram (geometri)**

*Förhållandet  $b/l_{//}$  enligt figur 4 ges vanligen ett värde av minst 0,5.*

*Ramen utformas vanligen så att  $a$  är minst 0,3  $b$ .*

## Bilaga 4-6 Glasfiller

### .1 Allmänt

Provning utförs för att verifiera att glasfiller uppfyller nedan ställda krav samt inte medför några negativa effekter på betongen.

Funktionsprovning av glasfiller i betong innebär att en jämförelse görs av egenskaperna hos en referensbetong utan glasfiller och en betong med glasfiller.

### .2 Kemisk analys

Glasfillrets kemiska innehåll ska analyseras med XRF- eller ICP-apparat eller likvärdig provning. Kraven i tabell 1 ska uppfyllas.

**Tabell 1 Kemisk analys av glasfiller**

Egenskap	Provningsmetod	Krav vikt-%
SiO <sub>2</sub>	XRF, ICP eller likvärdig	70 - 77
PbO	XRF, ICP eller likvärdig	< 0,06
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	XRF, ICP eller likvärdig	< 0,10
CaO	XRF, ICP eller likvärdig	8 - 12
Na <sub>2</sub> O	XRF, ICP eller likvärdig	11 - 15

### .3 Siktanalys

Siktning sker enligt SS 13 21 23 på siktar 0,074, 0,3 och 0,5 mm. Materialet ska uppfylla kraven i tabell 2.

**Tabell 2 Siktanalys av glasfiller**

Sikt (mm)	Summa passerande (%)	Tolerans (%-enheter)
0,5	100	- 0,1
0,3	99	± 1,0
0,074	60	± 10

## **.4 Funktionsprovning**

### **.41 Recept referensbetong**

<b>Cementtyp</b>	CEM I 42,5 BV/SR/LA
<b>Cementmängd</b>	$390 \pm 20 \text{ kg/m}^3$
<b>Vatten</b>	$180 \pm 10 \text{ liter}$
<b>Ballast</b>	$1790 \pm 30 \text{ kg/m}^3$
0 - 8 mm	Naturligt fingrus, densitet $2650 \pm 25 \text{ kg/m}^3$
8 - 32 mm	Granitiskt material, densitet $2650 \pm 25 \text{ kg/m}^3$
<b>Luft</b>	$6 \pm 1 \%$

Siktkurvan ska ha sammansättning enligt tabell 3.

**Tabell 3 Siktkurva för referensbetong**

<b>Sikt (mm)</b>	<b>Summa passerande (%)</b>	<b>Tolerans (%-enheter)</b>
32	100	- 3
16	74	$\pm 3$
8	55	$\pm 3$
4	41	$\pm 2$
2	30	$\pm 2$
1	20	$\pm 2$
0,5	11	$\pm 1$
0,25	4	$\pm 1$
0,125	2	$\pm 1$

### **.42 Recept betong med glasfiller**

Samma recept gäller som för referensbetongen förutom att  $100 \text{ kg/m}^3$  glasfiller ersätter motsvarande volym fingrus (0 - 8 mm).

### **.43 Blandning**

Blandningen ska ske i en tvångsblandare på 150 - 250 liter.

### **.431 Blandning av referensbetong**

Cement och ballast tillsätts i blandaren och blandas i 1 minut. Därefter tillsätts vatten så att betongmassan erhåller sättningsmättet  $60 \pm 10 \text{ mm}$ .

Luftporbildande tillsatsmedel tillsätts tillsammans med det första blandningsvattnet. Den totala blandningstiden ska vara 90 sekunder efter att alla delmaterial börjat tillsättas. Betongmassan ska efter blandning ha en temperatur på  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ .

**.432 Blandning av betong med glasfiller**

Cement, glasfiller och ballast tillsätts i blandaren och blandas i 1 minut. Därefter tillsätts samma mängd vatten som i referensbetongen.

Luftporbildande tillsatsmedel tillsätts tillsammans med det första blandningsvattnet. Betongen ska blandas i tre minuter efter att första blandningsvattnet börjat tillsättas. Betongmassan ska efter blandning ha en temperatur på  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ .

**.44 Provning**

Betongen ska efter blandning förvaras i  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Egenskaper enligt tabell 4 ska provas på färsk och hårdnad betong.

**Tabell 4 Provning av färskt och hårdnat bruk**

<b>Egenskap</b>	<b>Provningsmetod</b>	<b>Krav Betong med glasfiller i för- hållande till referensbetong</b>
Konsistens (sättnått)	SS-EN 12 350-2	> referensbetongen
Omformningstal	SS 13 71 30	< referensbetongen
Densitet	SS-EN 12 350-6	referensbetongen $\pm 30 \text{ kg/m}^3$
Lufthalt	SS 13 71 15	referensbetongen $\pm 1 \%$
Tillstyvnadstid	SS 13 71 26	referensbetongen $\pm 60 \text{ min}$
Frostresistens	SS 13 72 44, förfarande I, metod A	För betong med glasfiller, god enligt tabell i standarden efter 112 cykler
Tryckhållfasthet vid 28 dygn	SS-EN 12 390-3	referensbetongen $\pm 10 \%$
Tryckhållfasthet vid 56 dygn	SS-EN 12 390-3	referensbetongen + 2 – 10 %

## **.5 Kontroll av färdig produkt**

Egenkontroll av färdig produkt ska minst omfatta siktanalys och kemisk analys.

Glasfillrets kemiska innehåll ska analyseras minst 1 gång per kvartal med XRF- eller ICP-apparat eller likvärdig provning. Kraven i tabell 1 ska uppfyllas.

Siktanalys ska utföras enligt SS 13 21 23 vid varje tillverkningstillfälle. Vid varje provningstillfälle utförs minst två provningar. Kraven i tabell 2 ska uppfyllas.

## **.6 Övervakande kontroll**

I samband med kontrollbesök av certifieringsorganet tas ett prov som delas i två delar. Ett delprov behålls av tillverkaren för provning enligt tabell 2. Det andra delprovet provas av certifieringsorganet enligt avsnitt .2 t.o.m. .4.

## Bilaga 4-7 Injektering av foderrör till spännkablar

### .1 Utförande

#### .11 Allmänt

Injektering av foderrör till spännkablar i spännbetongkonstruktioner ska utföras enligt SS-EN 446.

Dessutom gäller följande tillägg och ändringar.

- Reservutrustning ska finnas för att omgående kunna sättas i funktion.
- Luftningsrör ska även anordnas vid höjdpunkter.

*Temperaturen hos det färdiga bruket rekommenderas inte överstiga 25 °C.*

*Ytterligare råd vid injektering kan hämtas från Betonghandbok - Arbetsutförande, kapitel 13.*

- Injektering godtas inte då risk för frysning föreligger under de tre efterföljande dygnet.
- Före injekteringen ska dräneringshålens tillslutas.
- Om det uppstår stopp vid injekteringen ska aktuellt foderrör rensas omedelbart. Anledningen till stoppet ska utredas och erforderliga åtgärder vidtas.

#### .12 Dokumentation

Injekterings utförande ska dokumenteras genom protokoll som minst ska innehålla följande uppgifter.

- Datum och tidpunkt för injekteringen.
- Temperatur och väderleksförhållanden.
- Numreringssystem för kablar.
- Använd utrustning.
- Förbehandling av foderrör.
- Injekteringsbrukets sammansättning, blandningsordning och blandningstid.
- Använda injekteringstryck.
- Eventuella störningar (stopp, läckor m.m.).
- Resultat av förundersökning och fortlöpande provning.

Speciella omständigheter vid injekteringen av varje enskild kabel ska framgå av dokumentationen.



## **.2 Injekteringsbruk**

### **.21 Sammansättning**

Bruk för injektering av foderrör till spännkablar ska uppfylla kraven i SS-EN 447. Vid tillverkning av injekteringsbruk godtas även att CEM II/A-LL enligt SS-EN 197-1 används.

### **.22 Provning och krav**

.221 Vid provningen ska

- flytförmågan uppfylla kraven i SS-EN 447, 5.2. Vid tillämpningen av tabell 1 godtas inte värden inom parentes,

*Flytförmågan rekommenderas ligga inom intervallet 7 - 15 sekunder.*

- temperaturen uppfylla kraven i SS-EN 446, 7.5,

*Temperaturen rekommenderas inte överstiga 25 °C.*

- vattenseparationen uppfylla kraven i SS-EN 447, 5.3,
- volymändringen uppfylla kraven i SS-EN 447, 5.4,
- tillstyvnandet 60 minuter efter blandning uppfylla kraven för flytförmågan och
- hållfastheten uppfylla kraven i SS-EN 447, 5.5.

Provningen ska vid förundersökningen och den fortlöpande provningen utföras med metoder enligt .23.

.222 Förundersökningen ska alltid omfatta mätning av

- flytförmåga och temperatur och
- vattenseparation och volymändring.

I vissa fall fordras även förundersökning av

- tillstyvnande och
- hållfasthet.

*Provning av tillstyvnandet rekommenderas om injekteringen sker vid varm väderlek.*

*Provning av hållfastheten rekommenderas om injekteringsbruket belastas vid tidig ålder eller senare kommer att utsättas för hög belastning.*

.223 Den fortlöpande provningen ska utföras enligt SS-EN 446, 8.4.

*Vid omfattande injekteringsarbeten kan den fortlöpande provningen reduceras enligt överenskommelse med beställaren.*

**.23 Provningsmetoder**

- .231 Injekteringsbrukets flytförmåga ska bestämmas genom provning enligt SS-EN 445, 3.2.2.

*För prov, som tagits på bruk som passerat foderrör, bedöms eventuella avvikelser från kravet med hänsyn till kabellängd samt tillvägagångssätt vid injekteringen.*

I samband med mätning av flytförmågan ska även temperaturen hos bruket mätas med en termometer med en noggrannhet av  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ .

- .232 Tillstyvnandet, det vill säga flytförmågans ändring med tiden, ska bestämmas genom upprepade prov med 15 minuters intervall. Vid förundersökningen ska bruket ha samma utgångstemperatur som kan förväntas vid injekteringen.

- .233 Injekteringsbrukets vattenseparation och volymändring ska bestämmas genom provning enligt SS-EN 445, 3.3 och 3.4.

För samtliga prov gäller att separationsvattnet ska vara absorberat efter 24 timmar.

- .234 Hållfastheten hos injekteringsbruket ska bestämmas genom provning av cylindrar enligt SS-EN 445, 3.5.2.

## Bilaga 4-8 Undergjutnings- och igjutningsbruk

### .1 Ingående cement

Ingående cement ska vara av typen LA/SR enligt SS 13 42 03 respektive SS 13 42 04.

Kravet på SR kan frångås om man genom provning enligt SS-EN 196-1 påvisar att icke alkali-silika reaktiv ballast används. Expansionen vid provning enligt SS-EN 196-1 ska vara  $\leq 0,8$  ‰.

### .2 Krav på bruk

Provningar med tillhörande krav enligt tabell 1 ska uppfyllas på färskt och hårdnat bruk.

Provningarna ska utföras på bruk som är blandat enligt tillverkarens instruktioner.

Den totala C3A-halten får inte överstiga 10 %.

Bruket ska efter blandning ha en temperatur på  $20 \pm 2$  °C. Provning enligt tabell 1 ska utföras vid  $20 \pm 2$  °C. Bruk som är avsett att användas som köldbuk ska vid provning av tillstyvnadstid och tryckhållfasthet härddas vid den temperatur, som bruket enligt tillverkaren lägst är avsett för  $\pm 2$  °C. Hållfasthetsprovning för köldbuk görs efter att provkropparna konditionerats i fem timmar i  $20 \pm 2$  °C.

$v_{ct,ekv}$  för igjutningsbruk ska vara högst 0,40. Igjutningsbruk ska alltid uppfylla kravet på frostbeständighet enligt tabell 1. Undergjutningsbruk ska vara frostbeständigt om det ska användas i vägmiljö.

**Tabell 1 Provning av färskt och hårdnat bruk**

Egenskap	Provningsmetod	Krav
Kloridhalt	SS-EN 196-2	Max 0,1 % av cementvikten
Konsistens (flytförmåga)	Betonghandbok – Arbetsutförande, 30.8:1	5 minuter efter blandning ≥ 350 mm
Utfyllnadsförmåga	Enligt CBI uppdragsrapport 8155, Undergjutningar	≤ 50 st porer med storlek 20-200 mm <sup>2</sup> Ingen por får ha en area > 200 mm <sup>2</sup>
Vattenseparation	SS-EN 445	Ingen separation efter 1, 3, 6 och 24 timmar.
Volymändring	SS-EN 445	Ingen volymminskning mellan 1 och 24 timmar. Volymökning med 0 – 4 % efter 24 timmar.
Tillstyvnadstid	SS 13 71 26	-
Krympning	SS 13 72 15 (provkroppsformat 40 x 40 x 160 mm)	-
Tryckhållfasthet <sup>1)</sup>	SS-EN 196-1	Vanligt bruk      Köldbuk 1 dygn ≥ 20 MPa    3 dygn ≥ 10 MPa 7 dygn ≥ 40 MPa    14 dygn ≥ 20 MPa 28 dygn ≥ 50 MPa   28 dygn ≥ 30 MPa
Frostbeständighet	SS 13 72 44, förfarande I, metod A	God

<sup>1)</sup> Bruket hålls i formarna, ingen vibrering sker. Därefter utsätts proverna för en belastning på 5 kPa.

### 3 Kontroll av färdig produkt

Egenkontrollen av färdig produkt ska minst omfatta provning enligt tabell 2, dock minst ett prov per tillverkningstillfälle. Provning ska utföras med normal vattendosering och med samma blandningsförfarande som vid typprovningen. Krav på provningsresultat är samma som i tabell 1 (deklarerade värden gäller som krav). Om två på varandra följande prov från egenkontrollen i alla avseenden uppvisar godkänt resultat får prov-

ningsfrekvensen reduceras till ett prov per 50 ton efter samråd med certifieringsorganet.

Om bruket säljs i småsäck kontrolleras säckarnas vikt genom stickprov.

**Tabell 2 Provning i samband med egenkontroll**

<b>Egenskap</b>	<b>Provningsfrekvens</b>	<b>Provningsmetod</b>
Flytförmåga	1 prov per 25 ton	SS-EN 445
Vattenseparation	1 prov per 25 ton	SS-EN 445
Volymändring	1 prov per 25 ton	SS-EN 445
Tryckhållfasthet <sup>1)</sup> vid 1 resp. 28 dygn (3 resp. 28 för köldbuk)	1 prov per 25 ton	SS-EN 196-1

<sup>1)</sup> Bruket hålls i formarna, ingen vibrering sker. Därefter utsätts proverna för en belastning på 5 kPa.

#### **.4 Övervakande kontroll**

I samband med kontrollbesök av certifieringsorganet tas ett prov som delas i två delar. Ett delprov behålls av tillverkaren för provning enligt tabell 2. Det andra delprovet provas av certifieringsorganet enligt tabell 3. Beträffande krav på provningsresultat se tabell 1 (deklarerade värden gäller som krav).

**Tabell 3 Provning i samband med övervakande kontroll**

<b>Egenskap</b>	<b>Provningsmetod</b>
Flytförmåga	SS-EN 445
Utfyllnadsförmåga	Enligt CBI uppdragsrapport 8155, Undergjutningar
Vattenseparation	SS-EN 445
Volymändring	SS-EN 445
Tryckhållfasthet <sup>1)</sup> vid 1 resp. 28 dygn (3 resp. 28 dygn för köldbuk)	SS-EN 196-1
Kloridhalt	SS-EN 196-2
Lufthalt <sup>2)</sup>	SS 13 41 11
Frostbeständighet <sup>2)</sup>	SS 13 72 44, förfarande I, metod A

<sup>1)</sup> Bruket hålls i formarna, ingen vibrering sker. Därefter utsätts proverna för en belastning på 5 kPa.

<sup>2)</sup> För de bruk där frostbeständighet provas vid typprovningen.

## Bilaga 4-9 Ytbehandlingsprodukter för betong

### **.1 Allmänt**

Denna bilaga anger krav och provningsmetoder för system för ytbehandling av betongytor genom impregnering eller utanpåliggande ytbehandling (t.ex. målning) samt för kombinationer av dessa.

Provningen av ytbehandling ska visa att denna inte har negativa effekter på betongytans egenskaper.

Provningen av impregneringsmedel ska även visa att detta hindrar klorid- och vatteninträngning.

Då flera preparat ska användas i kombination ska dessa också provas i denna kombination.

### **.11 Impregneringsmedel**

Impregneringsmedel ska uppfylla krav enligt .21 t.o.m. .26.

### **.12 Målningsprodukter**

Målningsprodukter ska uppfylla krav enligt .21, .22, .25, .26 och .27.

### **.13 Andra ytbehandlingsmedel**

Andra medel som påförs betongytor, t.ex. klotterskydd, ska uppfylla krav enligt .21 och .22.

## **.2 Krav**

### **.21 Ånggenomgångsmotstånd**

Ytbehandlingssystemets ånggenomgångsmotstånd får vid provning enligt .41 inte vara högre än  $200 \cdot 10^3$  s/m.

### **.22 Inverkan på betongens frostbeständighet**

Avflagningen från behandlade provkroppar får vid provning enligt .42 inte överstiga motsvarande mätvärde för obehandlade provkroppar.

### **.23 Inverkan på betongens vätskeabsorption**

Viktökningen för behandlade provkroppar får vid avslutad provning enligt .43 inte överstiga 50 % av de obehandlade provkropparnas viktökning.

**.24 Inverkan på betongens kloridupptagning**

Kloridhalten i behandlad provkropp får efter provning enligt .44 inte överstiga 15 % av motsvarande mätvärde för obehandlad provkropp.

**.25 Systemets frostbeständighet**

Avflagningen på behandlad provkropp får vid provning enligt .45 inte överstiga avflagningen på obehandlad referensprovkropp.

Provning enligt .45 får inte skada systemet så att dess funktion kan misstänkas ha påverkats negativt.

För målningsprodukt får, vid provning enligt .45, färgavflagning och/eller blåsbildning under färgskiktet inte ske på mer än 0,02 % av den provade ytan. Färgskiktet får inte spricka vid provningen. Med färgavflagning menas här sprickbildning.

*Färgavflagning med vidhäftande cementpasta är tillåten och medtas inte vid beräkning av ytan på lossnat färgskikt.*

**.26 Impregneringsdjup eller påfört skikts tjocklek**

Mätningen ska utföras enligt .46 respektive .47. För impregneringsmedel ska inträngningsdjupet vara minst 2,0 mm.

**.27 Kulörbeständighet**

Provning av kulörbeständighet ska utföras enligt .48. För målningsprodukter får avvikelser i såväl svarthet som kulörhet och kulörton mellan provkroppar och referensprovkroppar inte vara större än fem NCS-enheter.

**.3 Provkroppar****.31 Tillverkning**

.311 Provkroppar för mätning av ånggenomgångsmotstånd tillverkas av lättbetongskivor med diameter 100 mm och tjocklek 20 mm. På skivorna appliceras fem mm bruk.

.312 Provkroppar för provning av systemets frostbeständighet och kulörbeständighet tillverkas genom att betongprismor med tvärsnitt 100 x 150 mm och längd 800 mm gjuts. Prismorna tillverkas enligt SS-EN 12 390-5 av betong med tryckhållfasthetsklass C 32/40, med cement enligt 43.222, lufthalt 4 - 5 %, vct 0,48 - 0,50 och stenmax 18 mm.

Efter avformning lagras prismorna i vatten med temperaturen  $20 \pm 2$  °C.



Tidigast 7 dygn efter gjutning sågas provkroppar från prismorna. 50 mm av prismornas ändytor sågas bort och kasseras. Från den kvarvarande delen av prismorna sågas skivor med tjocklek enligt tabell 1.

- .313 Provkroppar för övriga prov tillverkas genom att betongprismor med tvärsnitt 100 x 150 mm och längd 800 mm gjuts. Prismorna tillverkas enligt SS-EN 12 390-5 av betong med tryckhållfasthetsklass C32/40, med cement enligt 43.222, utan luftinblandning, vct 0,48 – 0,50 och stenmax 18 mm.

Efter avformning lagras prismorna i vatten med temperaturen  $20 \pm 2$  °C.

Tidigast 7 dygn efter gjutning sågas provkroppar från prismorna. 50 mm av prismornas ändytor sågas bort och kasseras. Från den kvarvarande delen av prismorna sågas skivor med tjocklek enligt tabell 1.

### **.32 Lagring före påförande av preparat**

- .321 Provkroppar för mätning av ånggenomgångsmotstånd lagras i klimatskåp eller klimatrum vid  $20 \pm 2$  °C och  $65 \pm 5$  % RF fram till dess preparatet påförs.

- .322 De tillsågade provkropparna för provning enligt .22 t.o.m. .26 av impregneringsmedel enligt .11 lagras i vatten fram till 14 dygn innan preparatet påförs.

De vattenmättade provkropparnas ytor rengörs direkt efter vattenlagringen med utspädd fosforsyra varefter syresterna spolats bort med vatten.

Därefter lagras provkropparna stående på högkant i klimatskåp eller klimatrum med temperaturen  $20 \pm 2$  °C och  $65 \pm 5$  % RF fram till dess preparatet påförs.

- .323 Vid provning enligt .22 t.o.m. .27 av produkter enligt .12 och .13 lagras de tillsågade provkropparna i vatten fram till 14 dygn innan preparatet påförs.

Därefter lagras provkropparna stående på högkant i klimatskåp eller klimatrum med temperaturen  $20 \pm 2$  °C och  $65 \pm 5$  % RF fram till dess preparatet påförs.

### **.33 Påförande av preparat på provkropp**

- .331 Påförande av preparat på provkroppar utförs enligt tillverkarens instruktioner. Mängden påfört medel per ytenhet och appliceringssätt ska vara samma för samtliga provkroppar och ska anges i provningsrapporten.

Med provytan nedan menas en av provkroppens sågade ytor.

- .332 Vid provning av ånggenomgångsmotstånd påförs preparatet på den med cementbruk behandlade ytan.
- .333 Vid provning av inverkan på betongens frostbeständighet påförs preparatet på provytan.
- .334 Vid provning av inverkan på betongens vätskeabsorption påförs preparatet på alla ytor.
- .335 Vid provning av inverkan på betongens kloridupptagning utförs mätningen på provkroppar från vätskeabsorption.
- .336 Vid provning av systemets frostbeständighet påförs preparatet på provytan.
- .337 Vid provning av impregneringsdjup eller påfört skiktets tjocklek påförs preparatet på provytan.
- Vid provning av målningsprodukter används provkroppar från provning av kulörbeständigheten.*
- .338 Vid provning av kulörbeständighet påförs preparatet på provytan.

#### **.34 Lagring efter påförande av preparat**

- .341 Provkroppar avsedda för mätning av ånggenomgångsmotstånd lagras i ytterligare 14 dygn i klimat enligt .321, varefter provningen påbörjas.
- .342 Provkroppar avsedda för mätning av vätskeabsorption enligt .43 lagras under 12 dygn i  $20 \pm 2$  °C och  $65 \pm 5$  % RF varefter de flyttas till ett ventilerat värmeskåp med temperaturen 50 °C där de lagras i två dygn varefter provningen påbörjas.
- .343 Provkroppar avsedda för mätning av impregneringsmedels inträngningsdjup resp. målningsprodukters tjocklek enligt .46 resp. .47 lagras under åtta veckor i  $20 \pm 2$  °C och  $65 \pm 5$  % RF varefter mätningen utförs.
- .344 Övriga provkroppar lagras under 14 dygn, eller enligt tillverkarens instruktioner om systemet kräver en förlängd lagring, i  $20 \pm 2$  °C och  $65 \pm 5$  % RF varefter provningen påbörjas.
- .345 De obehandlade referensprovkropparna för varje provning lagras i samma klimat och på samma sätt som de behandlade provkropparna. Referensprovkropparna får dock inte lagras i samma utrymme som de behandlade provkropparna. De målade referensprovkropparna för bestämning av kulörbeständighet lagras i ljust utrymme i laboratoriemiljö till dess att provning utförs.

**.35 Antal provkroppar**

Antal provkroppar som ska tillverkas och prepareras framgår av tabell 1.

**Tabell 1 Sammanställning av antal provkroppar**

Provningsmetod	Provkroppars tjocklek (mm)	Antal provkroppar	
		Behandlade <sup>5)</sup>	Obehandlade
<b>.41</b> Ånggenomgångsmotstånd	20 + 5	3	3
<b>.42</b> Inverkan på betongens frostbeständighet	50	6	6
<b>.43</b> Inverkan på betongens vätskeabsorption	20	12	12
<b>.44</b> Inverkan på betongens kloridupptagning	20	4 <sup>1)</sup>	4 <sup>1)</sup>
<b>.45</b> Systemets frostbeständighet <sup>4)</sup>			
.451 Impregneringsmedel	50	6	6
.452 Målningspreparat	50	6	
<b>.46</b> Impregneringsdjup	20	3	
<b>.47</b> Påfört skikts tjocklek	50	2 <sup>2)</sup>	
<b>.48</b> Kulörbeständighet	50	5 <sup>3)</sup>	

<sup>1)</sup> Provkroppar från vätska a) enligt .43

<sup>2)</sup> De 2 st provkroppar som inte frysprovats vid prov enligt .48

<sup>3)</sup> 3 st av provkropparna kommer från provning av systemets frostbeständighet

<sup>4)</sup> Inte samma provkroppar som för betongens frostbeständighet i .42

<sup>5)</sup> Med behandlad avses provkropp med påfört ytbehandlingspreparat

## **.4 Provning**

### **.41 Ånggenomgångsmotstånd**

Ånggenomgångsmotståndet bestäms enligt SS-EN ISO 12 572 på behandlade (Z) och obehandlade (Zo) provkroppar.

Ytbehandlingssystemets ånggenomgångsmotstånd Zs räknas fram som skillnaden  $Z - Z_o$ , där Z och  $Z_o$  är medelvärden från tre provkroppar.

### **.42 Inverkan på betongens frostbeständighet**

Frystest utförs enligt SS 13 72 44, metod A, som jämförande prov mellan provtytor som är behandlade med preparatet och obehandlade provtytor.

Provningsförfarandet börjar med 3 dygns vattenmättnad, dvs. tre dygn före det att provkropparna placeras i frysskåpen.

Avflagningen mäts i  $\text{kg/m}^2$  efter 7, 14, 28, 42 och 56 dygn.

### **.43 Inverkan på betongens vätskeabsorption**

Vätskeabsorptionen provas med provkropparna helt nedsänkta i tre olika vätskor enligt nedan. I varje vätska provas åtta provkroppar, varav fyra behandlade med preparatet och fyra obehandlade. Provningsförfarandet utförs i plastlådor med lock, med distanser under provkropparna.

Vätskorna ska vara följande:

- a) 15 % NaCl-lösning
- b) Vattenledningsvatten
- c) 0,1 molar KOH-lösning

För prov a) och b) avläses viktökningen 24 och 72 h efter nedsänkningen i vätska.

För prov c) är provningsförfarandet följande: Provkropparna lagras 48 h i KOH-lösning och sedan i luft under 5 dygn. Därefter lagras provkropparna i vattenledningsvatten. Viktökningen avläses 24 och 72 h efter nedsänkningen i vattenledningsvattnet.

Före varje vägning torkas provkropparna av med en fuktig svamp.

### **.44 Inverkan på betongens kloridupptagning**

Provkropparna från vätska a) enligt .43 lagras vidare i samma vätska till en sammanlagd lagringstid av 56 dygn.

Ytskikten (2,5 mm) slipas bort på alla ytor varefter provkropparnas kloridinhåll bestäms som halten  $\text{Cl}^-$  i % av cementvikten.

*Kloridinhållet kan bestämmas med SP Metod 0433 eller motsvarande.*

*För att få halten  $Cl$  i % av cementvikten multipliceras resultatet med förhållandet mellan betongvikt och cementvikt.*

**.45 Systemets frostbeständighet**

.451 Frystest för impregneringsmedel utförs enligt SS 13 72 44, metod A som jämförande prov mellan provkroppar som är behandlade med preparatet och obehandlade provkroppar.

Provningen börjar med tre dygns vattenmättnad, dvs. tre dygn före det att provkropparna placeras i frysskåpen. Förutom avflagat material enligt SS 13 72 44 görs en okulär bedömning av ytan efter frysprovningen för att bedöma om det uppstått sprickor i betongytan eller om systemet på något annat sätt skadats genom frysprovningen.

.452 Frystest för målningsprodukter utförs enligt SS 13 72 44, metod A.

Provningen börjar med tre dygns vattenmättnad, dvs. tre dygn före det att provkropparna placeras i frysskåpen. Förutom avflagat material enligt SS 13 72 44 görs en okulär bedömning av ytan efter frysprovningen för att bedöma om färgen flagat, spruckit eller om det har bildats blåsor under färgen.

**.46 Impregneringsdjup**

Med impregneringsdjup avses här avståndet från betongytan till den nivå där hydrofoberingseffekten är så låg att en visuell gräns uppträder vid fuktning av en brottyta vinkelrät mot den behandlade betongytan.

Betongskivorna bryts itu och brottytorna fuktas med vatten. Därefter mäts tjockleken av påfört skikt eller djupet på det hydrofoberande skiktet med mätlupp med 0,1 mm noggrannhet. Mätningen utförs i minst 10 punkter jämnt fördelade över brottytan. Om något mätställe blockeras av ballast ska värdet uteslutas vid beräkning av medelvärdet för impregneringsdjup.

**.47 Påfört skikts tjocklek**

Ett snitt med lutningen 45° mot betongytan skärs genom ytskiktet. Målningsproduktens skiktjocklek mäts med mätlupp med 0,1 mm noggrannhet. Mätningen utförs i minst 10 punkter jämnt fördelade över provkroppen.

**.48 Kulörbeständighet**

Kulörbeständigheten bestäms genom jämförelse, i ljusskåp med belysningen CIE standardljus D65 (dagsljus), mellan målade referensprovkroppar och målade provkroppar från frostbeständighetsprovningen

Provkropparna placeras bredvid varandra i ljusskåpet. Avvikelsen i såväl svarthet som kulörhet och kulörton mellan provkroppar och målade referensprovkroppar bedöms okulärt med hjälp av NCS standardfärgprover. De färgprover från NCS standardfärgprover som närmast överensstämmer med de målade referensprovkropparna används vid jämförelsen.

Varje provkropp jämförs med två referensprovkroppar. Avvikelsen i såväl svarthet som kulörhet och kulörton mellan provkroppar och referensprovkroppar anges i NCS-enheter.

## **.5 Resultat**

För samtliga delprov enligt .4 redovisas mätvärden såväl för preparerade provkroppar som för eventuella referensprovkroppar.

### **.51 Ånggenomgångsmotstånd**

Enskilda värden, medelvärde och standardavvikelse redovisas i  $10^3$  s/m utan decimaler.

### **.52 Inverkan på betongens frostbeständighet**

Medelvärde och standardavvikelse för avflagnings efter 7, 14, 28, 42 och 56 fryscyklar redovisas i  $\text{kg/m}^2$  med en decimal.

### **.53 Inverkan på betongens vätskeabsorption**

Medelvärde och standardavvikelse, vid 24 och 72 timmar, för viktökningen redovisas i % med två decimaler för de tre olika vätskorna.

### **.54 Inverkan på betongens kloridupptagning**

Medelvärdet för mängden kloridjoner redovisas i % av cementvikten med två decimaler.

### **.55 Systemets frostbeständighet**

Medelvärde och standardavvikelse för avflagnings redovisas i  $\text{kg/m}^2$  med en decimal.

Dessutom anges om det uppstått skador i den behandlade ytan, t.ex. sprickor, större avflagnings, blåsbildningar etc. som kan ha en negativ påverkan på systemets funktion. Den skadade ytans storlek ska mätas och registreras i % av den exponerade ytan.

### **.56 Impregneringsdjup eller påfört skikts tjocklek**

Medelvärde och standardavvikelse för impregneringsdjup alt. skiktjocklek redovisas i mm med en decimal. Ett min och max värde för varje enskild provkropp ska redovisas.

**.57 Kulörbeständighet**

Avvikelsen i svarthet, kulörhet och kulörton mellan provkropp och målad referensprovkropp redovisas som  $\leq 5$  NCS-enheter, 5 – 10 NCS-enheter eller  $> 10$  NCS-enheter.

**.6 Rapport**

Provningen redovisas i en rapport som ska innehålla minst följande:

- a) namn och adress på provningslaboratoriet
- b) datum och identifiering av rapporten
- c) uppdragsgivarens namn och adress
- d) provkropparnas form, storlek, ursprung och märkning
- e) provkropparnas beskaffenhet och kondition vid avvikelse från det normala
- f) betongens sammansättning
- g) tidpunkt för provningens genomförande
- h) provningsmetoder
- i) provkropparnas ytbehandling och mängd påfört preparat per ytenhet enligt .33
- j) provningsresultat enligt .5
- k) övriga uppgifter av betydelse för bedömning av resultatet
- l) namnteckning av den som ansvarat för provningen

## Bilaga 4-10 Kvarsittande gjutavstängare

### .1 Allmänt

Kvarsittande gjutavstängare ska provas enligt nedan.

### .2 Provplatta och provkroppar

Provplattan ska i princip utformas enligt figur 1 med en tjocklek av 150 mm. Den totala foglängden ska vara minst 1,05 m. Sex stycken provkroppar, 150 x 150 x 300 mm, sågas ut för varje provad avstängare enligt figur 2. Minst 50 mm av provplattans båda "yttersidor" ska kasseras, (partier med lyftöglor).

### .3 Gjutning

Efter gjutning av de första gjutetapperna ska efterbehandling, enligt 44.531 ske i fem dygn. Gjutetapp 2 ska armeras med kamstänger enligt figur 1. Gjutning av etapperna 2 genomförs en vecka efter den första gjutningen. Betong enligt kapitel 43 ska användas. Vid båda gjuttillfällena ska sex kuber gjas för normenlig hållfasthetsprovning (28 dygn). Kuberna ska lagras tillsammans med provplattorna för att härdningsförhållandena ska bli lika.

### .4 Provning

Tryckhållfastheten för kuberna ska bestämmas enligt svensk standard samtidigt med provningen av draghållfastheten i fogen. Draghållfastheten ska bestämmas enligt svensk standard.

Provningen ska utföras vid ett organ enligt 10.83.

### .5 Krav på provningsresultat

Kvarsittande gjutavstängare ska uppvisa en draghållfasthet i gjutfogen som uppfyller kravet enligt nedan.

Draghållfastheten i gjutfogen ska kontrolleras genom dragprov enligt SS 13 72 31 utförda på ur pågjutna betongkroppar borrhade cylindrar.

Kraven vid en fortlöpande provning av draghållfastheten är

$$m \geq f_v + 1,4 s$$

$$x \geq 0,8 f_v$$

$f_v$  fordrad draghållfasthet, minst lika med 1,0 MPa,

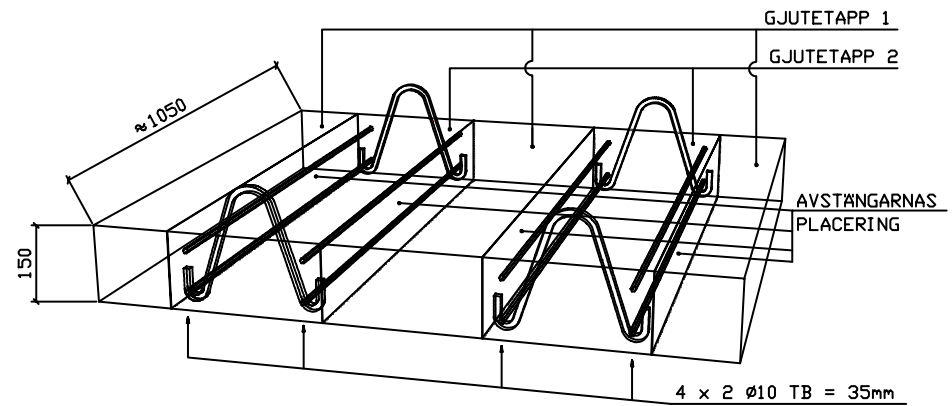
$s$  standardavvikelse för samtliga mätvärden,



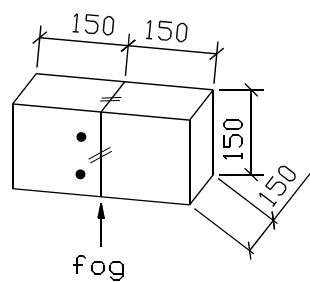
m medelvärde för provserien och

x minsta enskilda värde.

Alla enskilda värden och brottyper ska redovisas.



**Figur 1** Provplatta



**Figur 2** Färdig provkropp

## Bilaga 4-11 Temperatursprickor i betong - Sprickrisk

### .1 Allmänt

Sannolikheten för sprickor på grund av temperatur och temperaturgradienter i betong under härdningsförloppet ska begränsas enligt någon av metoderna i .2, .3 eller .4.

Spricksäkerheten,  $S$ , ska vara minst det värde som anges i tabell 1 för aktuella materialparametrar och exponeringsklass.  $S = 1/\eta$ . Spricksäkerheten,  $S$ , ska vara minst det värde som anges i tabell 2 för betongkonstruktioner utsatta för ensidigt vattentryck enligt 42.137.

*Sprickrisknivån,  $\eta$ , är kvoten mellan beräknad dragspänning och aktuell draghållfasthet. Alternativt kan sprickrisknivån beräknas som kvoten mellan dragtöjning och brottöjning.*

**Tabell 1** Värden på spricksäkerhet  $S$  för metod 2 och 3. För metod 2 används värde från kolumnerna för materialparametrar enligt .422

Exponeringsklass	Fullständiga materialparametrar	Materialparametrar enligt .422	
		$360 \leq C \leq 430 \text{ kg/m}^3$	$430 < C \leq 460 \text{ kg/m}^3$
XC2	1,05	1,18	1,33
XC4	1,11	1,25	1,42
XD1, XS2	1,18	1,33	1,54
XD3, XS3	1,25	1,42	1,67

**Tabell 2** Värden på spricksäkerhet  $S$  för metod 3 för konstruktioner som utsätts för ensidigt vattentryck

Exponeringsklass	Fullständiga materialparametrar	Materialparametrar enligt .422	
		$360 \leq C \leq 430 \text{ kg/m}^3$	$430 < C \leq 460 \text{ kg/m}^3$
Alla	1,42	1,67	2,0

## **.2 Metod 1**

### **.21 Allmänt**

Metod 1 innebär att kraven enligt .21, .22 och .23 ska uppfyllas.

Cementhalten ska vara högst  $430 \text{ kg/m}^3$  och  $v_{\text{ct}_{\text{ekv}}}$  ska vara större än eller lika med 0,40.

Temperaturen hos eventuella motgjutningar ska vara högre än eller lika med lufttemperaturen. Om lufttemperaturen understiger angivna krav i .23 kan metod 1 ändå användas om den motgjutna konstruktionsdelen värms upp till minst kraven på  $T_{\text{luft}}$  innan gjutning påbörjas.

*Genomgående sprickor och ytsprickor uppträder oftast inte på samma del av konstruktionen. Detta innebär att olika beräkningsmetoder och åtgärder måste användas för de olika delarna. För ett stöd kan det medföra att den övre delen beräknas enligt metod 1 medan den nedre delen måste beräknas enligt metod 2 eller 3.*

### **.22 Ytsprickor**

För en konstruktion med maximal tjocklek av 0,8 m ska formrivning ske tidigast efter fyra dygn. Formen ska vara oisolerad.

För en konstruktion med maximal tjocklek större än 0,8 m men högst 1,2 m ska även följande krav uppfyllas.

- Gjuttemperaturen ( $T_{\text{gjut}}$ ) ska vara minst  $+10 \text{ }^\circ\text{C}$  och högst  $+25 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- Lufttemperaturen ( $T_{\text{luft}}$ ) ska vara högst  $+20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

*Ytsprickor uppkommer huvudsakligen tidigt under temperaturstegringen beroende på att temperaturen över sektionens tvärsnitt är ojämn. De inre delarna tenderar att expandera mer än ytskikten som därför utsätts för dragspänningar. Ytsprickor kan även uppkomma i samband med avformning om betongen i ytskiktet hastigt kyls ned. Denna situation gäller t.ex. hos delar av väggar, pelare och bottenplattor som inte utsätts för yttre fastlåsning.*

### **.23 Genomgående sprickor**

**.231** För en konstruktion gjuten eller grundlagd på delvis eftergivliga stöd eller på ett delvis eftergivligt underlag, t.ex. en bottenplatta, ska följande krav uppfyllas.

Tjockleken ska maximeras till 0,8 m och gjutetappens längd till maximalt 20 m.

För en konstruktionshöjd upp till 7,0 m inklusive bottenplatta gäller att

- $T_{\text{luft}}$  ska vara större än eller lika med + 15 °C samt
- $T_{\text{gjut}}$  mindre än eller lika med + 12 °C.

Om höjden är större än 7,0 m ska

- $T_{\text{luft}}$  vara större än eller lika med + 10 °C samt
- $T_{\text{gjut}}$  vara mindre än eller lika med + 15 °C.

Formrivning ska ske tidigast efter fyra dygn. Formen ska vara oisolerad.

Konstruktionen får inte vara grundlagd mot berg.

För konstruktioner med maximal tjocklek större än 0,8 m ska metod 2 eller 3 tillämpas.

*Genomgående sprickor går tvärs igenom den nygjutna konstruktionen och uppstår ofta i avsvainingskedet i samband med yttre tvång. Med yttre tvång menas återhållna rörelsemöjligheter framkallade av anslutande betongkonstruktioner eller undergrund. Genomgående sprickor kan även uppkomma i uppvärmningsfasen om medeltemperaturen i olika delar av gjutetappen skiljer sig mycket mellan t.ex. centrala delar och kantdelar av plattor. Denna situation gäller t.ex. hos delar av väggar, ramben och stödmurar utsatta för yttre fastlåsning av bottenplattan.*

.232 För gjutetappslängder kortare än 10 m godtas att  $T_{\text{luft}}$  är 5 °C lägre och  $T_{\text{gjut}}$  4 °C högre än vad som anges i .231.

.233 För gjutetapplängder längre än 20 m ska  $T_{\text{luft}}$  vara 5 °C högre och  $T_{\text{gjut}}$  4 °C lägre än vad som anges i .231.

### **.3 Metod 2**

Metod 2 innebär att kraven enligt "Temperatursprickor i betongkonstruktioner, Del A, B och C" (LTU) tillämpas.

### **.4 Metod 3**

Metod 3 innebär att spricksäkerhetsberäkningar ska utföras enligt nedan.

### **.41 Beräkningsprogram/metod**

Använt beräkningsprogram/metod ska vara beprövat samt dokumenterat.

Indata samt utdata ska vara väl dokumenterat.

*Beräkningen kan vanligen avslutas när sprickrisken,  $\eta$ , har passerat maximum om inga produktionstekniska åtgärder som påverkar sprickrisken utförs efter den tidpunkten.*

**.42 Materialparametrar**

.421 Materialparametrarna för den aktuella betongen ska vara väl dokumenterade.

*Särskild laboratorieprovning kan krävas beträffande värmeutveckling, hållfasthetsutveckling, elasticitetsmodul etc. Tidsberoende egenskaper, temperaturrelater och uppsprickningsmekanism dokumenteras.*

Vid en eventuell förenkling till ett enaxiellt eller tvåaxiellt spänningsdeformationsfält ska förutsättningarna vara dokumenterade. Graden av fastlåsning i förhållande till omgivande konstruktioner och underlag ska också dokumenteras.

.422 Om följande villkor är uppfyllda kan "Temperatursprickor i betongkonstruktioner, Del D" avsnitt 7.5 (LTU) användas vid spricksäkerhetsberäkning

- Cementmängden ska ligga mellan 360 och 460 kg/m<sup>3</sup>.
- Cement som uppfyller kraven i 43.22 ska användas.
- $v_{ct_{ekv}}$  ska vara större än eller lika med 0,40.
- $d_{max}$  ska ligga mellan 16 och 32 mm.
- Betongen får inte vara retarderad.
- Värden på randvillkor för temperaturberäkningar ska följa Betonghandbok - Material eller rapporten i .3.
- Antagna tvång (fastlåsningsförhållanden) ska vara dokumenterade.
- Använda åtgärder mot sprickbildning, t.ex. kylning och värmning, ska vara dokumenterade.

## Bilaga 4-12 Utnyttjande av högre tryckhållfasthet

### .1 Dimensionering

Om så anges i den tekniska beskrivningen får betongkonstruktioner dimensioneras med karaktäristisk tryckhållfasthet C 70/85 t.o.m. C 100/115. Texten i ”High Performance Concrete Structures Design Handbook” (Svensk Byggtjänst) utgör då kompletterande krav som ska tillämpas. Dessutom gäller nedanstående begränsningar tillsammans med de som anges i den tekniska beskrivningen.

- För betong C 70/85 eller högre begränsas utnyttjat  $f_{ct}$  i BBK, formel 3.7.3.7c och 3.12.3b till det värde som svarar mot  $f_{ctk} = 2,7$  MPa.
- Hållfasthetsvärden för betong med hållfasthetsklass  $\geq$  C 70/85 ska bestämmas enligt tabell 1.

**Tabell 1 Hållfasthetsvärden för betong med hållfasthetsklass  $\geq$  C 70/85**

Hållfasthetsklass	$f_{ck}$ (MPa)	$f_{ctk}$ (MPa)	$E_{ck}$ (MPa)
C 70/85	65,0	3,05	40,0
C 80/95	73,0	3,25	41,0
C 90/105	80,0	3,35	42,0
C 100/115	87,0	3,45	43,0