



Allmän teknisk beskrivning för broar

# **BRO 94**

## **4. Betongkonstruktioner**

## FÖRORD

BRO 94 är en allmän teknisk beskrivning (ATB) som används inom Vägverkets verksamhetsområde för broobjekt upphandlade fr o m 1994-10-01.

För att i BRO 94 angivna krav ska bli gällande vid upphandling måste denna ATB åberopas i förfrågningsunderlaget (objektbeskrivningen) avseende aktuellt objekt, som formellt är ett byggnadsverk som ingår i Vägverkets väg- och kompletteringsprodukter.

Broöverbyggnader som utförs enligt BRO 94 kan förväntas få en teknisk livslängd på 80 år medan underbyggnader kan förväntas få en teknisk livslängd på 120 år.

Om andra tekniska krav eller lösningar avses tillämpas än de i BRO 94 angivna kan detta ske efter godkännande av chefen för Avdelning Teknik (cVT).

BRO 94, som kan användas i anslutning till såväl generalentreprenader som totalentreprenader, omfattar följande delar.

1. Allmänt
2. Lastförutsättningar
3. Grundläggning
4. Betongkonstruktioner
5. Stål-, trä- och aluminiumkonstruktioner
6. Brodetaljer
7. Brounderhåll
8. Rörliga broar
9. Förteckning

Föreliggande publikation utgör en av dessa delar. En översiktlig innehållsförteckning omfattande alla BRO 94:s delar finns i del 9 "Förteckning".

BRO 94 kommer fortlöpande att revideras så att Byggproduktförordningens (SFS 1993:1051) och Upphandlingslagens (SFS 1993:1468) krav på hänvisning till europeiska tekniska specifikationer uppfylls. Ändringar och tillägg kommer att publiceras fortlöpande i "BRO 94-Supplement".

I och med att BRO 94 börjar tillämpas 1994-10-01 upphör Bronorm 88 att gälla.

Borlänge i september 1994

Per Anders Örtendahl

Bengt Holmström

## Innehållsförteckning

4.	Betongkonstruktioner.....	7
40.	Allmänt .....	7
40.1	Giltighetsområde och medgällande dokument.....	7
40.2	Sökordsförteckning och förkortningsförteckning.....	7
40.3	Definitioner .....	7
40.4	Betongleder .....	7
40.5	Prefabricerade betongbalkar.....	7
40.6	Brobanepplattor med viktreducerande ursparingar .....	7
40.7	Gjutfogar i spännbetongkonstruktioner.....	7
41.	Utformning .....	8
41.1	Allmänt.....	8
41.11	Bottenplatta.....	8
41.12	Övrig underbyggnad.....	8
41.13	Brobanepplatta.....	10
41.2	Dimensioner .....	10
41.21	Bottenplatta.....	10
41.22	Övrig underbyggnad.....	10
41.23	Brobanepplatta.....	11
41.24	Balk.....	12
41.25	Kantbalk .....	12
41.26	Tvärbalk.....	12
41.27	Pelare till bågbro.....	13
41.3	Miljöklass .....	13
41.31	Allmänt.....	13
41.32	Korrosionskänslig armering .....	15
42.	Verifiering genom beräkning och provning.....	16
42.1	Förutsättningar .....	16
42.11	Laster .....	16
42.12	Gränstillstånd.....	16
42.13	Beräkningsmodell.....	16
42.14	Krypning.....	17

---

42.15	Medverkande flänsbredd.....	18
42.16	Tidpunkter.....	18
42.17	Hållfasthetsvärden.....	18
42.18	Snedvinkliga plattor.....	18
42.2	Brottgränstillstånd.....	18
42.21	Tvärkraftsarmering.....	18
42.22	Vridarmering.....	19
42.23	Förankring, skarvning och avslutning av armering.....	19
42.24	Lokalt tryck.....	20
42.25	Genomstansning.....	21
42.26	Tvångsmoment.....	22
42.27	Bågbro.....	22
42.28	Lager.....	22
42.29	Fristående landfäste.....	22
42.3	Bruksgränstillstånd.....	23
42.31	Begränsning av påkänningar.....	23
42.32	Begränsning av sprickbredd.....	23
42.33	Armering i underbyggnad.....	25
42.34	Armering i överbyggnad.....	26
42.35	Begränsning av deformationer.....	26
42.36	Skarv- och förankringslängder.....	27
42.37	Svängningar.....	27
42.4	Beräkning för utmattning.....	27
42.41	Spänd armering.....	27
42.42	Ospänd armering.....	27
42.5	Beräkning för olyckslast.....	28
43.	Material- och kvalitetskrav.....	29
43.1	Tillverknings- och utförandeklass.....	29
43.2	Delmaterial till betong.....	29
43.21	Allmänt.....	29
43.22	Cement.....	29
43.23	Ballast.....	29
43.24	Vatten.....	30
43.25	Tillsatsmedel.....	30
43.26	Mineraliska tillsatsmaterial.....	30
43.3	Betong.....	31
43.31	Allmänt.....	31
43.32	Produktkrav.....	31
43.4	Betongelement.....	32

---

43.41	Allmänt .....	32
43.42	Produktkrav .....	32
43.5	Bruk för speciella ändamål.....	33
43.51	Injekteringsbruk för spännkablar.....	33
43.52	Unergjutningsbruk.....	33
43.53	Igjutningsbruk.....	34
43.6	Armering .....	34
43.61	Ospänd armering .....	34
43.62	Spännarmering.....	34
43.63	Spännsystem.....	35
43.64	Epoxibelagd armering .....	35
43.65	Foderrör för spännarmering.....	35
43.7	Övriga produkter .....	36
43.71	Fogband .....	36
43.72	Ytbehandlingsprodukter för betong.....	36
43.73	Kvarsittande gjutavstängare .....	37
43.74	Distansklotsar .....	37
43.75	Kvarsittande form.....	37
44.	Utförande .....	38
44.1	Formar .....	38
44.11	Formställning.....	38
44.12	Ytform .....	38
44.2	Ursparingar m m.....	39
44.21	Viktreducerande ursparing .....	39
44.22	Ursparing för spännarmeringsförankring .....	39
44.23	Ursparing för räckesståndare.....	40
44.3	Utförande av armering.....	40
44.31	Ospänd armering .....	40
44.32	Spänd armering.....	41
44.33	Foderrör för spännarmering.....	42
44.34	Uppspänning.....	43
44.35	Epoxibelagd armering .....	43
44.4	Betongarbete.....	44
44.41	Gjutning.....	44
44.42	Gjutfog.....	44
44.43	Efterbehandling .....	45
44.44	Tillverkning av betongmassa på bygplats.....	46
44.5	Speciella arbetsförfaranden .....	46
44.51	Injektering av foderrör till spännkablar.....	46

---

44.52	Motgjutning av förankringar.....	46
44.53	Udergjutning .....	46
44.54	Ytbehandling.....	46
44.55	Injektering av sprickor .....	46
44.6	Toleranser .....	47
44.61	Spännkabel.....	47
44.62	Viktreducerande ursparing.....	47
45.	Kontroll .....	48
45.1	Allmänt .....	48
45.11	Arbetsledning och tillsyn.....	48
45.12	Kontrollplan .....	48
45.2	Betong och betongprodukter.....	48
45.21	Cement och mineraliska tillsatsmaterial .....	48
45.22	Ballast och vatten.....	48
45.23	Tillsatsmedel .....	48
45.24	Betong.....	48
45.25	Betongelement .....	48
45.26	Udergjutningsbruk .....	49
45.27	Igjutningsbruk .....	49
45.3	Armering.....	49
45.31	Ospänd och spänd armering.....	49
45.32	Spännsystem .....	49
45.33	Epoxibelagd armering.....	49
45.34	Foderrör för spännarmering .....	49
45.4	Övriga produkter.....	50
45.41	Fogband.....	50
45.42	Ytbehandlingsprodukter för betong .....	50
45.43	Kvarsittande gjutavstängare.....	50
45.44	Distansklotsar.....	50
45.45	Kvarsittande form .....	50
45.5	Utförandekontroll .....	50
45.51	Betong.....	50
45.52	Temperatur.....	51
45.53	Spännarmering .....	51
45.54	Anslutning för elektrokemisk potentialmätning .....	51
45.55	Betongelement .....	51
45.56	Viktreducerande ursparing.....	51
45.57	Epoxibelagd armering.....	52
46.	Undervattensgjuten konstruktion .....	53

---

46.1	Allmänt.....	53
46.11	Tillåtelse .....	53
46.12	Dimensioneringsvärden.....	53
46.13	Arbetsledning .....	53
46.14	Dimensioner .....	53
46.15	Sprickfrihet.....	54
46.16	Gjutfogar.....	54
46.17	Transport.....	54
46.18	Reservutrustning.....	54
46.2	Betong .....	54
46.21	Allmänt.....	54
46.22	Hållfasthetsklass.....	54
46.23	Cementhalt.....	54
46.24	Finmaterialhalt.....	55
46.25	Konsistens .....	55
46.26	Retarderande tillsatsmedel.....	55
46.27	Frostbeständighet.....	55
46.28	Antiutvaskningsmedel .....	55
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 .....	57
46.43	Gjutning med gjutrör och tratt.....	58
46.44	Gjutning med rörligt gjutrör och mynningsventil.....	58
46.45	Montering av vertikal armering.....	58
46.46	Åtgärder efter gjutning .....	59
46.5	Kontroll .....	59
46.51	Utförandekontroll av betong.....	59
46.52	Utförande kontroll av armering.....	61
47.	Förbättring av betongkonstruktioner .....	62
47.1	Allmänt.....	62
47.2	Tvärsnittskapacitet .....	62
47.21	Momentkapacitet .....	62
47.22	Tvärkraftskapacitet.....	62
47.23	Normalkraftskapacitet .....	63
47.3	Förbättringsmetoder .....	63
47.31	Påggjutning.....	63

---

47.32	Yttre armering.....	63
47.33	Pålimmade stålplåtar.....	64

## Bilagor

4-1	Betongleder .....	67
4-2	Broar med förespända prefabricerade huvudbalkar .....	71
4-3	Brobaneplattor med viktreducerande ursparingar .....	73
4-4	Gjutfogar i spännbetongkonstruktioner.....	77
4-5	Snedvinkliga plattor .....	79



## **4. Betongkonstruktioner**

### **40. Allmänt**

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

Giltighetsområde och medgällande dokument redovisas i avsnitt 10.1 och 10.2.

#### **40.2 Sökordsförteckning och förkortningsförteckning**

Förteckning över sökord redovisas i kapitel 96 och en förkortningsförteckning redovisas i kapitel 97.

#### **40.3 Definitioner**

Definitioner redovisas i avsnitt 10.5.

#### **40.4 Betongleder**

Kompletterande krav på betongleder anges i bilaga 4-1.

#### **40.5 Prefabricerade betongbalkar**

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

#### **40.6 Brobaneplattor med viktreducerande ursparingar**

Kompletterande krav för beräkning av brobaneplattor av betong med viktreducerande ursparingar anges i bilaga 4-3.

#### **40.7 Gjutfogar i spännbetongkonstruktioner**

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

## 41. Utformning

### 41.1 Allmänt

#### 41.11 Bottenplatta

41.111 En bottenplatta på pålar ska gjutas i torrhet.

*Om en undervattensgjuten bottenplatta på pålar godtas anges detta i den byggnadstekniska beskrivningen. Se även 31.32.*

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 byggnadstekniska beskrivningen.*

#### 41.12 Övrig underbyggnad

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

*Frontmurens djup under släntens yta avser 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 10.722 och 65.34.

Markyta och slänt ska utformas så att inspektion av lagerpall underlättas.

41.123 Vingmurar ska utformas så att konens överyta går fri under landfästepallens kantlist. Vingmurens underkant ska förläggas på sådant djup under släntytan att jordens utpressning under vingmuren förhindras, dock på ett minsta djup d enligt tabell 41-1. Måttet d avser avståndet vinkelrät mot släntytan ned till vingmurens underkant.

**Tabell 41-1 Djup under slänityta**

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 bör utföras 0,5 m bred.*

*Krav för avvagningsdubbar i vingmurens ände anges i 41.134.*

Vingmurar i bronns längdriktning 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 bör förläggas 0,10 m över släntens yta.*

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

41.124 I fristående landfästen ska loddubbar av mässing enligt ritning 582:2S-c gjutas in.

*Om så anges i den byggnadstekniska beskrivningen ska loddubbar även gjutas in i mellanstöden.*

41.125 Landfästen, frontmurar och ändskärmar ska förses med länkplattor där det finns risk för ojämna sättningar.

*Om länkplattor ska användas anges detta i den byggnadstekniska beskrivningen.*

41.126 Där det finns risk för ensidigt vattentryck bakom en konstruktion ska erforderlig dränering anordnas.

41.127 Under järnvägsspår godtas inte strävbalkar.

41.128 Där det föreligger risk för fartygskollision ska brostöden utföras med massivt tvärsnitt upp till nivån minst 4,0 meter över MHW.

*En ihålig pelare som i efterhand fylls med betong kan utföras.*

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

- 41.129 Betongkonstruktioner i vägmiljö eller marin miljö ska förses med en anslutning till armeringen för elektrokemisk potentialmätning. Anslutningen ska vara så placerad att elektropotentialmätningar ska kunna ske utan att ett ingrepp i konstruktionsdelen behöver genomföras.

### **41.13 Brobaneplatta**

- 41.131 Brobaneplattan ska utformas kontinuerlig över stöd.  
*Om kravet på kontinuitet över stöd kan slopas anges detta i den byggnadstekniska beskrivningen.*
- 41.132 Brobaneplattor utan kantbalk ska förses med droppnäsa.
- 41.133 Brobaneplattans överyta ska utföras med samma tvärlutning som beläggningsens överyta.
- 41.134 Avvägningsdubbar av mässing ska gjutas in i kantbalkarna eller i brobaneplattan om kantbalkar inte finns. Dubbarna ska placeras på brons båda sidor vid upplag samt i fältmitt och vid större brospann även i fjärdedelspunkterna. Dubbar ska även placeras i vingmursände.  
*Dubben bör utföras enligt ritning 582:2S-d.*  
*Med större brospann menas vanligen spann med teoretisk spännvidd större än 25 m.*

## **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 34.52 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.

*I vattendrag där det råder svåra förhållanden (ström, isgång m m) bör mellanstödet tvärmått ökas. Mellanstödet bör utformas med runda hörn med en radie av minst 0,15 m. Minsta tvärmått anges i sådana fall i den byggnadstekniska beskrivningen.*

41.222 Frontmurar inklusive grusskiften till landfästet ska ges en tjocklek av minst 200 mm. Detsamma gäller frontmurar utformade som ramben samt kontrefort och stödmur.

Vid uppdelat landfäste ska landfästebenen utföras med 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 lutats utåt med lutning minst 1:20.

*En lagerpall kan utföras utan kantlist om den har skyddat läge. Ett skyddat läge kan anses föreligga om överbyggnaden överkragar lagerpallens kant med ett mått motsvarande höjden över lagerpallen. Eventuella yt- och grundavlopp bör dessutom mynna på minst nämnda avstånd från kantlisten.*

41.224 En vingmur ska utföras minst 200 mm tjock.

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. Se även 42.33.

41.227 Strävbalkar ska utföras med ett minsta tvärmått av 200 mm.

### **41.23 Brobaneplatta**

41.231 Brobaneplattan till en vägbro ska ges en tjocklek av minst 170 mm. För GCM-broar godtas en tjocklek av minst 140 mm.

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

41.232 Brobaneplattans ändkanter vid landfäste ska förses med en 100 mm bred kantlist.

**41.24 Balk**

Balklivets bredd ska vara minst 150 mm.

**41.25 Kantbalk**

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

*Kantbalken bör utföras med en bredd av minst 350 mm och en höjd av minst 400 mm.*

Kantbalken ska utföras enligt något av nedanstående alternativ.

- a. Kantbalken utförs förhöjd 100 mm över beläggningen. Överytan lutas inåt med lutning minst 1:20.
- b. Kantbalken utförs utan förhöjning över beläggningen. Överytan lutas utåt med lutning minst 1:20.
- c. Kantbalken utförs 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.

*För broar över väg och parkeringsplats bör alternativ a tillämpas.*

*I den byggnadstekniska beskrivningen anges om en kantbalk erfordras samt förutsatt alternativ och eventuell brantare lutning.*

*Om kärnborrad räckesursparing väljs anges detta i den byggnadstekniska beskrivningen. Kantbalken bör då ges en bredd av minst 400 mm.*

41.252 Droppnäsa ska utföras i underkant av kantbalk. Se även 44.122.

**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 väljas till minst 200 mm.

- 41.262 Ändtvärbalkar och ändskärmar mot bank ska utföras med sådan höjd
- att avståndet från intilliggande brobaneplattans underyta till ändtvärbalkens/ändskärmens underyta blir minst 0,60 m
  - att avståndet från framförliggande släntyta till ändtvärbalkens/ändskärmens underyta blir minst 1,0 m, mätt vinkelrät mot släntytan.
- Livtjockleken ska väljas till minst 200 mm.

### **41.27 Pelare till bågbro**

Vid en bågbro ska pelarnas tvärsnittsmått vara minst 200 mm.

## **41.3 Miljöklass**

### **41.31 Allmänt**

- 41.311 Betongkonstruktioner ska beräknas och utföras enligt de i tabell 41-2 angivna miljöklasserna. Det täckande betongskiktet ska uppfylla kraven enligt BBK 94, tabell 7.3.2.2b. Se även 42.213. För underbyggnad ska livslängdsklass L2 användas. För överbyggnad godtas att L1 används.

*Om överbyggnaden exklusive kantbalk ska utföras i livslängdsklass L2 anges detta i den byggnadstekniska beskrivningen.*

*Pålars miljöklass redovisas i avsnitt 31.11.*

Under mark belägen icke trafikerad bottenplattans översida i vägmiljö ska förses med isolering enligt 62.74, avsnitt 62.4 eller avsnitt 62.5. Se även 62.11. För bottenplatta belägen bakom frontmur eller skivstöd eller om bottenplattans överyta är belägen under lägsta grundvattenyta eller LLW godtas att isoleringen slopas.

Brobaneplatta av betong ska förses med isolering och beläggning enligt kapitel 62 och 63.

Med ändring av vad som anges i BBK 94 godtas att det täckande betongskiktet för underbyggnad i vägmiljö är minst 55 mm. Om det täckande betongskiktet utökas med 10 mm godtas att isolering på bottenplattor enligt ovan eller ytbehandling enligt nedan slopas.

**Tabell 41-2 Miljöklasser enligt BBK 94, avsnitt 7.3.2**

Konstruktionsdel	Betong- miljö	Armerings- miljö
<b>UNDERBYGGNAD</b>		A2
- Grundkrav <sup>4)5)</sup>	B3	A4
- Vägmiljö <sup>1)</sup>	B4	A4
- Marin miljö <sup>2)</sup>	B4	A4
- Vingmur	B4	
<b>ÖVERBYGGNAD</b>		
- Grundkrav	B4	A3
- Vägmiljö <sup>1)</sup>	B4	A4
- Marin miljö <sup>2)</sup>	B4	A4
- Kantbalk <sup>3)</sup>	B4	A4

<sup>1)</sup> Marin miljö definieras i 10.56.

<sup>2)</sup> Kantbalken godtas utförd med samma  $v_{ct_{ekv}}$  som överbyggnaden i övrigt.

<sup>3)</sup> Grundkrav i havsvatten ska vara B3/A3.

<sup>4)</sup>  $v_{ct_{ekv}}$  ska i A2 vara 0,05 enheter lägre än vad som anges i BBK 94, tabell 7.3.2.2b.

Betongytor vid underbyggnad i vägmiljö samt överytor, utsidor och undersidor på kantbalkar, lagerpallar och kantlister ska ytbehandlas enligt 44.541.

*Ytbehandling utförs inte på frontmurs eller vingmurs yta mot fyllning.*

Om isolering av en brobaneplatta i L1 utförs i kvalitetsklass 1 eller 2 enligt 63.22 godtas att det täckande betongskiktet under den isolerade ytan minskas med 10 mm i förhållande till kraven i tabell 41-2.

Vid ett utförande med direktgjuten slitbetong ska brobaneplattans överyta hänföras till miljöklass B4/A4.

*Beträffande täckskikt för betongbeläggning samt direktgjuten slitbetong, se 63.41 respektive 63.42.*

För lådsektion av betong godtas att täckande betongskiktet på insidan reduceras med 10 mm i förhållande till täckande betongskikt enligt ovan.



- 41.312 Det täckande betongskiktet ska maximalt vara 75 mm.  
Vid ett användande av estetisk form, mönsterform etc, ska det täckande betongskiktet vara högst 100 mm. Vid beräkning av sprickbredden enligt BBK 94, avsnitt 4.5.5, gäller i detta fall tilläggskravet att sprickbredden i betongytan inte ska överstiga aktuellt  $w_k + 0,10$  mm.
- 41.313 Vid torrhetsgjutna bottenplattors undersida ska det täckande betongskiktet vara minst 100 mm.  
En bottenplatta som gjuts mot berg, avjämningsbetong, underform, vattenavvisande papp eller plastfolie godtas ha täckande betongskikt i underkant som framgår av miljöklass enligt tabell 41-2. Dock gäller att täckskiktet minst ska vara 50 mm.  
En prefabricerad bottenplattas undersida godtas ha ett täckande betongskikt som framgår av miljöklass enligt tabell 41-2.
- 41.314 Täcksiktenskraven, med undantag för 41.312, ska även innehållas för monteringsarmering.
- 41.315 Droppnäsa godtas inte inkräkta på det täckande betongskiktet.
- 41.316 Konstruktioner utsatta för isnötning ska förses med det täckande betongskikt som framgår av miljöklass enligt tabell 41-2 utökat med minst 10 mm.
- 41.32 Korrosionskänslig armering**
- 41.321 Korrosionskänslig armering ska ha ett täckande betongskikt enligt BBK 94, avsnitt 7.3.2.2, med ändringen att kravet gäller till armeringen.  
Korrosionskänslig armering i överkanten av en isolerad brobanepatta ska dock ha ett täckskikt om minst 55 mm.
- 41.322 Täckande betongskiktet till foderrör ska uppfylla kraven i BBK 94, tabell 7.3.2.2b.

## 42. Verifiering genom beräkning och provning

### 42.1 Förutsättningar

#### 42.11 Laster

Med ändring av vad som anges i BBK 94, avsnitt 2.2, ska vid beräkning av betongkonstruktioner de laster som anges i del 2 "Lastförutsättningar" 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.

Vid systemberäkningen godtas att samtliga betongtvärsnitt förutsätts ospruckna. Se dock 42.132.

För statiskt obestämd spännbetongkonstruktion, i vilken delar av betong med ospänd armering ingår, ska olikheter beaktas i böjstyvhet hos de olika konstruktionsdelarna, när detta ger ogynnsammare inverkan. Böjstyvheten för betong med ospänd armering ska då antas vara 60% av den som gäller för spännbetong.

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 vridstyvheten sätts till  $0,3 G_c C_o$  i sprucken betong, se BBK 94, 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 För betongkonstruktion gjuten direkt mot jord ska de yttersta 50 mm av det täckande betongskiktet betraktas som statiskt överksamt.  
Om styvhetstalet  $\lambda l$  enligt Plattgrundläggning, 2.23, är större än 3,0 ska vid beräkning av grundtrycksfördelning hänsyn tas till bottenplattans deformationer.
- 42.134 Den del av en pågrundlagd 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 42.133.  
Om styvhetstalet  $\lambda l$  enligt Plattgrundläggning, 2.23, är större än 3,0 ska vid beräkning av påkrafter hänsyn tas till bottenplattans deformationer. Värdet på bäddmodulen ska anpassas till förhållandet att bottenplattan är pågrundlagd.
- 42.135 En tätplatta ska vid plattgrundläggning räknas som en del av bottenplattan och uppfylla alla krav som anges för denna. Ett godtagbart alternativ är att utföra tätplattan enligt figur 34-1 med utsträckning som för packad fyllning. I sådana fall godtas att tätplattan betraktas som grus med minst medelhög relativ fasthet.
- 42.136 Nedsänkta och länshållna tråg ska beräknas för ensidigt vattentryck samt vara vattentäta.

*Fogband enligt 43.71 kan användas.*

## 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 kan vanligen inte anses ge upphov till krypning i betongen.*

*För komplicerade och ovanliga konstruktioner anges  $\varphi$  i den byggnadstekniska beskrivningen.*

## 42.15 Medverkande flänsbredd

- 42.151 Med ändring av vad som anges i BBK 94, avsnitt 3.2.1.2, godtas att  $b_0$  bestäms som halva avståndet mellan två närliggande balkliv eller som konsolbredd exklusive kantbalk vid beräkning av krafter och moment (systemberäkning).
- 42.152 Vid beräkning i bruksgränstillstånd ska medverkande flänsbredd bestämmas enligt 42.151.

## 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 21.171. Se dock bilaga 4-2.*

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

## 42.17 Hållfasthetsvärden

Hållfasthetsvärdet för armering,  $f_{yk}$ , ska bestämmas enligt BBK 94, avsnitt 2.5.1.

## 42.18 Snedvinkliga plattor

Snedvinkliga plattkonstruktioner ska beräknas så att hänsyn tas till snittkrafter såväl i längs- som tvärled.

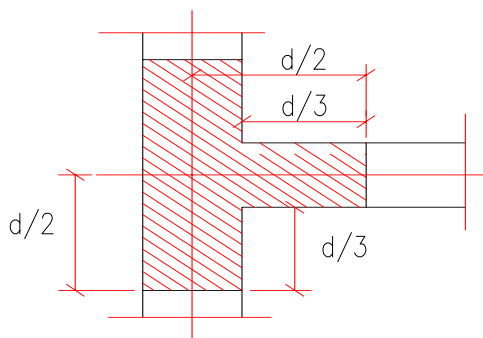
De kompletterande kraven enligt bilaga 4-5 ska innehållas.

## 42.2 Brottgränstillstånd

### 42.21 Tvärkraftsarmering

- 42.211 I breda balkar (bredden större än höjden) samt plattor ska tvärkraftsarmeringen fördelas förutom på sidoytorna även i sektionens inre, se BBK 94, avsnitt 6.2.6.2.

- 42.212 Upphångningsarmering ska anordnas enligt BBK 94, avsnitt 6.6.3.2, i inhångd balks korsning med stödånde balk i samma nivå. Till upphångningsarmeringen godtas att tvårkraftsarmering råknas med inom korsningsområdet samt inom avståndet  $d/3$  därifrån i vardera balken. Alternativt godtas att tvårkraftsarmeringen råknas med inom avståndet  $d/2$  från korsningscentrum, se figur 42-1. I båda fallen är  $d$  lika med effektiva höjden i den aktuella balken.



**Figur 42-1 Korsningsområde för upphångningsarmering**

- 42.213 Med åndring av vad som anges i BBK 94, avsnitt 6.2.6.2, godtas byglar enligt figur 6.2.6.2e under förutsåttning att det täckande betongskiktet utökas med 10 mm utöver vad som gäller för respektive miljöklass, se 41.3.

## 42.22 Vridarmering

- 42.221 En konstruktion, som är utformad så att dess funktion är beroende av förmågan att överföra vridning, ska utföras med vridarmering som beråknas för att ta upp hela vridmomentet.
- 42.222 Vid beråkning av vridmomentkapacitet hos slanka konstruktionsdelar med sidoförhållanden större än tre godtas att ett fiktivt vridtvårsnitt med sidoförhållandet lika med tre beråknas. Se BBK 94, avsnitt 3.8.1.

## 42.23 Förånkning, skarvning och avslutning av armering

- 42.231 Skarvlångden ska såttas lika med förånkninglångden, dock med den skillnaden att långre skarvlångd ån  $80\phi$  inte godtas. Avståndet  $c$  enligt BBK 94, avsnitt 3.9.1.2, ska anpassas till detta.
- För epoxibelagd armering ska den i BBK 94, avsnitt 3.9, förutsåttta vidhåftningsskapaciteten reduceras med 25%.

*Detta innebår att 33% större skarv- och förånkninglångder fordras.*

- 42.232 Skarvning av buntade kamstänger ska utföras enligt Betonghandbok - arbetsutförande, avsnitt 9.9:2.6.
- Inom skarvområdet ska byglar eller tvärarmering anordnas enligt BBK 94, avsnitt 3.9.3. Diametern  $\phi$  ska ersättas med  $\phi_{\text{ekv}}$ .
- $$\phi_{\text{ekv}} = \sqrt{n} \phi_i$$
- $n$  antalet stänger i bunten  
 $\phi_i$  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 bör 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  $10\phi$ .
- Längsarmering i slanka tryckta konstruktioner ska, vad beträffar skarvning, jämföras med dragna stänger i konstruktionsdelar utsatta för böjning.
- 42.233 Längsgående vridarmering enligt BBK 94, avsnitt 3.8.4, ska ges samma förankringslängd och skarvlängd som böjarmering.
- 42.234 Vid spännkabelförankringar ska armering läggas in för uppkommande dragkrafter, så kallad sugarmering.
- Armeringen bör bestämmas så att den har en kapacitet på 50% i förhållande till kabelns och ges längden  $1,35 \cdot P_u$  (MN) i m med 1/3 av längden framför förankringen.*
- Med spännarmeringens dragkraftskapacitet  $P_u$  avses i detta fall  $f_{yk} \cdot A_{st}$ , där  $A_{st}$  betecknar tvärsnittsarean hos spännkabel*

## 42.24 Lokalt tryck

- 42.241 Med ändring av vad som anges i BBK 94, avsnitt 3.10, ska lokalt tryck (prägling) under lagerplatta inte överstiga  $1,5 f_{cc}$ . Om förutsättning för prägling inte föreligger begränsas det lokala trycket till  $f_{cc}$ .
- Förutsättningarna för prägling kan anses föreligga då en betongyta utsatt för tryck har "mothåll" i sidled.*

*Mothåll i undergjutning kan anses föreligga om undergjutningen är så bred att en linje i lutning 1:1 från ytterkant lagerplatta hamnar innanför ursparingen. Undergjutningens överkant bör inte vara mer än 100 mm över lagerpallen. Mothållet bör ha en bredd av minst 80 mm och vara armerat.*

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

42.242 Vid beräkning av spjälkning ska  $f_{st}$  begränsas till 250 MPa. Som alternativ till beräkning enligt BBK 94, avsnitt 3.10, godtas användande av metoder i vedertagna handböcker.

## **42.25 Genomstansning**

42.251 För bottenplattor ska utöver kraven enligt 42.252-42.256 ändringar enligt 42.257, 42.258 och 42.259 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 beräkning 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 uteslutas 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 med avseende på 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. Om  $c/2d$  är mindre än 5 godtas att  $c/2d$  sätts lika med 5. Vid beräkning godtas att last inom en cirkel med diametern  $B+d$  borträknas.
- 42.258 Pelare vid bottenplattor ska betraktas som innerpelare vid beräkning av mängden skjuvarmering enligt 42.256.
- 42.259 Erforderlig böjarmering ska dras fram till plattkant och förankras antingen genom uppbockning eller genom bockning i horisontalplanet som "hårnålar" (s-stänger).

## 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 slankhetsparametern  $\lambda_c$  enligt 52.232 ska ersättas med

$$\lambda_c = \sqrt{f_{ck} \cdot A / N_{cr}}$$

$A$  bågens area i det snitt som har störst utböjning vid knäckning

$N_{cr}$  kraft bestämd med utgångspunkt från böjstyvhet enligt BBK 94, avsnitt 3.4.2.2. Se även BBK 94, avsnitt 6.3.2.

## 42.28 Lager

- 42.281 Överbyggnaden ska inte lyfta vid lagren för laster enligt 22.24.
- 42.282 Utbyte av lager ska beräknas för permanenta laster enligt 22.24 samt med domkrafterna placerade enligt 10.722.

## 42.29 Fristående landfäste

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



## 42.3 Bruksgränstillstånd

### 42.31 Begränsning av påkänningar

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

*Korrosionskänslig armering definieras i BBK 94, avsnitt 7.5.1.*

I byggstadiet ska den beräkningsmässiga dragpåkänningen i betong på 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 94, 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 94, 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 Betongytor ska försees med ytarmering i form av ett rutnät av minst  $2,6 \text{ cm}^2$ ,  $s \leq 300 \text{ mm}$ , per breddmeter, såvida inte beräkning av sprickbredd visar att större armeringsbehov föreligger.

*I konstruktionsdelar, där krymp- respektive temperatursprickor erfarenhetsmässigt kan uppkomma bör förstärkt ytarmering inläggas.*

*Krymp- respektive temperatursprickor kan bl a uppkomma vid gjutning mot tidigare gjutna konstruktionsdelar eller där betongtemperaturen blir hög. Se även bilaga 9-5.*

42.322 Brobanepplattor samt bottenplattor i slutna ramar med tjocklek minst 0,30 m ska försees 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.

- 42.323 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%.
- 42.324 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 där förhållandet mellan näst minsta och minsta tvärmått är större än eller lika med fem [(längd/tjocklek)  $\geq$  5 och (bredd/tjocklek)  $\geq$  5] ska armeringsmängden istället vara 0,08% beräknat på motsvarande sätt.
- Armering minst enligt 42.321 ska dock alltid läggas in.
- Särskilda krav gäller för gjutfogar, bottenplattor och undervattensgjuten betong.*
- 42.325 I underkant av, och i gjutfogar i, konstruktionsdelar i underbyggnad där förhållandet mellan näst minsta och minsta tvärmått är större än eller lika med fem [(längd/tjocklek)  $\geq$  5 och (bredd/tjocklek)  $\geq$  5] ska extra armering 5  $\phi$ 16 s 200 mm läggas in på båda yttersidorna parallellt fogen intill tidigare gjuten konstruktionsdel.
- 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 enligt 43.26 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 (%).
- 42.326 Om brobaneplattan vid kontinuerliga platt-, balk-, eller ramkonstruktioner utförs som förhöjd konsol, t ex gång- eller cykelbana, ska erforderlig längsgående armering läggas in i denna så att en god sprickfördelning säkerställs. Armeringen ska uppgå till minst 0,70%.
- För stålbalkbroar med betongplattor utan samverkan ska brobaneplattan förses med minst 0,70% längsgående armering över hela längden.
- 42.327 Vid gjutfogar i brobaneplattan ska extra armering 5  $\phi$ 16 s 200 mm läggas in i såväl över- som underkant parallellt med fogen intill tidigare gjuten plattdel. Om plattjockleken överstiger 0,40 m ska dessutom vertikal armering  $\phi$ 16 s 200 mm läggas in utmed fogens kortsida.
- Gjutetappens armeringsinnehåll,  $\rho$ , i brobaneplattan ska bestämmas enligt

$$\rho \geq \frac{B - 45k + C / 10}{40}$$

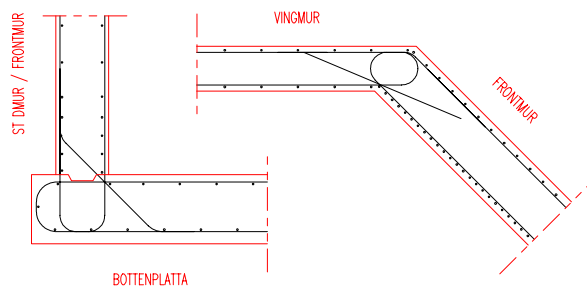
- $B$  bredd på gjutetapp (m)  
 $C$  cementinnehåll ( $\text{kg/m}^3$ ). Om inte annat anges godtas att  $400 \text{ kg/m}^3$  antas  
 $\rho$  medelarmeringsinnehåll (%) vinkelrät gjutfogen inom avståndet  $B/4$  från ramben eller skivstöd  
 $k$  1,1 vid användning av cement som uppfyller kraven enligt 43.22  
Om silikastoff enligt 43.26 tillsätts ska  $k = 1,0$  användas.

- 42.328 Som alternativ till kraven i BBK 94 godtas att begränsning av sprickbredd i höga balkar görs genom att begränsa  $f_{st}$  till högst 300 MPa i brottgränstillståndet.

### 42.33 Armering i underbyggnad

- 42.331 I underkant av en bottenplatta på pålar, 50 mm över pålavskärningsplanet, ska en armering av minst  $\phi 16$  s 400 mm läggas in i plattans båda riktningar.
- 42.332 I underkant av en icke pålgrundlagd bottenplatta ska en armering av minst  $\phi 16$  s 600 mm läggas in i plattans båda riktningar.  
Prefabricerade bottenplattor ska i underkant minst armeras enligt 42.321.
- 42.333 Strävbalkar ska armeras med minst 4  $\phi 16$  mm längsgående stänger och förses med byglar minst  $\phi 10$  s 300 mm.
- 42.334 En vingmurs anslutning till frontmur (ramben) ska utföras så att en utspjälkning av tryckzonen vid inspänningssnittet förhindras.

*Momentarmeringen i vingmur och frontmur bör bockas tillbaka i hårnålsform samt kompletteras med snedarmering vinkelrät mot vinkelns bisektris. Se även figur 42-2. Detta bör tillämpas även för stödmurs och frontmurs anslutning till bottenplatta som har framtass kortare än dess tjocklek.*



**Figur 42-2 Anordning av armering**

- 42.335 I en vingmurs respektive en stödmurs fria kant ska horisontalarmeringen respektive vertikalarmeringen sammanbindas i murens båda ytor genom bockning eller med byglar.
- 42.336 Balkar i underbyggnad ska förses med armering enligt 42.34.

**42.34 Armering i överbyggnad**

- 42.341 Oavsett krav på tvärkraftsarmering enligt BBK 94, avsnitt 3.7, gäller att ett balkliv ska förses med tvärkraftsarmering motsvarande minst 0,15% av betongarean. För en lådbalkkonstruktion krävs dock minst 0,30%. Detta ska gälla i en sektion vinkelrät mot tvärkraftsarmeringen.
- För balkar med livbredden  $b_w$  större än balkhöjden  $h$  godtas att kravet på minimitvärkraftsarmering reduceras till  $(0,10 + 0,05 h/b_w)\%$  och till  $(0,20 + 0,10 h/b_w)\%$  för lådbalkkonstruktioner.
- 42.342 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 lådbalkkonstruktion utökas detta krav till 0,30%.

**42.35 Begränsning av deformationer**

- 42.351 Generellt godtas att osprucken betong förutsätts ha en böjstyvhet  $E_c I_c / (1 + \phi)$  samt att uppsprucken betong förutsätts ha en böjstyvhet motsvarande 60% av detta värde.
- Vid deformationskontroll ska kryptal  $\phi$  enligt 42.14 tillämpas. Vid beräkning av överhöjning enligt 22.23 godtas att kryptal bestämt på erfarenhetsbasis används.
- 42.352 Beräknad nedböjning av last enligt 22.253 ska inte överstiga 1/400 av den teoretiska spännvidden. Kravet ska gälla såväl i längsled som i tvärlädd.
- Om större nedböjningar kan godtas anges detta i den byggnadstekniska beskrivningen.*
- 42.353 En brokonstruktions rörelse i vertikalled uppåt eller nedåt av last enligt 22.253 ska vid fri ändkant begränsas till 5 mm.
- Begränsningen avser bland annat*
- rörelser av brokonstruktioner som överkragar ändstödet vid direkt anslutning mot vägbanken
  - brobanans deformation vid övergångskonstruktioner.

42.354 Utböjning av underbyggnad av last enligt 22.253 ska inte överstiga  $1/200$  av längdmått använt vid beräkningen.

42.355 Stödmurs och vingmurs rörelse i horisontalled av last enligt 22.253 ska vid fri ändkant begränsas till 10 mm.

### **42.36 Skarv- och förankringslängder**

42.361 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  $f_{yk}$ . Beträffande epoxibelagd armering, se 42.231.

42.362 Det godtas att armering som är nödvändig med hänsyn till sprickbredds begränsning enligt BBK 94, avsnitt 4.5.5, ges skarv- och förankringslängden  $30\phi$ .

### **42.37 Svängningar**

För broar med gång- och cykeltrafik ska egenfrekvensen vid vertikal svängning vara högre än 3,5 Hz för last enligt 22.27.

*Om annan egenfrekvens kan godtas anges detta i den byggnadstekniska beskrivningen.*

## **42.4 Beräkning för utmattning**

### **42.41 Spänd armering**

42.411 Spännbetongkonstruktion ska med hänsyn till uppträdande böjdragpåkänningar av last enligt 22.26 påvisas vara osprucken enligt BBK 94, 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 Användningen 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.

Mekaniska armeringsskarvar godtas inte i plattramhörn.

## **42.5 Beräkning för olyckslast**

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

## **43. Material- och kvalitetskrav**

### **43.1 Tillverknings- och utförandeklass**

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

### **43.2 Delmaterial till betong**

#### **43.21 Allmänt**

43.211 På följesedel eller till denna bifogad dokumentation ska anges hållfasthetsklass, cementfabrikat, cementhalt, vattenhalt, blandningstid samt mängd och fabrikat av eventuella tillsatsmedel och mineraliska tillsatsmaterial.

43.212 Tillsättning av klorider i betong som accelerator etc eller 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 i ENV 197-1 CEM I.

*Detta gäller även vid tillverkning av injekteringsbruk för spännkablar.*

43.222 Vid betongtillverkning ska cement av typ BV/LA/SR användas. Dessa krav gäller inte bruk för injektering av spännkablar.

*Beteckningarna BV, LA och SR definieras i BBK 94, avsnitt 7.2.2.*

Cement ska vidare uppfylla kraven i rapport 1992:56, "Regler för certifiering och kontroll för P-märkning av cement", utgiven av SP. Med SP avses certifieringsorganet. Vid provning av värmeutveckling enligt ASTM C-150 gäller kravet medelvärde.

Om kraven vid spricksäkerhetsberäkning enligt bilaga 9-5, metod 3, uppfylls godtas att kravet på BV-cement frångås.

#### **43.23 Ballast**

Ballastkornens vattenabsorption ska provas enligt SS 13 21 24.

Provningsen ska utföras i form av förundersökning. Vid byte av ballasttäkt eller då uttaget material ändrar karaktär ska förnyad förundersökning genomföras.

#### 43.24 **Vatten**

Användning av havsvatten som vattentillsats vid betongtillverkning godtas inte.

*Vatten som används vid betongtillverkning bör vara lämpligt för detta ändamål enligt de kriterier som anges i Betonghandbok-material, avsnitt 4.*

#### 43.25 **Tillsatsmedel**

Tillsatsmedel ska uppfylla kraven i "Interimistiska godkännanderegler för tillsatsmedel till betong" utgiven av Statens Planverk eller kraven i "Regler för certifiering av tillsatsmedel till betong" utgiven av Vattenfall Utveckling AB. Se dock 46.28.

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

*Beträffande definition av tillsatsmedel, se Betonghandbok-material, avsnitt 5.*

#### 43.26 **Mineraliska tillsatsmaterial**

Användning av tillsatsmaterial såsom flygaska och granulerad masugnsslagg kräver tillstånd av Vägverket, VTb, i varje enskilt fall.

Tillsättning av silikastoff, SiO<sub>2</sub> godtas, dock maximalt 5% av cementvikten. Silikan ska vid tillverkning av betong vara väl dispergerad.

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

En hanteringsinstruktion enligt BBK 94, avsnitt 7.2.3, ska upprättas. Av denna ska det framgå hur produktionen, gjutningen samt efterbehandlingen av betongmassan ska genomföras.

*Beträffande krav på frostbeständighet samt efterbehandling, se 43.322 respektive 44.43.*



## 43.3 Betong

### 43.31 Allmänt

Betongen ska utöver vad som anges i BBK 94 uppfylla kraven enligt 43.32.

### 43.32 Produktkrav

43.321 Kraven i nedanstående dokument upprättade av Kontrollnämnden för fabriksbetong (KN) ska uppfyllas.

- FAB 90. Tillämpningsregler för tillverkning och kontroll av fabriksbetong, punkterna 1:11 t o m 1:14, 1:21, 1:25, 1:26, 1:27, 1:29, 1:3, 2:12, 2:2, 2:42, 2:43, 3:11, 3:4, 4:12, 5:11 t o m 5:18, 6:11, 6:12, 7:213, 7:232, 7:233, 7:243, 7:245, 7:246, 7:247, 7:261-7:264, 7:266, 7:267, bilaga 4 (punkterna 3.1 och 3.2). Med KN avses certifieringsorganet.
- Tillägg till FAB 90. Tillämpningsregler för tillverkning och kontroll av betong till mobila betongstationer, punkterna 1:11 t o m 1:14, 1:21, 1:25, 1:26, 1:27, 1:29, 1:3, 2:12, 2:2, 2:42, 2:43, 3:11, 3:4, 4:12, 5:11 t o m 5:18, 6:11, 6:12, 7:213, 7:22, 7:232, 7:233, 7:243, 7:245, 7:246, 7:247, 7:261-7:264, 7:266, 7:267, bilaga 4 (punkterna 3.1 och 3.2). Med KN avses certifieringsorganet.

43.322 Som alternativ till vad som anges i BBK 94, avsnitt 7.3.2, godtas att kvotkravet  $m_{56}/m_{28}$  slopas under förutsättning att  $m_{112}$  (avskalning efter 112 cykler) uppfyller kraven för  $m_{56}$ .

Betong med tillsats av silikastoft enligt 43.26 ska frysprovast med fördubblad provningstid, 112 cykler. Frysprovningen ska ske enligt SS 13 72 44, metod A.

Vid utvärdering av resultat från frysprovning ska, för varje betongsammansättning, medelvärdet vid 56 cykler från samtliga prover användas. Avskalningen för en enskild provkropp ska dock vara maximalt  $1,5 \text{ kg/m}^2$ . Då frysprovning gjorts till 112 cykler ska medelvärdet vid 112 cykler gälla.

*För att uppnå erforderlig frostbeständighet bör betongen tillsättas luftporbildande tillsatsmedel.*

43.323 Förundersökningens resultat är giltigt i 12 månader.

*Förundersökning kan ersättas av fortlöpande provning enligt BBK 94, avsnitt 9.2.1, under förutsättning att resultaten inte är äldre än sex månader. Vid tillsats av silika, se även BBK 94, avsnitt 7.2.3.*

Vid byte av betongrecept, ballastmaterial, maximal stenstorlek, tillsatsmedel eller vid övergång till annat cementfabrikat ska en ny förundersökning genomföras.

Förundersökning avseende tryckhållfasthet ska omfatta prov på minst tre betongkuber.

Om korttidsprov avses att utnyttjas ska aktuellt relationstal enligt BBK 94, avsnitt 7.3.3.2, tas fram. Normaltidsprovning ska även i detta fall utföras.

Resultat från förundersökning ska utvärderas enligt BBK 94, avsnitt 7.3.3.2.

Vid provning av kuber för tryckhållfasthet godtas att provning utförs vid ett laboratorium som med godkänt resultat återkommande genomfört jämförelseprovning. Jämförelseprovningen ska utföras enligt BBK 94, avsnitt 9.3.2.2.

Förundersökning av frostbeständighet ska omfatta minst fyra betongkuber, vilka tas ut och lagras enligt SS 13 72 44, förfarande I. Resultatet från förundersökningen ska uppfylla kraven enligt 43.322. Provningen ska utföras vid ett organ enligt 10.83.

43.324 Ett ackrediterat organ godtas inte utföra provning på prover från fabrik med samma ägare som organet.

## 43.4 Betongelement

### 43.41 Allmänt

Betongelement ska utöver vad som anges i BBK 94 uppfylla kraven enligt 43.42.

*Beträffande betongpålar, se avsnitt 33.1.*

### 43.42 Produktkrav

43.421 Kraven i nedanstående dokument, upprättade av Kontrollrådet för Betongvaror, KRB, ska uppfyllas.

- Tillverkningsregler för tillverkningskontroll av fabriksstillverkade byggnadselement av betong, punkterna 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4, 2, 3. Med KRB avses certifieringsorganet.
- Kontrollplan vid tillverkning av broelement. Med KRB avses certifieringsorganet.
- Anvisningar för "Kontrollplan vid tillverkning av broelement". Med KRB avses certifieringsorganet.

- 43.422 Krav på betong enligt 43.3 ska uppfyllas.
- 43.423 Den fortlöpande verifieringen av hållfasthet ska omfatta uttag av betongkuber. En kub ska tas ut för vart fjärde element. Uttaget av kuber ska göras så att provningsantalet blir jämnt fördelat för samtliga i bron ingående elementtyper, t ex däcksplatta och frontmur. Sammanlagt ska minst nio kuber tas ut.
- 43.424 Den fortlöpande verifieringen av frostbeständighet ska omfatta uttag av betongkuber för frysprovning. En kub ska tas ut för vart åttonde element som tillverkas. Uttaget av kuber ska fördelas jämnt över samtliga i bron ingående elementtyper, t ex däcksplatta och frontmur. Minst tre kuber ska tas ut för varje bro och betongsammansättning.
- 43.425 För betongelement ska följande toleranser tillämpas
- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| Längd (L)   | L/1000, dock minst $\pm 5$ mm  |
| Höjd (H)  | H/100, dock minst $\pm 5$ mm   |
| Bredd (B)   | $\pm 5$ mm                     |
| Krokighet i sidled  | L/1000, dock minst $\pm 5$ mm  |
| Skevhets (fjärde hörnets avvikelse från ett plan genom de tre övriga) | $\pm 5$ mm                     |
| Avvikelse för utböjning   | L/1000, dock minst $\pm 5$ mm. |
- 43.426 Användning av speciella tillverkningsätt enligt BBK 94, avsnitt 8.6 7, som erfordrar speciell provning enligt BBK 94, avsnitt 9.5.2.3, kräver tillstånd av Vägverket, VTb, i varje enskilt fall.

## 43.5 Bruk för speciella ändamål

### 43.51 Injekteringsbruk för spännkablar

Bruk för injektering av foderrör till spännkablar ska proportioneras så att dess egenskaper blir lämpliga med avseende på flytförmåga, vattenseparation, volymändring och hållfasthet enligt bilaga 9-1.

### 43.52 Undergjutningsbruk

Undergjutningsbruk ska vara cementbaserat och sättningskompenserat. Bruket ska dessutom uppfylla kraven i "Regler för certifiering av expanderande torrbruk", avsnitt 3.1, utgivna av Vattenfall Utveckling AB. Med Vattenfall Utveckling AB avses certifieringsorganet.

### 43.53 Igjutningsbruk

Igjutningsbruk ska vara frostbeständigt enligt kraven för miljöklass B4 i BBK 94, tabell 7.3.2.1b. Vidare ska  $v_{ct,ekv}$  vara högst 0,40. Beträffande övriga krav på bruket, se 43.52 ovan.

## 43.6 Armering

### 43.61 Ospänd armering

43.611 Den ospända armeringen ska utöver kraven enligt BBK 94 uppfylla kraven enligt 43.612 t o m 43.614. Dessa krav ska även gälla för mekaniska armeringsskarvar.

43.612 Kraven i nedanstående dokument utgivna av Svensk Byggstålkontroll, SBS, ska innehållas.

- Allmänna regler, punkterna 3 och 4. Med SBS avses certifieringsorganet.
- A1 Särskilda regler för tillverkare av varmvalsad armeringsstång. Med SBS avses certifieringsorganet.
- A3 Särskilda regler för armeringsverkstäder. Med SBS avses certifieringsorganet.

43.613 Till ospänd armering ska användas kamstänger med diametern  $\geq 8$  mm.

43.614 Armering som inte finns angiven i BBK 94, avsnitt 2.5.1, ska dragprovas samt uppfylla kraven vad gäller relativ kamarea, dimension och form enligt NS 3570 eller DIN 488. Materialkraven enligt SS 14 21 65 ska vara uppfyllda.

### 43.62 Spännarmering

43.621 Spännarmering ska utöver kraven enligt BBK 94 uppfylla kraven enligt 43.622 t o m 43.626.

43.622 Kraven i nedanstående dokument, utgivna av Svensk Byggstålkontroll, SBS, ska innehållas.

- Allmänna regler, punkterna 3 och 4. Med SBS avses certifieringsorganet.
- A2 Särskilda regler för tillverkare av spännarmering. Med SBS avses certifieringsorganet.

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 Spännarmeringens motståndsförmåga mot spänningskorrosion ska vara påvisad enligt bilaga 9-8.

43.625 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.

43.626 Vid leverans av spännarmering ska ringar och knippen av linor eller trådar märkas 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. För provning och kriterier för godtagande godtas gällande tyskt "Zulassung".

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 Epoxibelagd armering**

Epoxibelagd armering ska uppfylla kraven enligt bilaga 9-3. Beläggningen ska bestå av elektrostatiskt applicerad pulvereponi.

Med ändring av vad som anges i ASTM A 775/A 775 M ska armering enligt 43.61 användas när epoxibeläggning utförs.

*Samtidig användning av epoxibelagda och konventionella stänger i samma konstruktionsdel bör undvikas.*

### **43.65 Foderrör för spännarmering**

43.651 Godstjockleken ska vara minst 0,50 mm och foderrören ska ha tillräcklig styvhet med hänsyn till avståndet mellan understöttningar och till arbetets utförande i övrigt.

Mindre godstjocklek hos foderrören, dock minst 0,30 mm, godtas om det påvisas att styvhetskravet uppfylls.

43.652 Foderrör ska utformas så att god vidhäftning mot omgivande betong kan påräknas, t ex genom korrugering.

Foderrör ska utföras så täta att cementslam inte kan tränga in.

## 43.7 Övriga produkter

### 43.71 Fogband

Fogband för tätning av fogar ska uppfylla kraven i "Regler för certifiering av fogband av PVC", avsnitt 3.1, utgiven av Vattenfall Utveckling AB.

### 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 system ska samverka ska det totala systemet provas utifrån aktuella krav.

43.722 Ytbehandlingspreparat för skydd mot inträngning av klorider och vatten ska uppfylla kraven i publikation 1994:2, "Godtagande av ytbehandlingspreparat för betong" utgiven av Stockholm Konsults Materialprovningen.

*Lösningsmedel i ytbehandlingspreparat av t ex silan- och siloxantyp bör begränsas av hänsyn till miljön. Om preparatet ska innehålla mindre än 10% lösningsmedel anges detta i den byggnadstekniska beskrivningen.*

43.723 Målningssystem avsedda för nya broar ska provas på betongkvalitet K40 med luft och för äldre broar på K30 utan luft. Förutom målningens estetiska funktion är grundkravet att målningen inte ska försämra den behandlade betongytan. Vid provning ytbehandlas samtliga betongytor.

Målad betongyta ska uppfylla kravet enligt publikation 1994:2, "Godtagande av ytbehandlingspreparat för betong", avsnitt 1.1. Dessutom ska färgen vid denna provning behålla sin kulör. Vidare ska kravet på ånggenomgångsmotstånd enligt avsnitt 1.3 uppfyllas.

Betongens frostbeständighet godtas inte bli försämrad av målningen och färgsystemet ska vara frostbeständigt. Provning ska utföras enligt SS 13 72 44, metod A, som jämförande provning av dels omålad och dels målad betong.

*Målningen bör vidare provas genom en försöksmålning om minst 1 m<sup>2</sup> representativ yta för bedömning enligt nedan, färgmängdsåtgång etc. Försöksytan bör provas beträffande vidhäftning efter av tillverkaren angiven tork- och härdningstid. Detta kan enklast utföras genom ett snittprov med kniv. Vidhäftningen kan dessutom kontrolleras genom att särskild tejp påklistras på målad yta. Vid avrivning ska tejpens lossna och färgen sitta kvar på betongytan.*

*Efter fullständig genomtorkning kontrolleras försöksytan beträffande brister såsom sprickor, porer, olikheter i färgnyanser och kulör.*

*Av Betonghandbok - arbetsutförande, avsnitt 18.7, framgår ytterligare synpunkter och rekommendationer för målning av betong.*

- 43.724 Klotterskydd ska uppfylla kraven enligt 43.721, 43.722 och 43.723 i tillämpliga delar.
- 43.725 Betong vid gjutfog behandlad med retarderande medel ska vid förundersökning påvisas kunna uppfylla kraven på frostbeständighet enligt 43.322 samt vidhäftning enligt 74.36. Vidhäftningen ska påvisas på behandlad pågjutna yta. Vid provningen ska använd betong uppfylla materialkraven i avsnitt 43.3.

### **43.73 Kvarsittande gjutavstängare**

Kvarsittande avstängare ska uppfylla kraven i bilaga 9-6.

### **43.74 Distansklotsar**

Distansklotsar ska vara tillverkade av betong som uppfyller materialkraven i avsnitt 43.3 samt kraven för miljöklass B4 enligt BBK 94, tabell 7.3.2.1b.  $V_{ct_{ekv}}$  ska dessutom inte överstiga 0,40.

*Distansklotsarna bör vara tillverkade av samma cementtyp som aktuell bro.*

### **43.75 Kvarsittande form**

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

Konstruktionsbetongen innanför den kvarsittande formen godtas ha ett täckskikt som reducerats med 10 mm jämfört med aktuellt täckande betongskikt. Vid fogar mellan formelementen ska dock tillses att aktuellt täckande betongskikt innehålls.

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

## 44. Utförande

### 44.1 Formar

#### 44.11 Formställning

44.111 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" framgår hur formar lämpligen kan utföras.*

44.112 Betongens elastiska deformation i samband med uppspanning ska inte hindras av ytform och formställning.

*Det är med hänsyn till påkänningarna i konstruktionen vanligen nödvändigt att sänka formställningen i samband med uppspanningen.*

#### 44.12 Ytform

44.121 Formmaterialet ska väljas så att kraven i SIS 81 20 02, tabell 2, klass 2A uppfylls. Med ändring av vad som står i standarden ska  $t \leq 5$  mm tillämpas.

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

*Beträffande formsläppningsmedel, se Betonghandbok-arbetsutförande, avsnitt 8.5.*

44.122 Utåtgående synliga hörn (skarpa kanter) ska avfasas genom att en 20 mm trekantlist läggs in i formen.

44.123 Hål efter distanshylsor och formsteg i underbyggnad ska lagas om de inkräktar på täckande betongskikt enligt avsnitt 41.3 eller då risk för vattentillförsel och frysning föreligger. Beträffande distansklotsar, se 43.74.

44.124 Formsteg 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 (betongens höga alkalihalt) och inte medför ökad risk för sprickor.



Aktuellt täckskiktskrav 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 täckande betongskikt.

- 44.125 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.

## 44.2 Ursparingar m m

### 44.21 Viktreducerande ursparing

- 44.211 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 bör förändras mer än 20 mm, se även 44.62.*

*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 bör medge en sådan vinkeländring att elementet kan läggas in parallellt med kantbalken.*

- 44.212 Formelementen ska förses med dräneringshål  $\varnothing 50$  mm i lågpunkterna och fixeras noggrant i höjd- och sidled. Formelementens ändrar ska utföras koniska.

- 44.213 Gjutningen ska utföras så att stighastigheten hålls låg.

*Gjutfronten bör hållas flack eller trappstegsformad och lika långt framskriden på hela bro- eller gjutetappbredden under gjutningen.*

### 44.22 Ursparing för spännarmeringsförankring

Ursparing för förankring som medför håltagning i brobanepatta eller balkliv godtas inte. Förankringar ska anordnas i lokala klackar under plattan respektive innanför balkliv. Se även 44.52.

*Under speciella förutsättningar kan Vägverket, VTb, i varje enskilt fall tillåta ursparingar i brobanepatta eller balkliv. Ursparingarna förses i sådana fall med rundade eller fasade hörn och extra ospänd armering i spännriktningen.*

## 44.23 Ursparing för räcesståndare

44.231 Ursparing ska antingen åstadkommas genom att hål borras i kantbalken enligt 44.232 eller genom att ursparing läggs in i formen före gjutning enligt 44.233.

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

44.232 Hål ska borras med kärnborr.

Uppmätning för borrhål ska ske med sådan noggrannhet att inte kantbalkens armering skadas vid borrningen.

*Håldiametern bör vara minst 110 mm. Borrning bör inte utföras förrän tidigast en vecka efter gjutning.*

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

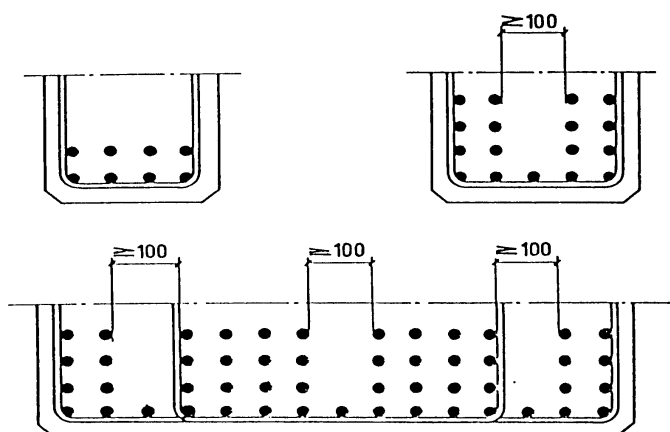
44.234 Vid ingjutning av räcesståndare ska betong enligt avsnitt 43.3 som uppfyller kraven för miljöklass B4 i BBK 94, tabell 7.3.2.1b, eller igjutningsbruk enligt 43.53 användas.

## 44.3 Utförande av armering

### 44.31 Ospänd armering

44.311 Armering 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.

44.312 Huvudarmering i balkliv ska placeras i grupper innehållande fordrat antal stänger, 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 ska innehålla högst två armeringslager. Se figur 44-1.



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

- 44.313 Skarv- och häftsvetsad armering godtas om kraven för svetsbar armering enligt BBK 94, avsnitt 7.5.3 uppfylls. Dessutom ska kraven i 42.422 uppfyllas. Användning av svetsat armeringsnät kräver godtagande av Vägverket, VTb, i varje enskilt fall, såvida nätet inte används enligt 62.933, 63.414 eller 63.422.

*Beträffande mekaniska armeringsskarvar, se 42.422 och 43.61.*

- 44.314 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  $\varnothing 16$ .
- 44.315 Med ändring av vad som anges i BBK 94, avsnitt 6.2.6.2, ska bygelarmering till balkar alltid utformas som tvåskärig.
- 44.316 All armering i betongkonstruktioner i vägmiljö eller marin miljö ska utföras så att elektrisk kontakt kan garanteras mellan armeringsstängerna.

## **44.32 Spänd armering**

- 44.321 Spännbetongarbete ska utföras enligt separat arbetsbeskrivning gällande för avsett system.

*Särskilt betydelsefullt är att ankarplattor och dylikt placeras rätt i förhållande till kabelriktning och att förankringarna inte rubbas ur sitt rätta läge under gjutningen.*

Kabeln ska vara rak och ha en orientering som är vinkelrät mot förankringen på sträckan 1,0 m närmast förankringen.

- 44.322 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 efter samråd med Vägverket korrosionsskyddande åtgärder. Vid goda förhållanden kan kabelkanalerna tätas vid förankringar och luftningsrör. Eventuella dräneringsrör i lågpunkterna bör dock hållas öppna.*

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

- 44.323 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.
- 44.324 I närheten av spännarmering godtas inte att svetsnings- och brännskärningsarbete utförs.
- 44.325 Förankringar ska placeras så att framtida reparation och utbyte av övergångskonstruktioner inte försvåras.

### **44.33 Foderrör för spännarmering**

- 44.331 Efterspänd armering i betongkonstruktion ska dras fram i foderrör enligt 43.65.
- 44.332 Foderrör 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.
- 44.333 Foderrör 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, på inbördes avstånd enligt 91.6, ska användas för att fixera spännarmeringen.

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

44.335 Om frysrisk föreligger ska foderrören förses med dräneringsrör i lågpunkter. Dräneringsrör från olika foderrör ska anordnas med minst 100 mm inbördes avstånd.

#### **44.34 Uppspänning**

44.341 Före uppspänningen ska spännutrustningen kontrolleras och kalibreras. Vidare ska det kontrolleras att foderrören inte satts igen på grund av läckage under betonggjutningen.

44.342 Uppspänningen ska ske enligt spännlistan. Vid uppspänningen ska såväl förlängningen som spännkraften mätas för varje spännkabel.

*Spännlistan bör 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 eventuell ompänning ska utföras först sedan uppspänningen godtagits av Vägverket.

*Vid ogynnsamma väderförhållanden bör beaktas att betongens hållfasthetstillväxt kan fördröjas.*

#### **44.35 Epoxibelagd armering**

Epoxibelagda armeringsstänger ska hanteras och monteras så att epoxiskiktet inte skadas. Hanteringsinstruktioner ska anges i en separat arbetsbeskrivning.

En stång med skador i epoxiskiktet, motsvarande mer än 1% av stångens yta, ska kasseras. Skador på stångänden räknas inte.

På en stång ska alla skador synliga för blotta ögat repareras med bättringsfärg som leverantören tillhandhåller. Högst 10% av stångens yta godtas vara täckt med bättringsfärg. Alla synliga skador i epoxiskiktet ska repareras snarast efter det att de har uppstått.

Epoxibelagd armering godtas inte vid något tillfälle komma i direkt kontakt med salt.

*Se även Betonghandbok-arbetsutförande, 9.9:2.7.*

## 44.4 Betongarbete

### 44.41 Gjutning

44.411 Betongen ska proportioneras, gjas och efterbehandlas så att påkänningar av krympning och temperaturskillnader inom konstruktionen begränsas.

*Beträffande gjutning och bearbetning av betong (skiktjocklek, störthöjd, stighastighet, vibreringsinsats etc), se Betonghandbok - arbetsutförande, kapitel 11.*

Sprickrisken under härdningsförloppet ska beaktas enligt kraven i bilaga 9-5.

Vid vattentäta konstruktioner enligt 42.136 ska spricksäkerhetsberäkning enligt bilaga 9-5.4 utföras.

*Temperatur och temperaturgradient i betong under härdningsförloppet bör kontrolleras enligt 45.52.*

44.412 När gjutning av balkar och brobaneplatta sker vid samma tillfälle ska gjutuppehåll göras efter det att balkarna gjutits så att betongen hinner sätta sig. Därefter ska balken eftervibreras samt plattan gjas.

*Gjutuppehållet bör vara 1-2 timmar.*

44.413 Vid gjutning av plattrambro ska gjutuppehåll göras mellan frontmur och brobaneplatta enligt 44.412.

*Vid gjutning av plattrambro bör eventuell gjutfog förläggas i votens underkant och förlängas ut i vingmurarna om så är möjligt med hänsyn till estetiska krav. Om så inte är fallet bör gjutfog mellan frontmur och brobaneplatta i plattrambro utformas enligt typritning 561:1T-1, rev A.*

### 44.42 Gjutfog

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

44.422 Erforderliga gjutfogar i brobaneplattan vid enspanns plattrambroar ska anordnas längsgående.

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

44.424 Motgjutningsytan ska behandlas och rengöras så att en yta som har tätt förekommande ojämnheter med i genomsnitt minst 2 mm djup erhålls.

## 44.43 Efterbehandling

44.431 Med tillägg till vad som anges i BBK 94, avsnitt 8.5.2.4, ska betongen härdas enligt följande.

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 form av trä på vertikala ytor kan i detta sammanhang likställas med vattenhärdning.*

Vatten som används vid härdning ska uppfylla renhetskrav enligt 43.24. Vidare ska vattnets temperatur inte understiga +5°C.

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

*Brodel över elektrifierad järnväg bör alltid härdas enligt metod A.*

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

Membranhärdare godtas inte på betongytor som senare ska isoleras eller ytbehandlas.

44.432 Betong med tillsats av silikastoft enligt 43.26 ska härdas enligt metod W i minst fem dygn. Vidare ska åtgärder vidtas för att motverka en uttorkningschock efter avslutad vattenhärdning.

44.433 Överytan på en brobaneplatta, trafikerad bottenplatta etc ska ges den enligt ritning avsedda formen och sådan jämnhet som fordras med hänsyn till isoleringens funktion.

Lokala ojämnheter större än 4,0 mm på 1,0 m mätlängd godtas inte. Skarpa grader och större ojämnheter ska utjämnas.

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

Vad beträffar lokala ojämnheter, se 44.433.

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

44.435 Kantbalkens insida och brobaneplattans överyta ska behandlas enligt 62.211.

#### **44.44 Tillverkning av betongmassa på byggplats**

Tillverkning av betongmassa på byggplats kräver tillstånd av Vägverket, VTb, i varje enskilt fall.

#### **44.5 Speciella arbetsförfaranden**

##### **44.51 Injektering av foderrör till spännkablar**

Injektering av foderrör till spännkablar ska utföras enligt bilaga 9-1.

##### **44.52 Motgjutning av förankringar**

Efter injektering av spännkablar enligt 44.51 ska förankringsanordningarna motgjutas med betong av samma kvalitet som i överbyggnaden i övrigt. Täcksiktet enligt avsnitt 41.3 ska uppfyllas.

Gjutfogen ska förseglas enligt 62.239.

##### **44.53 Undergjutning**

Undergjutning av lager etc ska utföras enligt 65.35.

##### **44.54 Ytbehandling**

44.541 Ytbehandling med ytbehandlingspreparat enligt 43.722 ska utföras i två separata behandlingar med minst en månads och högst ett års mellanrum.

*Preparatet påförs vid varje behandling enligt tillverkarens rekommendationer.*

Ytbehandlingen ska utföras efter det att bron isolerats och kantförseglats samt räcken monterats och gjutits fast.

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

44.542 För konstruktioner med ena ytan mot fyllning ska eventuella gjutfogar förseglas. Gjutfogen mellan ramben och brobaneplatta ska förseglas på ytan mot fyllningen enligt 62.389 eller 62.436. För övriga gjutfogar i frontmur, ramben eller stödmur godtas dessutom att ytan mot fyllning förseglas enligt 62.236.

##### **44.55 Injektering av sprickor**

Sprickor, vilka påverkar konstruktionens bärförmåga eller beständighet, ska injekteras enligt 74.51.



---

*Detta innebär att sprickor bör injekteras när sprickbredden överstiger 0,2 mm. För spännbetongkonstruktioner bör detta ske för sprickbredder större än 0,1 mm.*

## **44.6 Toleranser**

### **44.61 Spännkabel**

Med ändring av vad som anges i BBK 94, avsnitt 8.9.2.2, ska läget för respektive spännkabel avvika från läge på ritning med högst  $\pm 10$  mm i såväl vertikal- som horisontalled.

### **44.62 Viktreducerande ursparing**

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

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

## **45. Kontroll**

### **45.1 Allmänt**

#### **45.11 Arbetsledning och tillsyn**

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

*Med utbildning till "Klass I-kompetens" avses av "Rådet för behörighetskurser inom betongområdet" godtagen kurs.*

BBK 94, avsnitt 9.1.1, gäller inte.

#### **45.12 Kontrollplan**

Med ändring av vad som anges BBK 94, avsnitt 9.1.2, ska kontrollplan upprättas enligt avsnitt 11.5.

Tilläggskontroll ska omfatta kontroll av spännarmeringens linjeföring.

## **45.2 Betong och betongprodukter**

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

Cement enligt 43.22 och mineraliska tillsatsmedel enligt 43.26 ska vara certifierade enligt 10.81.

### **45.22 Ballast och vatten**

Ballast enligt 43.23 och vatten enligt 43.24 ska minst vara verifierade enligt 10.823.

### **45.23 Tillsatsmedel**

Tillsatsmedel enligt 43.25 ska minst vara verifierat enligt 10.822.

Verifikatet ska inte vara äldre än fyra år.

### **45.24 Betong**

Betong enligt 43.3 ska vara certifierat enligt 10.81.

### **45.25 Betongelement**

Betongelement enligt 43.4 ska vara certifierat enligt 10.81.

## **45.26 Undergjutningsbruk**

Undergjutningsbruk enligt 43.52 ska vara certifierat enligt 10.81.

*En förteckning över av Vägverket, VTb, godtagna undergjutningsbruk redovisas i avsnitt 91.2.*

## **45.27 Igjutningsbruk**

Igjutningsbruk enligt 43.53 ska vara certifierade enligt 10.81.

*En förteckning över av Vägverket, VTb, godtagna igjutningsbruk redovisas i 91.21.*

## **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 Vägverket, VTb.

*En förteckning över av Vägverket, VTb, godtagna spännsystem och spänneheter redovisas i avsnitt 91.6.*

### **45.33 Epoxibelagd armering**

Epoxibelagd armering enligt 43.64 ska vara godtagen av Vägverket, VTb. Godtagandet är giltigt under en tid av högst 12 månader för en specificerad kombination av

- epoximaterial (fabrikat och beteckning på pulver samt reparationsepoxi)
- tillverkare (företag och beläggningsanläggning)
- leverantör i Sverige.

*Av Vägverket, VTb, godtagen epoxibelagd armering redovisas i 91.51.*

### **45.34 Foderrör för spännarmering**

Foderrör enligt 43.65 ska minst vara verifierade enligt 10.823.

## **45.4 Övriga produkter**

### **45.41 Fogband**

Fogband enligt 43.71 ska minst vara verifierade enligt 10.823.

### **45.42 Ytbehandlingsprodukter för betong**

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

Målningsystem enligt 43.723 ska minst vara verifierade enligt 10.823.

Klotterskydd enligt 43.724 ska minst vara verifierade enligt 10.823.

Gjutfog behandlad med retarderande medel enligt 43.725 ska minst vara verifierade enligt 10.823.

### **45.43 Kvarsittande gjutavstängare**

Kvarsittande gjutavstängare enligt 43.73 ska minst vara verifierade enligt 10.822. Verifikatet ska inte vara äldre än fyra år.

### **45.44 Distansklotsar**

Distansklotsar enligt 43.74 ska minst vara verifierade enligt 10.823.

### **45.45 Kvarsittande form**

Kvarsittande form enligt 43.75 ska minst vara verifierade enligt 10.823.

## **45.5 Utförandekontroll**

### **45.51 Betong**

45.511 Utförandekontroll av hållfasthet ska utföras genom utborrning och provtryckning av  $\varnothing 100 \times 100$  mm cylindrar enligt SS 13 11 11, SS 13 11 13 och SS 13 72 30. Erhållna resultat ska värderas enligt BBK 94, avsnitt 7.3.3.3. 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  $50 \text{ m}^3$  godtas att endast en cylinder tas ut.

45.512 Utförandekontroll av frostbeständighet ska utföras genom utborrning och frysprovning av cylindrar. Dessa cylindrar ska provas enligt SS 13 72 44, förfarande III. Antalet cylindrar ska vara minst en per varannan gjutetapp.

För varje bro och betongsammansättning ska dock minst sex cylindrar tas ut.

Om betongvolymen understiger 50 m<sup>3</sup> godtas att endast tre cylindrar tas ut.

45.513 Resultatet från frysprovningen ska uppfylla kraven enligt 43.322.

45.514 Uttaget av cylindrar ska fördelas jämt över samtliga i bron ingående konstruktionsdelar.

45.515 Provning enligt 45.511 och 45.512 ska utföras vid ett organ enligt 10.83. Ett ackrediterat organ godtas inte utföra provning på prover från fabrik med samma ägare som organet.

45.516 Betongelement enligt avsnitt 43.4 ska med undantag av vad som framgår av 45.511 till och med 45.515 fortlöpande verifieras enligt 43.42.

## 45.52 Temperatur

Av kontrollplanen ska framgå hur temperaturutvecklingen ska verifieras. Mätning och registrering ska ske med ingjutna givare.

*Om mätning och registrering inte behöver utföras ska detta verifieras genom beräkning. Se bilaga 9-5.*

## 45.53 Spännarmering

45.531 Kontroll av spännarmeringens linjeföring ska ske enligt 45.12.

45.532 Kontroll av injekteringsbruk ska ske enligt bilaga 9-1.

## 45.54 Anslutning för elektrokemisk potentialmätning

Kontroll av anslutning enligt 41.129 och 44.316 ska utföras.

## 45.55 Betongelement

Kontroll av betongelementens toleranser enligt 43.425 ska utföras.

## 45.56 Viktreducerande ursparing

Kraven på viktreducerande ursparingar enligt 44.21 ska vara uppfyllda innan gjutning.

**45.57 Epoxibelagd armering**

Kraven på epoxibelagd armering enligt bilaga 9-3 ska vara uppfyllda för monterad armering innan gjutning.

## **46. Undervattensgjuten konstruktion**

### **46.1 Allmänt**

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

*De råd som anges i Betonghandbok-arbetsutförande, kapitel 26 bör följas.*

### **46.11 Tillåtelse**

Undervattensgjutning godtas endast då så är angivet på arbetsritningen.

Med ändring av vad som anges i BBK 94, 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 i konstruktionen. Då bör betongen tillsättas AUV-medel enligt 46.28 och gjutningen utföras enligt 46.44. Åtgärder bör vidtas så att inte kylslingorna skadas av det flyttbara gjutröret.*

### **46.12 Dimensioneringsvärden**

För undervattensgjuten konstruktion ska de dimensioneringsvärden som gäller för hållfasthetsklass K 25 tillämpas. När kraven enligt 46.33 är uppfyllda godtas att K 30 tillämpas.

### **46.13 Arbetsledning**

Gjutningen ska utföras under ledning av en person som certifierats av organ som ackrediterats av Styrelsen för teknisk ackreditering, SWEDAC, eller av SWEDAC:s avtalspart eller som godtagits av Vägverket, VTb. Certifieringen ska utföras på basis av krav som anges i "Undervattensgjuten betong, behörighet för arbetsutförande och kontroll" utgiven av Betonglaboratoriet i Norrköping AB. Med Betonglaboratoriet i Norrköping AB avses certifieringsorganet.

*Organ som godtagits av Vägverket, VTb, framgår av kapitel 93.*

### **46.14 Dimensioner**

En konstruktion som gjuts under vatten ska ges en tjocklek av minst 1,00 m.

### 46.15 Sprickfrihet

En undervattensgjuten, oarmerad bottenplatta, ska påvisas vara osprucken enligt BBK 94, avsnitt 3.5 och 4.5.3, varvid spricksäkerheten  $\zeta=2,5$  ska förutsättas. En oarmerad bottenplatta ska beräknas utan hänsyn till den armering som läggs in enligt 46.313.

### 46.16 Gjutfogar

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

*Gjutfogarna kan i princip utföras enligt ritning 582:1 T-a, rev B.*

### 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 Allmänt

Betongen ska, som tillägg och komplement till vad som anges i kapitel 43, uppfylla kraven enligt 46.22 t o m 46.28. Betongen ska vara certifierad enligt 10.81.

### 46.22 Hållfasthetsklass

Undervattensgjuten konstruktion ska gjas med betong av lägst hållfasthetsklass K 35.

### 46.23 Cementhalt

Cementhalten ska vara minst 350 kg/m<sup>3</sup>. I det första lasset betong som tillförs i ett gjutrör ska cementhalten vara minst 400 kg/m<sup>3</sup>.

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



#### **46.24 Finmaterialhalt**

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

#### **46.25 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 mm godtas inte.

*Vid sättmått över 180 mm är separationsrisken stor, medan sättmått under 120 mm ger en alltför styv betong med hänsyn till flytförmågan. För betong där AUV-medel, enligt 46.28, tillsatts gäller inte ovanstående riktlinjer beträffande sättmått.*

#### **46.26 Retarderande tillsatsmedel**

För att förbättra och förlänga betongmassans rörlighet ska retarderande tillsatsmedel enligt 43.25 användas. Tillsatsmedlet ska dessutom vara förundersökt i kombination med aktuell betongmassa, cementfabrikat och aktuella ballastfraktioner i avsedda blandningsproportioner.

Betongmassan 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 bör roteraren vara avslagen fram till strax före leverans av betongmassan.*

Det retarderande tillsatsmedlet ska vara fosfat- eller hydroxycarboxylsyrbaserat.

Om tillsats av AUV-medel enligt 46.28 visat sig ge tillräcklig retarderande effekt godtas att retarderande tillsatsmedel inte tillsätts betongmassan.

#### **46.27 Frostbeständighet**

Med ändring av vad som anges i BBK 94 och avsnitt 43.3 godtas att betong till undervattensgjuten betongkonstruktion inte är frostbeständig.

#### **46.28 Antiutvaskningsmedel**

Antiutvaskningsmedel (AUV-medel) ska användas då statiskt verksam armering läggs in enligt 46.33.

Med ändring av vad som anges i 43.25 och 45.23 ska AUV-medel provas enligt bilaga 9-4 samt vara certifierat enligt 10.81.

*Av Vägverket, VTb, godtagna AUV-medel och utprovad dosering anges i 91.4.*

Betongmassans tillstyvnadstid och hållfasthet ska provas enligt 46.25. Betongmassans konsistensförändring under längre transport ska också provas.

*En provpumpning bör utföras.*

## 46.3 Armering

### 46.31 Allmänt

46.311 Armering i undervattensgjuten konstruktion ska väljas med så stor stångdiameter som möjligt. Centrumavståndet mellan armeringsstängerna ska vara minst 200 mm. Armeringen ska utföras i ett lager.

Kamstänger med diametern minst 20 mm ska användas.

46.312 Med ändring av vad som anges i avsnitt 41.3 ska det täckande betongskiktet i undervattensgjuten betongkonstruktion vara minst 100 mm. Det täckande betongskiktet till underytan på en platta gjuten mot jord ska vara minst 150 mm.

*Täckande betongskikt för undervattensgjuten konstruktion bör maximalt vara 250 mm.*

46.313 Undervattensgjutna bottenplattor ska i såväl längs- som tvärled förses med underkantsarmering i en mängd (area) motsvarande 0,05% av hela betongtvärsnittets area.

Om den maximala dragpåkänningen 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).

*Denna armering läggs även in i bottenplatta som antas oarmerad.*

46.314 Epoxibelagd armering godtas inte som horisontell armering i konstruktion som undervattensgjuts i havsvatten.

46.315 Med ändring av vad som anges i 42.321 godtas att ytarmering i undervattensgjuten konstruktion slopas.

## 46.32 Vertikal armering

Vertikal armering förankrad i en oarmerad undervattensgjuten bottenplatta ska monteras enligt 46.45.

I bottenplattor som undervattensgjuts i havsvatten ska epoxibelagd armering monteras enligt 46.454.

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. Armeringen ska hela tiden vara förankrad.

## 46.33 Statiskt verksam armering

Statiskt verksam armering godtas endast under följande förutsättningar.

- Betongen tillsätts AUV-medel enligt 46.28.
- Gjutningen utförs enligt 46.44.
- Separat arbetsbeskrivning upprättas.

## 46.4 Utförande

### 46.41 Åtgärder före gjutning

46.411 Före gjutningen ska schaktbotten vara väl avplanad och iordningställd enligt 34.26. Se även 46.511.

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.

Formen 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.

46.422 Under gjutningens gång ska rörets nedre ände ständigt hållas minst 0,5 m under betongens överyta.

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

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

### **46.43 Gjutning med gjutrör och tratt**

46.431 Betongmassan ska föras ned genom höj- och sänkbara gjutrör försedda med tratt. Gjutrören ska placeras så att avståndet mellan rören blir högst fyra meter och avståndet från rör till form högst två meter.

46.432 Vid gjutningens början ska gjutrörens mynning sänkas ned till motgjutningsytan. Rören ska fyllas ända upp innan betongen släpps ut genom den nedre öppningen.

Eventuellt vattengenomslag ska protokollföras.

46.433 Gjutningen ska pågå i samma rör tills dess att betongen flutit ut till angränsande rör, varefter gjutningen kan påbörjas i dessa.

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

46.441 Betongmassan ska pumpas ned genom ett enda gjutrör. Gjutröret ska vara försett med påvisad funktionsduglig mynningsventil. Gjutröret måste kunna flyttas och styras i valfri riktning.

46.442 Gjutningen ska inledas med att det med betong fyllda gjutröret ställs på botten och mynningsventilen öppnas samtidigt som pumpningen påbörjas.

46.443 Gjutningen ska utföras med "gjutfront" eller med "horisontell överyta". Under gjutningens gång ska tillses att betongen har en överhöjning i mitten av formen.

*Slam på betongytan förs på detta sätt åt sidorna.*

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

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

### **46.45 Montering av vertikal armering**

46.451 Vertikal armering ska monteras i undervattensgjuten bottenplatta enligt 46.452, 46.453 eller 46.454.

46.452 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.

46.453 Montering 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.

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

46.454 Montering ska utföras genom borrning med efterföljande fastinjektering av armeringsstänger. Centrumavståndet mellan armeringsstångerna ska vara större än 150 mm.

Fastinjektering av armeringsstänger ska utföras i torrhet enligt 70.631.

## 46.46 Åtgärder efter gjutning

Betongytan ska hållas fuktig och skyddas med värmeisolering under de första fem dyggen efter gjutning.

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 44.424.

*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 Schaktbotten och åtgärderna enligt 46.411 ska besiktigas och godtas av Vägverket innan gjutningen påbörjas.

46.512 Med ändring av vad som anges i BBK 94, avsnitt 9.3.3, ska fortlöpande provning av hållfasthet alltid ske. Två kuber ska tas ut från varje gjutningstillfälle. Sammanlagt ska minst 9 kuber tas ut från varje bro för varje använd betongsammansättning. De kuber som tas ut ska uppfylla kraven för hållfasthetsklass K 35.

Provning av betongens konsistens ska utföras på minst vart tredje betonglass.

46.513 Ur varje undervattensgjuten konstruktionsdel ska borrhärdar tas ut enligt tabell 46-1. Antalet borrhärdar ska dock begränsas så att deras inbördes centrumavstånd är minst 2,0 m.

Borringen ska utföras av en person som certifierats av organ som ackrediterats av Styrelsen för teknisk ackreditering, SWEDAC, eller av SWEDAC:s avtalspart eller som godtagits av Vägverket, VTb. Certifieringen ska utföras på basis av krav som anges i "Undervattensgjuten betong, behörighet för arbetsutförande och kontroll" utgiven av Betonglaboratoriet i Norrköping AB. Med Betonglaboratoriet i Norrköping AB avses certifieringsorganet.

*Organ som godtagits av Vägverket, VTb, framgår av kapitel 93.*

**Tabell 46-1 Antal borrhärdar**

- 1 borrhärd vid betongvolym	<50 m <sup>3</sup>
- 2 borrhärdar 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>

Utborrade cylindrar  $\varnothing 100 \times 100$  mm ska vid provning uppfylla kraven för hållfasthetsklass enligt 46.12.

Borrhärdarna ska borrar så långt att högst ca 0,2 m återstår till konstruktionens bottenyta. Minst hälften av kärnorna ska borrar lutande ( $30^\circ$ - $60^\circ$  från lodlinjen) och resterande kärnor ska borrar vertikalt. Ur varje borrhärd ska två minst 100 mm långa bitar tas ut för tryckprovning, dels en där betongen bedöms vara sämst och dels en där betongen bedöms vara normal.

Efter utborring ska cylindrarna förvaras i  $+20^\circ\text{C}$  tills de sänds för provtryckning. I övrigt, se 45.51.

Utborring och okulärbesiktning av betongkärnor ska dokumenteras.

*Protokoll enligt bilaga 9-7 bör användas.*

Borrhärdarna 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 gjutrör 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, lufkudde vid skifte av gjutrör eller otät skarv på gjutröret).*

De för uttagning av borrkärnor uppborrade hålen ska länsas på vatten och därefter gjutas igen med betong.

## **46.52 Utförande kontroll av armering**

Vid montering av armering enligt 46.453 eller 46.454 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 tillses att vinkeln mellan dragriktningen och den ingjutna armeringsstången inte överstiger  $5^\circ$ .*

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

## 47. Förbättring av betongkonstruktioner

### 47.1 Allmänt

Tillståndet ska vara tillräckligt utrett innan förbättring påbörjas, se avsnitt 70.4 och 70.5.

*Kompletterande beräkningsförutsättningar anges i avsnitten 20.4 och 70.6.*

*Vid förbättring av betongkonstruktioner tillämpas dels samma teknik som vid reparation, t ex pågjutning och dels speciella metoder, t ex pålimmade stålplåtar.*

*Balkbroar och balkrambroar kan t ex förbättras genom att tvärsnittskapaciteten ökas med armerad pågjutning eller med yttre spännarmering.*

*Plattbroar och plattrambroar kan t ex förbättras genom att tvärsnittskapaciteten ökas med armerad sprutbetong i underkant. Tvärsnittskapaciteten kan också ökas med armerad pågjutning av brobanaplattan i överkant.*

### 47.2 Tvärsnittskapacitet

#### 47.21 Momentkapacitet

Momentkapaciteten ökas genom kompletterande armering i en pågjutning. I fråga om balkar eller pelare ska den nya armeringen omslutas med byglar som förankras i eller omsluter den gamla konstruktionen.

*Momentkapaciteten kan också ökas genom utanpåliggande efterspända linor eller dragstag alternativt pålimmade stålplåtar.*

#### 47.22 Tvärkraftskapacitet

Tvärkraftskapaciteten ökas genom vertikala eller sneda byglar i en pågjutning.

*Byglarna kan även vara placerade i hål som borrats genom konstruktionen.*

*Byglarna bör efterspännas och injekteras.*

*Efterspänning är vanlig när skjuvsprickor uppstått.*

*Beträffande beräkningsprinciper för tvärkraftsförstärkning, se Öberg S: "Efterspänd skjuvarmering för förstärkning av betongkonstruktioner." Bygg & Teknik, 1984:8.*



*Tvärkraftskapaciteten kan också förstärkas genom utanpåliggande efterspända linor eller dragstag alternativt pålimmade stålplåtar.*

## **47.23 Normalkraftskapacitet**

Normalkraftskapaciteten ökas vad gäller tryckkraft genom armerad pågjutning och vad gäller dragkraft genom utanpåliggande efterspända linor eller dragstag, alternativt pålimmade stålplåtar.

## **47.3 Förbättringsmetoder**

### **47.31 Pågjutning**

Armerad pågjutning utförs för att momentkapaciteten och i vissa fall också tvärkraftskapaciteten ska öka.

*Armeringen bör placeras i en pågjutning. I plattor kan armeringen även gjutas fast i sågade eller frästa spår.*

*Beträffande kraftöverföring mellan ny och gammal betong, se 70.62.*

Kontroll ska utföras så att inte  $f_{yk}$  uppnås i den ursprungliga konstruktionens armering för laster i bruksgränstillståndet enligt 22.251. Se även avsnitt 20.4.

*En pågjutning kan utföras som tillägg i tryckzon, i dragzon, på balkliv eller som en kombination av dessa.*

*Pågjutningen kan utföras som konventionell gjutning eller med sprutbetong.*

### **47.32 Yttre armering**

47.321 Kompletterande ny armering används för ökning av moment- eller tvärkraftskapacitet.

*Yttre armering för balkar kan med fördel appliceras som utanpåliggande spännarmering, stänger eller linor. I dessa fall måste korrosionsskyddet ägnas stor uppmärksamhet. Detsamma gäller det statiska verkningssättet.*

47.322 Kompletterande ny skjuvarmering anbringas som vertikala eller sneda byglar, se 47.22.

**47.33 Pålimmade stålplåtar**

47.331 Stålplåtar limmade med epoxi direkt mot betongen godtas utnyttjade som böj- eller skjuvarmering.

47.332 Vid beräkningen ska plåtens dimensioner och påkänningar i limfog och plåt beaktas.

47.333 För pålimmade plåtar på en armerad betongbalks dragna sida ska följande villkor vara uppfyllda.

$$150 < b < 300 \text{ mm}$$

$$3 < t < 6 \text{ mm}$$

$$1 < s < 3 \text{ mm}$$

$$b/t \geq 50$$

Erforderlig förankringslängd, utanför det snitt som avses att förstärkas, ska bestämmas enligt

$$l_v = \frac{k_v \cdot f_{yd} \cdot t}{f_{ct}} \geq 400 \text{ mm}$$

$b$  bredd på stålplåt (mm)

$t$  tjocklek på stålplåt (mm)

$s$  tjocklek på limskikt (mm)

$k_v$  1,5

$f_{yd}$  flytgräns hos stålplåt (MPa)

$f_{ct}$  betongens draghållfasthet (MPa)

$l_v$  erforderlig förankringslängd (mm).

Den totala plåtbredden ska understiga 1/3 av betongtvärsnittets bredd.

För att inte få ett alltför överarmerat tvärsnitt gäller att  $x/d$  ska vara högst 0,4, där  $x$  är tryckzonshöjden och  $d$  är effektiva höjden.

Förankring av ändar och överlapp av plåten ska utföras med skruvförband som beräknas för att ta upp aktuella fläckkrafter i fogen.

Svetsade skarvar godtas inte.

*Limfogen börjar förlora sin hållfasthet redan vid temperaturer kring 100°C. Detta måste beaktas vid beläggnings- och isoleringsarbeten, där massorna kan ha temperaturer på drygt 200°C. Se 62.386.*

47.334 Limmet ska ha god vidhäftning mot stål respektive betong.

Tvåkomponents epoxibruk, med maximal tillsats av filler på 1:1 i förhållande till epoxivikten, ska användas.

*Bindemedlet bör vara en lågmolekylär epoxi.*

*Det bör observeras att epoxilimmets härdning är starkt temperaturberoende.*

Provning av epoxi utförs enligt bilaga 9-24 som också innehåller materialkrav. Epoxibruk ska minst vara verifierat enligt 10.822. Verifikatet ska inte vara äldre än fyra år.

47.335 Limning godtas inte ske mot skadad betong. Se avsnitt 70.5.

Före limning ska porösa ytskikt, som t ex cementhud, avlägsnas. Limytorna, såväl stål som betong, ska därefter rengöras genom blästring. Oljeavskiljare ska användas. Slutlig rengöring ska utföras med dammsugare.

Omgående efter blästring ska en för ändamålet avsedd primer påföras på plåten.

Om limningen sker efter mer än 24 timmar ska primern torkas av med en ren trasa fuktad med aceton eller med en 5%-ig citronsyralösning.

Limmet ska appliceras på plåtarna på ett sådant sätt att luftfickor inte bildas vid montering av plåtarna mot betongen.

*Limfogen bör med hänsyn till krypdeformationer inte vara för tjock, se 47.333, vilket fordrar tillräckligt slät betongyta. Eventuella grader och ojämnheter bör utjämnas genom slipning. Ytan bör inte uppvisa större råhet än 1,0 mm. Eventuella gjutsår bör uppspacklas med epoxilim.*

Plåtarna ska appliceras mot betongytan under tryck, vilket ska vidmakt hållas under den tid epoxilimmet härdar.

Frånsett limningsytan ska plåtarna ytbehandlas enligt avsnitt 55.3.



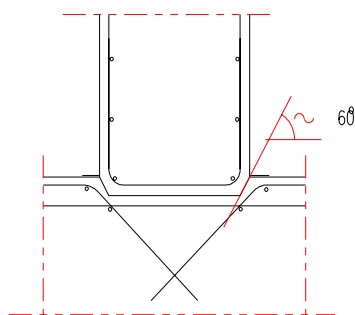
## Bilaga 4-1

### Betongleder

#### .1 Allmänt

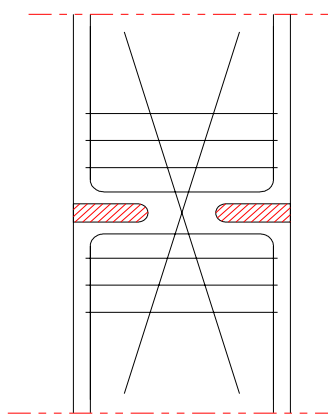
.11 Betongled ska beroende på last och miljö utföras enligt ett av alternativen angivna i .12, .13 eller .14.

.12 Betongled med bred skål och klack enligt figur 1 är avsedd för liten last. Se .52.



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

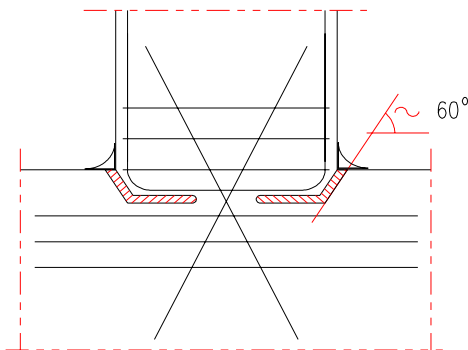
.13 Betongled med ledhals enligt figur 2 är avsedd för stor last.



**Figur 2** Betongled med ledhals

## Bilaga 4-1

- .14 Betongled med försänkt ledhals enligt figur 3 är avsedd för stor last.



**Figur 3** Betongled med försänkt ledhals

## .2 Placering

- .21 Betongled enligt .12 är godtagen för att placeras under vatten- eller markytan.
- .22 Betongled enligt .13 ska placeras minst 0,2 m över markytan respektive minst 0,30 m över HHW. Ledhalsen ska inte utsättas för vågskvalp eller isnötning.
- .23 Betongled enligt .14 är godtagen för att placeras under vatten- eller markytan under förutsättning att antingen
- ledhalsens armering är epoxibelagd enligt 43.64 eller
  - ledhalsens armering är katodiskt skyddad mot korrosion.

## .3 Utformning

- .31 Betongled enligt .12 ska utformas med minst 45 mm djup skål och med kantytor lutande ca 60° mot kontaktplanet.
- Skålens djup bör vara cirka 1/5 av skålens bredd.*
- .32 Betongled enligt .13 eller .14 ska utformas med minst 150 mm bred ledhals. Ledarmeringen ska placeras i en rad centriskt i ledhalsen.
- För betongled med ledhals ska en spalt anordnas med sådan höjd att en vinkeländring på minst ±15‰ kan ske. En spalt ska även anordnas på ledhalsens kortsida och där ges djupet 50 mm.

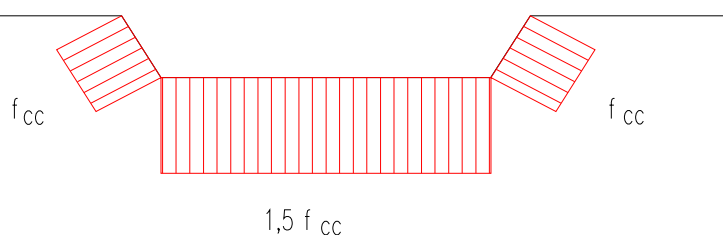
## Bilaga 4-1

- .33 Betongled enligt .14 ska utformas med 90-100 mm djup skål och med kantytor lutande ca  $60^\circ$  mot kontaktplanet.
- Spalten i försänkningens kantytor ska utföras 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 under förutsättning att anliggningsbredden är noll.
- .42 Med ändring av vad som anges i BBK 94, avsnitt 3.10, gäller för betongled enligt .12 att kontakttrycket i skålens botten ska understiga  $1,5 f_{cc}$ . 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 betongled

- .43 Tvärkraften i betongled med ledhals ska begränsas enligt BBK 94, avsnitt 3.11. Betongleden ska betraktas som fog med skrovlig rengjord yta, såvida inte annat visas vara riktigare.
- .44 Betongled enligt .13 och .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. Påkänningen ska högst uppgå till  $f_{yk}$ .

### .5 Bruksgränstillstånd

- .51 Betongled med ledhals ska armeras med stänger med diametern minst 20 mm.
- .52 För betongled enligt .12 ska normalkraften för laster enligt 22.251 högst vara 0,20 MN/m.

## Bilaga 4-1

- .53 Vinkelrörelsen i betongled ska vara högst 10 % räknat från läget vid gjutningen.

*Beträffande beräkning av vinkelrörelsen, se 65.223.*

### **.6 Material**

- .61 Betongled ska i sin helhet utföras av torrhetsgjuten betong.
- .62 Fogmassan för tätning av betongled ska uppfylla krav enligt kapitel 64.
- .63 Cellneoprenet ska vara icke vattenupptagande, dvs porerna ska vara slutna.

### **.7 Utförande**

- .71 Betongled enligt .12 eller .14 ska utföras tätad då den förläggs under vatten- eller markytan. Detta uppnås genom försegling med fogmassa. Krav enligt avsnitt 64.4 ska gälla i tillämpliga delar.
- .72 I betongled enligt .13 eller .14 ska spalten utformas med cellneopren.
- .73 I betongled enligt .12 ska ett lager tätskiktspapp av kvalitet YAL 2500 eller likvärdig läggas mellan skål och klack. Alternativt 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 62.42.



## Bilaga 4-2

# Broar med förespända prefabricerade huvudbalkar

## .1 Allmänt

Brobanaplattan ska samverka med den prefabricerade balken. Då kontinuiteten över stödet ordnas med ospänd armering ska .2 tillämpas.

## .2 Beräkning

Vid beräkning av tröghetsmomentet godtas att betongens bruttotvärssnitt används. Elasticitetsmodulen ska sättas till  $E_c$  i osprucket tvärssnitt (stadium I) och till  $0,5 E_c$  i sprucket tvärssnitt (stadium II). Sprucket tvärssnitt 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 94, avsnitt 4.5.3

$f_{ctk}$  draghållfasthet enligt BBK 94, avsnitt 2.4.2.

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

- Tillverkning
- Balkmontage
- Etappvis pågjutning av platta
- Beläggning
- Trafiklast

I de fall ett förespänt prefabelement 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 prefabricerade balkarna anses vara spruckna om inte kravet enligt 42.312 är uppfyllt.

## Bilaga 4-2

### .3 Spännkraftförluster

Förlustberäkningen ska utföras enligt 21.172 och 21.173 med nedanstående ändringar.

Vid beräkningen av krympning ( $RH = 75\%$ ) och krypning godtas att detta sker enligt Betonghandbok-konstruktion, avsnitt 2.3.5 och 2.3.6.

Vid bestämning av spännarmeringens relaxation godtas att detta sker enligt av leverantören redovisat diagram fram till tidpunkten  $t=t_1$ , se 21.171. Efter denna tidpunkt ska 21.173 tillämpas.

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

*Denna krympningsdifferens beror på att balkarna kan förutsättas ha uppnått krympvärdet  $e_{cs} = 0,10 \cdot 10^{-3}$  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 lägst 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

Upplag för eventuell 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

# Brobaneplasser med viktreduserande ursparinger

## .1 Allmänt

Kraven avser brobaneplasser av betong i plattbroar och plattrambroar som har viktreduserande cirkulära hålrum med högst 0,9 m diameter.

Konstruktioner med hålrum med större diameter eller med annat tvärsnitt än cirkulärt ska behandlas som balkar med lådsektion.

Plattorna ska förutsättas ha två motstående fria kanter så att bäringen huvudsakligen sker i en riktning. Kraven gäller för plattor med en snedvinkelighet  $\phi$  högst  $45^\circ$ , se figur 1.

Avsteg från kraven i 4-3.2 kräver godtagande av Vägverket, VTb, i varje enskilt fall.

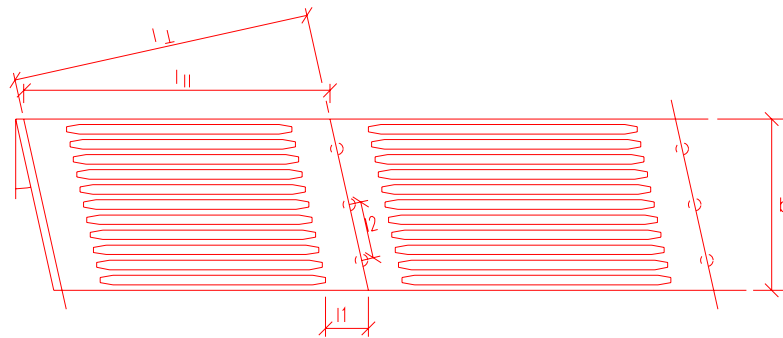
## .2 Utformning

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

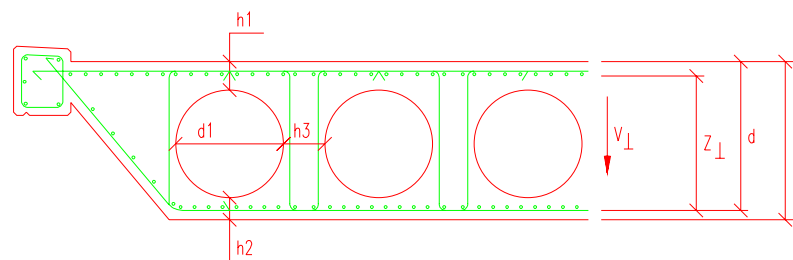
Snedvinkelighet	$\phi \leq 45^\circ$
Hålrumsdiameter	$d_1 \leq 0,9 \text{ m}$
Betongskikt över hålrum	$h_1 \geq 0,22 d_1$ , dock minst 0,15 m.
Betongskikt under hålrum	$h_2 \geq 0,15 \text{ m}$
Livtjocklek	$h_3 \geq 0,25(d_1 + 0,5) \text{ m}$
Avstånd mellan formelementens ände och stömlinje	$l_1 \geq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

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 stömlinjen än måttet  $l_1$  enligt ovan.

## Bilaga 4-3



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 ( $A_{sv\perp}$ ) med hänsyn till tvärkrafter ( $V_{\perp}$ ) i livets längdriktning ska bestämmas på vanligt sätt.

Tvärkrafter vinkelrät mot livets längdriktning ( $V_{\perp}$ ) ska beaktas.

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

## Bilaga 4-3

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

Om noggrann beräkning av  $V_{\perp}$  inte utförs godtas att det största av värdena enligt ekvation (1) och (2) tillämpas

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

$b$  plattans bredd i m. Se figur 1

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

$$\alpha = \begin{cases} \frac{3}{4} \phi & \text{inom ett avstånd understigande } l_{\perp} / 2 \text{ från de fria kanterna} \\ \phi & \text{i övrigt (avser innerdelen i breda plattor).} \end{cases}$$

I spännbetongplattor godtas att  $V_{\parallel}$  reduceras med  $V_p$  enligt BBK 94, avsnitt 3.7.3.4, före insättning i ekvation (2).

Tvärkraften  $V_{\perp}$  orsakar en horisontell skjuvkraft  $F$  i livet riktad vinkelrät mot detta. Denna skjuvkraft godtas beräknad enligt

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

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

Av skjuvkraften  $F$  orsakat böjande moment  $M_F$  i livet godtas beräknad 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

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

I brottgränstillståndet godtas att  $\sigma_F$  uppgår till högst  $f_{ct}$  utan att extra armering behöver läggas in. Överskrids detta värde ska hela momentet  $M_F$  täckas genom inläggning av tex vertikal bygelarmering. Armeringsarean i vardera sidan av livet godtas bestämd enligt

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

## Bilaga 4-3

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

### Gjutfogar i spännbetongkonstruktioner

#### 1. Allmänt

Vid utförande av gjutfogar vinkelrät mot spännarmeringen i spännbetongkonstruktioner ska nedanstående krav vara uppfyllda. I de fall spännarmeringen skarvas i fogsnittet ska dessutom kraven i .2 uppfyllas.

- .11 I fogsnitt gäller med ändring av vad som anges i 42.311 att beräkningsmässig dragpåkänning inte godtas för laster enligt 22.251.
- .12 Fogsnitt ska försees med genomgående armering av kvalitet Ks 60 i sådan mängd att minimiarmeringsprocenten  $r_{\min}$  minst lika med 0,5% uppnås. Om armering av kvalitet Ks 40 används ska  $r_{\min}$  vara minst 0,75% och vid K 500 minst 0,65%.  
Minimiarmeringskravet ska gälla varje konstruktionsdel som brobaneplatta, liv etc var för sig.
- .13 Hälften av den kompletterande armering som fordras enligt .12 alternativt .22 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.  $h_o$  ska sättas lika med 1 m om tvärsnittshöjden är mindre än 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 94.
- .14 I de delar av tvärsnittet där tryckpåkänningen är minst 4,0 MPa för laster enligt 22.251 godtas att minimiarmeringsmängden enligt .12 alternativt .22 reduceras till 0. Vid tryckpåkänning mellan 0 och 4,0 MPa godtas genom interpolering reduktion av minimiarmeringsmängden i motsvarande grad.

#### .2 Fogsnitt med skarvad spännarmering

Vid utförande av spännbetongkonstruktioner används i vissa fall skarvkopplingar för att överföra spännkraft vid gjutfogar.

Följande beräkningskrav gäller, utöver de som anges under .1, om andelen skarvad spännarmering i snittet är större än eller lika med 20%. Härvid ska även medräknas rörliga skarvkopplingar inom avståndet  $h_o$  på vardera sidan om fogen, varvid  $h_o$  definieras enligt .13.

## Bilaga 4-4

- .21 För spännbetongkonstruktion godtas att högst 20% av spännarmeringen skarvas med rörliga skarvkopplingar inom sträckan  $2 h_o$ , där  $h_o$  definieras enligt .13. Om i någon del av konstruktionen andelen rörliga skarvkopplingar är större än 20% ska konstruktionsdelen betraktas som "fogsnitt" varvid dessa krav ska tillämpas.
- .22 I fogsnitt med skarvad spännarmering gäller med ändring av vad som anges i .12 att minimiarmeringsprocenten  $r_{min}$  ska vara minst  $0,015 \cdot n$ , där  $n$  är andel skarvad spännarmering i %. För  $n$  högst lika med 33% ska dock  $r_{min}$  minst vara lika med 0,5%.  
Om armering av kvalitet Ks 40 används ska  $r_{min}$  höjas med 50% och vid K 500 med 25%.
- .23 Större andel skarvad spännarmering än 80% godtas inte.



## Bilaga 4-5

### Snedvinkliga plattor

#### .1 Beräkning av erforderlig mängd armering

.11 För rätvinkligt armeringsnät godtas att BBK 94, avsnitt 6.5.3.2, används.

.12 För snedvinkligt armeringsnät godtas att följande används

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

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

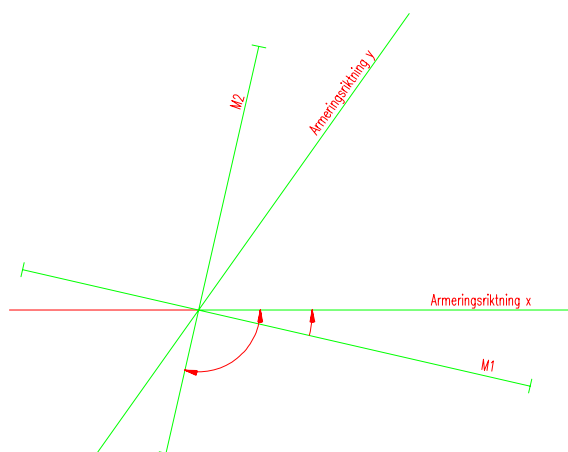
#### Beräkningsgång

Tvärsnittet beräknas i huvudmomentriktningen.

*Detta innebär att betongens tryckkapacitet inte överskrids.*

Armeringsmängderna transformeras enligt ovanstående formler med momenten utbytta mot armeringsmängderna.

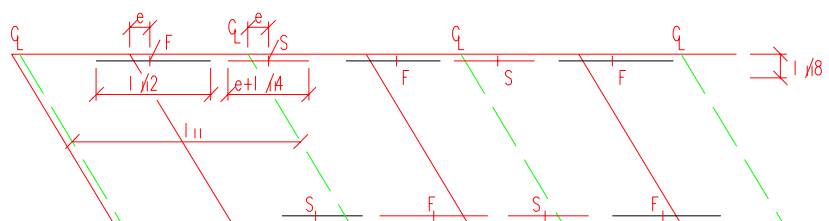
Beteckningar framgår av figur 1.



Figur 1 Huvudmoment och vinklar

## Bilaga 4-5

- .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 stödarmring (S) ska ges stånglängden minst  $e + l_{||}/4$ .

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

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

$e$  ska bestämmas enligt tabell 1.

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

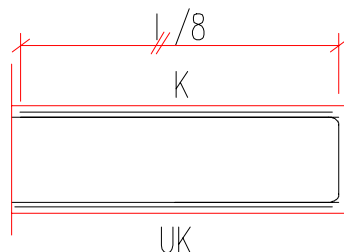
$\varphi$	0	10 <sup>g</sup>	20 <sup>g</sup>	30 <sup>g</sup>	40 <sup>g</sup>	50 <sup>g</sup>	60 <sup>g</sup>	70 <sup>g</sup>
$e/l_{  }$	0	0,06	0,11	0,15	0,18	0,20	0,22	0,24

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

$\varphi$  snedvikelighet. Se figur 4.

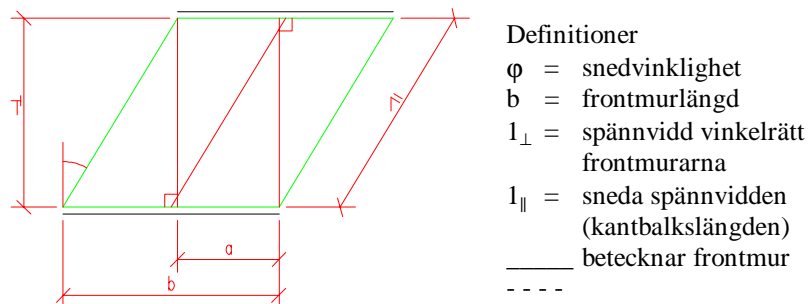
- .14 Om  $\varphi$  enligt figur 4 överstiger 35<sup>g</sup> ska ränderna inom partiet från trubbigt hörn och till halva spännvidden bygelarmeras enligt figur 3. Byglarnas area ska minst vara lika med arean av den största av tvärarmeringsmängderna i överkant och underkant, såvida inte större mängd fordras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

## Bilaga 4-5



Figur 3 Bygelarmring vid ränder (fria kanter)

### .2 Särskilda krav för plattramkonstruktioner



Figur 4 Plattram (geometri)

Utjämning av moment och tvärkrafter ska ske enligt BBK 94, avsnitt 6.5.3.1. Bredden maximeras dock till tre gånger plattjockleken eller till  $l_{\perp}/10$ . Det lägsta av värdena ska användas.

*Förhållandet  $b/l_{\parallel}$  enligt figur 4 bör minst vara lika med 0,5.*

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