

Innehållsförteckning

10. Förbättring	3
100. Allmänt	3
100.1 Giltighetsområde	3
100.2 Förkortningar	3
100.3 Definitioner	3
100.4 Förutsättningar	3
100.41 Allmänt	3
100.42 Trafiklast	3
100.43 Säkerhet vid användning	4
101. Betongkonstruktioner	5
101.1 Allmänt	5
101.2 Utformning	5
101.21 Momentkapacitet	5
101.22 Tvärkraftskapacitet	5
101.23 Normalkraftskapacitet	6
101.24 Pågjutning	6
101.25 Yttre armering	6
101.3 Verifiering genom beräkning och provning	6
101.31 Förutsättningar	6
101.32 Brottgränstillstånd	9
101.33 Bruksgränstillstånd	13
101.4 Material	13
101.41 Material till sprutbetong	13
101.42 Pålimmade stålplåtar	14
101.5 Utförande	14
101.51 Allmänt	14
101.52 Mekanisk borttagning av betong	14
101.53 Vattenbilning	15
101.54 Rengöring	16
101.55 Betonggjutning	17
101.56 Betongsprutning	17
101.57 Pålimmade stålplåtar	18
101.58 Pålimmad kolfiberväv och kolfiberlaminat	19
101.59 Broände	19
101.6 Kontroll	20

101.61	Kontroll av betonggjutning	20
101.62	Kontroll av betongsprutning	21
102.	Stålkonstruktioner	22
102.1	Allmänt.....	22
102.2	Utformning.....	22
102.21	Tvärsnittskapacitet	22
102.22	Instabilitet.....	22
102.23	Utmattning.....	22
102.4	Verifiering genom beräkning och provning.....	23
102.41	Förutsättningar	23
102.42	Bruksgränstillstånd.....	24
103.	Speciella konstruktioner	25
103.1	Allmänt.....	25
103.2	Stenvalvsbro.....	25
103.21	Fogfyllning.....	25
103.22	Sidomur	25
103.23	Ledad platta	26
103.24	Bakgjutning	27
103.3	Övergångskonstruktion	27
103.31	Allmänt.....	27
103.32	Rörelsekapacitet	28
103.33	Utformning.....	28
103.34	Utförande.....	28
103.4	Räcke.....	28
103.41	Allmänt.....	28
103.42	Utformning.....	29
103.43	Utförande.....	29
103.5	Lager	29
103.51	Allmänt.....	29
103.52	Rörelsekapacitet	29
103.53	Utformning.....	29
103.54	Utförande.....	30
Bilaga 10-1	Elektrokemisk potentialmätning, potentialkartering.....	31
Bilaga 10-2	Epoxi för injektering av sprickor och limning av stålplåtar.....	33

10. Förbättring

100. Allmänt

100.1 Giltighetsområde

Giltighetsområde och medgällande dokument redovisas i avsnitt 10.1 och 10.2.

Kraven i del 1 – 9 ska gälla med de ändringar och tillägg som anges i denna del.

100.2 Förkortningar

En förteckning över förkortningar redovisas i kapitel 18.

100.3 Definitioner

Definitioner redovisas i avsnitt 10.5.

100.4 Förutsättningar

100.41 Allmänt

100.411 Tillståndet ska vara utrett innan några åtgärder påbörjas. Eventuella skadors omfattning och orsakerna till dessa ska vara utredda och fastställda.

100.412 Vid utformningen av förbättringsåtgärder ska hänsyn tas till brons statiska verkningsätt.

100.42 Trafiklast

Vid förbättring godtas, med ändring av vad som anges i 21.22, att beräkningen utförs för trafiklast enligt ”ATB Klassningsberäkning av vägbroar” (Vägverket), bilaga 2, med A/B minst lika med 130/200 kN. Vid tillämpning av tabell 22-1 godtas att lastkoefficienten $\psi\gamma$ i brottgränstillståndet sätts till 1,3. .

Eventuellt högre A/B anges i den tekniska beskrivningen.

Vid ombyggnad av en bro ska beräkningen ske för trafiklast enligt 21.22. Detta gäller även för en breddning med minst 3,0 m sammanhängande bredd.

100.43 Säkerhet vid användning

Vid en förbättring som innebär breddning eller förstärkning av en bro ska den befintliga konstruktionen kompletteras så att kraven i avsnitt 13.3 uppfylls.

Om det kan godtas att en bro efter förbättring inte uppfyller kraven i avsnitt 13.3 anges detta i den tekniska beskrivningen.

101. Betongkonstruktioner

101.1 Allmänt

Tillståndet ska vara tillräckligt utrett innan några åtgärder påbörjas, se 100.41

Vid förbättring av en betongkonstruktion kan samma teknik som vid reparation, t.ex. pågjutning, eller speciella metoder, t.ex. pålimmade stålplåtar tillämpas.

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 eller med en armerad pågjutning av brobaneplattan i överkant.

101.2 Utformning

101.21 Momentkapacitet

Momentkapaciteten ökas med kompletterande armering i en pågjutning. I 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, kolfiberväv eller kolfiberlaminat.

101.22 Tvärkraftskapacitet

Tvärkraftskapaciteten ökas med vertikala eller sneda byglar i en pågjutning.

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

Byglarna efterspänns vanligen och injekteras.

Efterspänning är vanlig när skjuvsprickor uppstår.

Beträffande beräkningsprinciper för tvärkraftsförstärkning, se "Efterspänd skjuvarmering för förstärkning av betongkonstruktioner" (Bygg & Teknik, Öberg S).

Tvärkraftskapaciteten kan också förstärkas genom utanpåliggande efterspända linor eller dragstag alternativt pålimmade stålplåtar, kolfiberväv eller kolfiberlaminat.

101.23 Normalkraftskapacitet

Kapaciteten för tryckande normalkraft ökas med en armerad pågjutning.

Kapaciteten för dragande normalkraft ökas med utanpåliggande efterspända linor eller dragstag, alternativt pålimmade stålplåtar, kolfiberväv eller kolfiberlaminat.

101.24 Pågjutning

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

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

Ny armering placeras vanligen i en pågjutning. I plattor kan armeringen även gjutas fast i sågade eller frästa spår.

Pågjutningen kan utföras som konventionell gjutning eller med sprutbetong.

Beträffande kraftöverföring mellan ny och gammal betong, se 101.32.

I balkar eller pelare ska den nya armeringen omslutas med byglar som förankras i eller omsluter den gamla konstruktionen.

101.25 Yttre armering

101.251 Yttre 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.

101.252 Yttre tvärkraftsarmering anbringas som vertikala eller sneda byglar, se 101.22.

101.3 Verifiering genom beräkning och provning

101.31 Förutsättningar

101.311 Betongen får inte vara urlakad, vittrad eller spjälkad i sådan omfattning att konstruktionens funktion är nedsatt. Bedömningen ska vara gjord av en sakkunnig person som både ska ha provbilat och bomknackat.

Kloridhalten, uttryckt som den totala kloridjonhalten i procent av cementets vikt, ska vara mindre än 0,30 % i nivå med armeringen i betong med ospänd armering. Motsvarande värde för spännarmerad betong är 0,10 %.

Kloridjonhalten ska bestämmas genom att prov tas ut av betongen. Provningsen ska utföras enligt SS 13 72 35 eller Rapide Chloride Test.

Annan nivå på kloridhalten kan anges i den tekniska beskrivningen.

Betongens tryckhållfasthet ska uppfylla de värden som fordras enligt BBK, avsnitt 7.2.4.2. Dessutom ska spräckhållfastheten vara minst 7 % av uppmätt tryckhållfasthet, dock minst 6 % av den nominella tryckhållfastheten.

Efter vattning på bearbetad yta får det inte finnas sprickor i mikroskala i betongen.

Med sprickor i mikroskala avses sprickor i cementpastan och i kontaktytan mellan ballastkorn och cementpasta som kan uppstå vid bilning och fräsning av betong. Bredden hos dessa sprickor kan vara liten, 50 à 100 µm. Dessa sprickor ska inte förväxlas med de mikrosprickor som alltid uppkommer vid hydratisering i cementpasta och i kontaktytan mellan cementpasta och ballastkorn.

Betongen får inte vara karbonatiserad i nivå med armeringen.

Karbonatisering ska för betong kontrolleras enligt SS 13 72 42. Ett medelvärde av minst tre prov ska ligga till grund för bedömning av karboniseringsdjupet. Provningsen ska vara utförd där maximal karbonatisering kan förväntas.

Metoden förutsätter att provet inte utförs då betongen är kraftigt uttorkad eller mycket våt.

Karboniseringsdjupet kan kontrolleras på följande vis.

Med hammare och mejsel görs en några mm djup krater i betongen. Dammet blåses bort, varefter fenolftaleinlösning sprayas över brottytan. Om ingen färgning erhålls görs ett djupare ingrepp tills betongen längst in från ytan färgas rödviolett. Djupet från ursprunglig yta till färgomslaget mäts. Måttet är karboniseringsdjupet.

En mer omfattande kartläggning av risken för armeringskorrosion kan utföras med potentialkartering, se bilaga 10-1.

Det är lämpligt att bestämma det täckande betongskiktet samtidigt med mätningen av karboniseringsdjupet.

Med hänsyn till armeringens förankring och skarvning ska det täckande betongskiktet vara minst lika med armeringsstångens diameter.

Betongen ska uppfylla kravet för acceptabel frostbeständighet vid prov enligt SS 13 72 44, metod A.

I broar byggda före 1988 ska betongen uppvisa god frostbeständighet i rent vatten. Detta ska påvisas genom provning enligt SS 13 72 44, metod B, förfarande III.

Äldre broar med betong utan förhöjd lufthalt saknar förutsättningar att uppfylla krav enligt metod A.

101.312 Armeringen ska vara fri från pågående korrosion.

Pågående armeringskorrosion kan bedömas med hjälp av elektrokemisk potentialmätning enligt bilaga 10-1.

Vid korrosion av ingjuten armering kan korrosionsprodukterna orsaka losspjälkning av det täckande betongskiktet, eftersom de upptar en större volym än det ursprungliga stålet. Detta kan lokaliseras genom bomknackning.

I betong under vatten kan avsevärd korrosion i armeringen pågå utan att svällande korrosionsprodukter uppkommer. Korrosionen kan i detta fallet inte detekteras genom bomknackning utan armeringen måste bilas fram för en okulär besiktning.

Areaförlust på grund av armeringskorrosion som påverkar konstruktionens funktion ska inte förekomma.

101.313 Efter utförd gjutning ska betongen uppnå den fordrade hållfastheten innan konstruktionsdelen utsätts för belastning.

På arbetsritningen anges när och hur en nygjuten konstruktionsdel kan belastas.

101.314 Då en gjutning endast är en komplettering av det täckande betongskiktet godtas att kravet enligt 101.313 minskas.

På arbetsritningen anges när och hur en nygjuten konstruktionsdel kan belastas.

101.315 Färsk och hårdnande betong ska skyddas från vibrationer.

Ojämnheter i beläggningen intill gjutningsstället och vid övergångskonstruktionerna ska justeras så att vibrationer från trafiken minimeras.

Från tidpunkten då armeringen kringgjuts och fram till dess att betongen uppnått en tryckhållfasthet på 12 MPa får konstruktionens vibrationshastighet inte överstiga 30 mm/s.

Verifiering av konstruktionens vibrationshastighet vid gjutplatsen utförs lämpligen med aktuella trafikförhållanden i god tid före gjutningen så att nödvändiga åtgärder för att minska vibrationerna från trafiken kan provas och utföras.

Om en verifiering av vibrationshastigheten vid gjutplatsen inte utförs får vibrationshastigheten antas vara mindre än den tillåtna om tunga fordons passage begränsas enligt följande. Fordon med större bruttovikt än 12 ton får endast tillåtas passera ett och ett med en högsta hastighet av 15 km/h. Passagen ska ske under uppsikt av en trafikvakt.

- 101.316 Vid sprickinjektering och efterföljande härdning godtas inga vibrationer från trafiken.
- 101.317 Skadad armering ska kompletteras med ny armering som uppfyller kraven i avsnitt 43.6. Ny armering ska antingen skarvas genom omlottläggning eller borras och gjutas fast.
- 101.318 Vid en ökning av det täckande betongskiktet, i en brobaneplattas underkant eller liknande, ska brons bärförmåga beräknas med hänsyn till den ökade egentyngden.

101.32 Brottgränstillstånd

- 101.321 Kraftöverföringen mellan ny och gammal betong ska säkerställas. Om så erfordras ska mekaniska förband läggas in i fogen i form av korsande armering eller dymlingar som beräknas enligt 101.322.

Vidhäftningen mellan ny och gammal betong är inte tillräcklig vid höga skjuvpåkänningar, bl.a. på grund av att en stor del av vidhäftningshållfastheten tas i anspråk av krympspänningar.

Vid överföring av tvärkraft enbart genom vidhäftning ska motgjutningsytan vara vattenbilad enligt 101.53, rengjord enligt 101.54 och förvattnad enligt 101.55.

Vattenbilning erfordras för att få lämplig ytstruktur.

- 101.322 Vid beräkning av erforderlig mängd korsande armering mellan befintlig betong och pågjutning ska BBK, avsnitt 3.11, tillämpas. Vid mekaniskt bearbetad yta ska "slät yta" förutsättas och σ_{fc} ska sättas till noll.

Med mekanisk bearbetning avses bilning, fräsning och blästring.

Beräkning av erforderligt antal dymlingar ska utföras enligt BBK, avsnitt 6.8.3. Måttet "b" i formel 6.8.3b är avståndet från beräknad dymling till framförvarande dymling eller kant.

Dubbar och dymlingar ska placeras med ett största centrumavstånd lika med konstruktionshöjden, dock högst 500 mm.

Beträffande fastgjutning av dubbar och dymlingar, se 44.66. Dubbar ska provdras enligt 45.58.

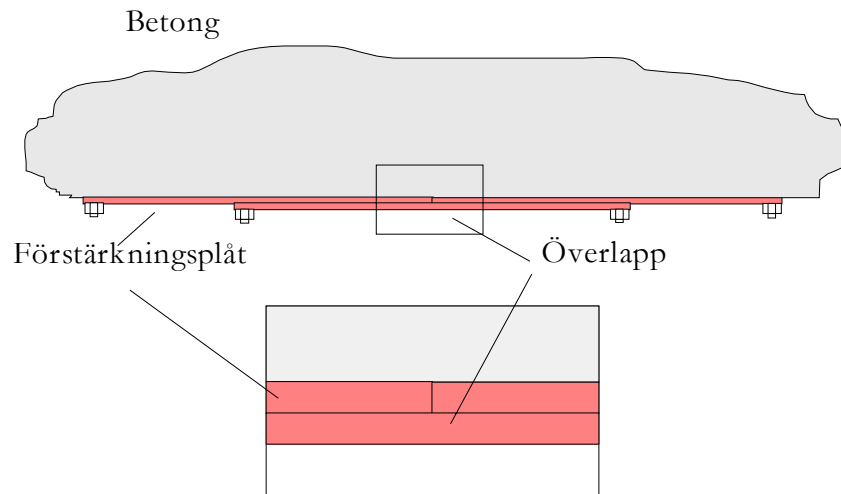
Dymlingar behöver inte provdras om de enbart förutsätts vara tvärkraftsupptagande.

- 101.323 Vid skarvning av olika armeringstyper ska den erforderliga skarvlängden bestämmas av den armering som ger den längsta skarvlängden. Ändkrokar behöver inte utföras. Ingjutningslängden ska minst vara lika med den erforderliga förankringslängden.

Armeringstyp St 37 motsvarar Ss 22 och St 44 motsvarar Ss 26.

101.324 Med ändring av vad som anges i del 4 godtas stålplåtar limmade med epoxi direkt mot betongen som böj- eller skjuvarmering. Vid beräkningen ska plåtens dimensioner samt påkänningar i limfog och plåt beaktas.

Förstärkningsplåtar ska skarvas med fastlimmade skarvplåtar som överlappar skarvstället, se figur 101-1.



Figur 101-1 Skarvning av förstärkningsplåt

101.325 För plåtar som är limmade på en armerad betongbalk för att öka momentkapaciteten ska följande villkor vara uppfyllda.

Högst 6 mm av plåtens tjocklek, t , får tillgodoräknas vid beräkning av dragkraftskapaciteten.

$$b < 300 \quad (\text{mm})$$

$$l < s < 3 \quad (\text{mm})$$

$$b/t \geq 50$$

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

$$l_v = \frac{1,5 \cdot f_{yd} \cdot t}{f_{ct}} \geq 400 \quad (\text{mm})$$

b bredd på stålplåt (mm)

t tjocklek på stålplåt (mm). Den totala tjockleken på plåten ska användas

s tjocklek på limskikt (mm)

f_{yd} flytgräns hos stålplåt (MPa)
 f_{ct} betongens draghållfasthet (MPa)
 l_v erforderlig förankringslängd (mm).

Om den erforderliga förankringslängden inte kan erhållas ska plåtarna förankras med en kraft motsvarande den resterande förankringslängden.

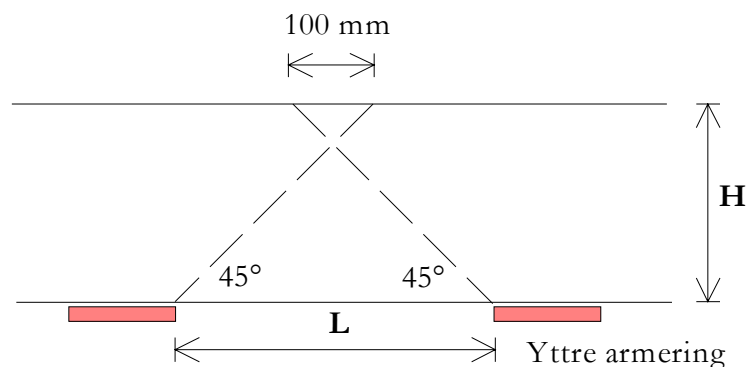
Den totala plåtbredden ska understiga 1/3 av betongtvärsnittets bredd.

Tvärsnittets tillåtna tryckzonshöjd ska begränsas enligt

$$x/d \leq 0,40$$

x tryckzonshöjd
 d effektiv höjd

Vid förstärkning av en brobaneplatta ska förstärkningsplåtarna placeras med ett största fritt avstånd enligt figur 101-2.



Figur 101-2 Fritt avstånd mellan förstärkningsplåtar

I figur 101-2 är

L = det största godtagna fria avståndet mellan förstärkningsplåtar

H = betongtvärsnittets höjd.

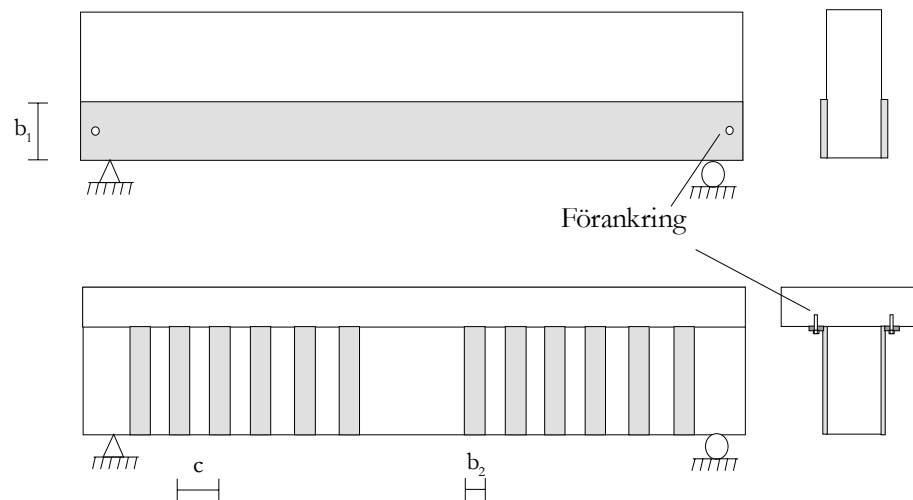
Förankringar av ändar och överlapp av plåtar ska utföras med skruvförband som beräknas för att uppta aktuella fläckkrafter i fogen.

Med fläckkrafter avses de normalkrafter som uppkommer vinkelrätt mot skjuvkrafterna.

Vid beräkning av skruvförbandet godtas att detta inte anses utsatt för skjuvkrafter på grund av tvång. Monteringshål i stålplåtarna godtas tillverkade med en diameter som ger cirka 2 mm spel runtom skruven.

101.326

En armerad betongbalks tvärkraftskapacitet godtas ökad genom pålimning av vertikala eller horisontella plåtar, se figur 101-3.



Figur 101-3 Tvärkraftsförstärkning

Högst 6 mm av plåtens tjocklek, t , får tillgodoräknas vid beräkning av tvärkraftskapaciteten.

För en vertikal tvärkraftsförstärkning ska följande villkor vara uppfyllda.

$$c < 0,75d \quad (\text{mm})$$

$$1 < s < 3 \quad (\text{mm})$$

Plåtarna ska förankras med en kraft motsvarande

$$F_s \geq 0,2b_2f_{ct} \quad (\text{N})$$

För en horisontell tvärkraftsförstärkning godtas att följande samband används för dimensionering av plåtens tvärkraftskapacitet

$$V_s = 0,25tb_1f_{yd} \quad (\text{N})$$

Vidare ska följande villkor vara uppfyllda

$$b_1 > 0,4H \quad (\text{mm})$$

$$t < 5 \quad (\text{mm})$$

$$1 < s < 3 \quad (\text{mm})$$

- b_1 bredd på horisontell plåt
- b_2 bredd på vertikal plåt
- t tjocklek på stålplåt (mm). Den totala tjockleken på plåten ska användas
- c centrumavstånd mellan stålplåtar (mm)
- d effektiv balkhöjd
- F_s erforderlig förankringskraft (N)
- H balkhöjd
- s tjocklek på limskiktet (mm)
- V_s tvärkraftskapacitet hos stålet (N)

101.327 Med ändring av vad som anges i del 4 godtas kolfiberväv och kolfiberlaminat limmat med epoxi direkt på betongen som böj- eller skjuv- armering.

Användande av beräkningsmetoder enligt ”FRP Strengthening of Existing Concrete Structures – Design guidelines” (Luleå Tekniska Universitet) godtas.

101.33 Bruksgränstillstånd

101.331 I den ursprungliga konstruktionens armering får f_{yk} inte överskridas för laster enligt 22.251.

101.332 En pågjutning eller igjutning ska armeras om ytan är minst 5 m² och tjockleken samtidigt är större än 75 mm. Armeringen ska utföras med kamstänger och till en mängd av minst ϕ 6 s 150. Alternativt godtas att stålfibrer används, se 62.323.

Om stålfiberarmerad betong kan tillåtas omsluta armeringsstängerna anges detta i den tekniska beskrivningen. Aktuell konstruktionsdel kan i dessa fall anses ha en bedömd återstående livslängd på maximalt 30 år.

När stålfibrer tillåts komma i kontakt med armeringstänger ska stängerna gjutas in helt i den stålfiberarmerade betongen eftersom risken för galvaniska element är störst vid lokal kringgjutning.

101.333 Vid breddning av en plattbro eller en plattrambro ska gjutfogen mellan breddningen och den befintliga bron innehålla minst 4,0 cm²/m genomgående armering i vardera ytan. Armeringstänger med diameter \leq 16 mm ska användas. Stängerna ska borraras in och gjutas fast innanför den befintliga brons armering.

101.4 Material

101.41 Material till sprutbetong

Maximal stenstorlek ska anpassas efter sprutaggregatets typ och storlek samt sprutningens art.

Ballastgraderingen ska vara enligt ”Betonghandbok – reparation”, avsnitt 4.5.

Viktförhållandet cement/ballast ska vara mellan 1:3 och 1:4.

Vid torrsprutning ska fukthalten i ballasten inte understiga två och inte överstiga fem viktsprocent.

101.42 Pålimmade stålplåtar

Tvåkomponents epoxilim med tillsats av filler ska användas. Bindemedlet ska vara en lågmolekylär epoxi.

Epoxilimmets härdning är starkt temperaturberoende.

Limsystemet ska provas enligt bilaga 10-2, som också innehåller materialkrav. Epoxilimmet ska minst vara verifierat enligt 10.822. Verifikatet får inte vara äldre än fyra år.

Limmets reologi ska vara sådan att en jämn fördelning av limmet över hela anliggningsytan kan erhållas.

101.5 Utförande

101.51 Allmänt

Betong och armering som inte uppfyller kraven enligt 101.311 och 101.312 ska anses skadad och ska avlägsnas. Borttagning av betong ska utföras enligt 101.52 eller 101.53.

Om mer än 30 % av armeringens omkrets är frilagd efter bilning till oskadad betong ska bilningsdjupet utökas. Fria avståndet mellan motgjutningsytan och närmaste intilliggande armering ska minst vara pågjutningsbetongens största stenstorlek plus 5 mm, dock minst 10 mm.

Även oskadad betong kan behöva bilas bort för att detta ska uppfyllas.

Armeringens friläggning bestäms som medelvärde på separata ytor med storleken 5 m².

101.52 Mekanisk borttagning av betong

101.521 Borttagning av betong genom mekanisk bilning eller krossning ska utföras så att "skadlig sprickbildning" i motgjutningsytan inte uppstår. Mejslarna som används vid bilningen ska vara vassa så att sprickbildning minimeras och bilningen underlättas.

Lämplig utrustning, för mekanisk bilning, är en "lätt handhållen" maskin. Med en "lätt handhållen" maskin avses en utrustning som inte orsakar större sprickbildning i mikroskala än en maskin med maxvikt 28 kg och slagfrekvens större än 22 Hz. Vanligen används flatmejsel utom för bilning genom tät armering där pikmejsel används.

För definition av "i mikroskala", se 101.311.

Lämplig utrustning för krossning av betong är en utrustning som inte tillför momentkrafter vid krossningen.

Om den tänkta motgjutningsytan efter rengöring, vattning och efterföljande uttorkning fortfarande har sprickor i mikroskala ska bilningen fortsätta med "en lätt handhållen" maskin eller med vattenbilning ner till oskadad betong. Därefter ska ytan rengöras och vattnas på nytt.

Betongen ska avlägsnas i partier där det täckande betongskiktet är karbonatiserat i sådan omfattning att armeringskorrosion pågår och sprickbildning och lossprängning av betong föreligger eller kan förväntas inom en snar framtid.

Krysshammare får inte användas på betongytor.

101.522 All bilning ska utföras på sådant sätt att armeringen och kvarlämnad betong inte skadas.

101.523 Bilningskanter mot betong som bibehålls ska utföras med 60 - 90° vinkel mot armeringen och yttre begränsningsytor.

101.53 Vattenbilning

101.531 Vid vattenbilning ska hänsyn tas till utrustningens arbetsätt, djupverkan och förmåga att sortera ut skadad betong samt till förväntat skadedjup.

101.532 Borttagning av betong ska inledas med ett lämpligt vattentryck, flöde etc. inkalibreras på en provyta med kända värden på skadedjup, kloridprofil, karbonatiseringsdjup, tryck- och spräckhållfasthet och maximal stenstorlek.

101.533 För att undvika att den bilade ytan får små kratrar, så kallad "pipighet", ska exponeringstiden vara tillräckligt lång och vattentrycket inte vara för stort.

Endast på enstaka ytor, max 1 m² per 20 m² bilad yta, godtas "pipighet".

Pipighet anses föreligga om $d < 32$ mm samtidigt som $h > 1,5d$.

d hålets, pipans, diameter

h hålets, pipans, djup

101.534 Vatten som används vid vattenbilning ska uppfylla kraven enligt SS-EN 1008. Vid vattenbilning ska bilningsvattnet ledas bort.

Spillvatten och bilningsrester kan av miljöskäl behöva samlas upp och renas respektive deponeras på lämpligt sätt.

Vid arbeten på bro över järnväg kontaktas banhållaren beträffande eventuella restriktioner i samband med bilning och avledning av vatten.

101.535 Om de gynnsamma effekterna av vattenbilning i form av förbättrad vidhäftning och reducerad sprickbildning hos den frambilade ytan ska utnyttjas för kraftöverföring enligt 101.321 måste vattenbilningsut-

rustningen vara godtagen enligt 101.537 och motgjutningsytan vara blästrad enligt 101.543.

Används vattenbilning för borttagning av betong kan de krav som ställs i 101.522 och 101.544 anses vara uppfyllda.

101.536 Efter vattenbilningen ska den bilade betongytan kontrolleras genom okulär observation samt knackning med hammare.

Resultatet kan inte anses som fullgott om ballastkornen lossnar i större mängd vid kontrollknackningen.

101.537 Vattenbilningsutrustningen ska uppfylla krav enligt ”Selektiv vattenbilning” (Vägverket) och ska vara verifierad enligt 10.822. Vidare ska utrustningen vara märkt så att den går att identifiera.

Om en provad vattenbilningsutrustning förändras på ett sätt som påverkar de provade egenskaperna ska en ny provning utföras.

101.538 Vattenbilningen ska utföras av personer med goda kunskaper om vattenbilning. Personerna ska med godtagbara resultat ha genomgått utbildning enligt ”Selektiv vattenbilning” (Vägverket).

101.54 Rengöring

101.541 En betongyta som ska motgjutas får inte innehålla skadad betong.

Den yta som ska motgjutas ska vara väl rengjord och fri från bilningsrester, cementhud och föroreningar som damm, smuts, olja, blästermedel, etc.

101.542 Efter vattenbilningen ska bilningsresterna snarast tas bort. Därefter ska motgjutningsytan omgående rengöras genom spolning med vatten med högt tryck och stort flöde innan slammet från bilningen hunnit torka.

Vatten som ska användas vid rengöringen ska uppfylla kraven på renhet enligt 101.53.

101.543 I många fall måste en förnyad rengöring av motgjutningsytan utföras strax före pågjutningen.

Betongytan kan rengöras genom blästring och efterföljande spolning med vatten. Angående spillvatten vid vattenbilning, se 101.53.

Då blästring erfordras ska denna utföras efter det att andra arbeten på motgjutningsytan, t.ex. fastgjutning av armering, utförts.

Efter bilning, blästring och spolning med vatten ska ytan rengöras genom renblåsning med tryckluft eller dammsugning. Vid renblåsning med tryckluft ska utrustningen vara försedd med oljeavskiljare så att ytan inte förorenas.

101.544 All frilagd armering ska rengöras från betongrester och lös rost.

Rengöringen kan göras med blästring eller stålborstning.

101.55 Betonggjutning

101.551 Pågjutningen ska utföras med betong med största stenstorlek vald med hänsyn till pågjutningens tjocklek. Maximal stenstorlek får inte överstiga gjutskiktets halva tjocklek.

Då det finns behov av att motverka effekten av den färska betongens sättning kan betong med sättningskompenserande tillsatsmedel (svällmedel) användas.

101.552 Efter rengöring ska motgjutningsytan vattnas och hållas fuktig i minst två dygn före gjutning. Renheten på vattnet ska uppfylla kraven i SS-EN 1008.

101.553 Vid gjutningen ska betongytan som ska motgjutas vara yttorr. Fritt vatten får inte förekomma i gropar och liknande.

Vid torr och varm väderlek dimfuktas ytan så att den blir mörk och matt, men inte fuktglänsande.

101.554 Temperaturen i betongen som ska motgjutats och i omgivande luft ska vara sådan att det inte finns risk för frysning.

Kravet är uppfyllt om temperaturen överstiger +5 °C.

Beträffande sprickrisker under härdningsförloppet, se 44.51.

101.56 Betongsprutning

101.561 Vid betongsprutning ska 101.55 gälla, om inte annat anges i 101.562 t.o.m 101.568.

101.562 Förvattning enligt 101.552 får slopas om beställaren så medger.

Vid sprutning med flera påslag, där sprutningen inte utförs vått i vått, ska tillses att kraven enligt 101.54 och 101.553 uppfylls före varje påslag.

För utförande av sprutbetongarbetet se "Betonghandbok – arbetsutförande" (Svensk Byggtjänst), kapitel 24, samt "Betonghandbok – reparation" (Svensk Byggtjänst), kapitel 4.5.

101.563 Sprutbetongarbete ska utföras av personal med erfarenhet av detta arbete.

101.564 Eventuell armering ska vara belägen minst 10 mm från underlaget.

Sprutning får inte ske genom mer än ett armeringslager. Om flera lager armering ska placeras i sprutbetongen ska betongsprutningen utföras med flera påslag.

- 101.565 Om den sprutade ytan är 5 m² eller mer och sprutbetongskiktets tjocklek samtidigt är större än 75 mm ska sprutbetongen armeras.

Beträffande minimimängd armering, se 101.332.

- 101.566 Ytor som inte ska repareras med sprutbetong ska skyddas från betongsprut. Återstudsande material vid sprutning ska kasseras.

Sprutning ska inte utföras vid otjänlig väderlek eller då det finns risk för frysning.

- 101.567 I de fall ingjutning av armering ska utföras ska sprutningen utföras med en kapacitet av högst 0,5 m³/timme. Sprutkapaciteten ska kunna justeras steglöst.

- 101.568 Härdning av sprutbetong ska göras enligt metod W, se 44.53. För att undvika skador i betongytan ska vattenbegjutning utföras försiktigt.

Om så anges i den tekniska beskrivningen godtas att metod W ersätts med ett uttorkningsskydd enligt metod CC i BBK, avsnitt 8.5.2.4.

101.57 Pålimmade stålplåtar

- 101.571 Arbetet ska utföras av personal med erfarenhet av detta arbete.

Limning får inte utföras mot skadad betong, se avsnitt 101.31.

- 101.572 Före limning ska porösa ytskikt, som t. ex. cementhud, avlägsnas. Limytorna, såväl stål som betong, ska därefter rengöras genom blästring. Före blästring av stålytorna måste olja och fett avlägsnas. Oljeavskiljare ska användas. Omedelbart efter blästringen ska en primer som är avsedd för ändamålet påföras plåten.

Om limningen sker efter mer än 24 timmar ska primern ruggas upp och torkas av med en ren trasa fuktad med aceton. Alternativt används en 10-procentig citronsyralösning med efterföljande sköljning med vatten.

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

Vanligen utförs limprofilen högre på mitten av plåten för att luftfickor inte ska uppstå vid monteringen. Vidare kan limmet inte vara så lättflytande att det rinner ur limfogen.

Monteringen bör ske inom 40 minuter från att limmet blandats med härdare.

Limfogen ska med hänsyn till krypdeformationer och spänningskoncentrationer inte vara för tjock. Detta innebär att distansmaterial ska användas i limmet och att betongytan ska vara tillräckligt slät. Ytan ska inte uppvisa större råhet än 1,0 mm.

Grader och ojämnheter utjämnas genom slipning. Gjutsår spacklas med epoxibruk med dokumenterat goda vidhäftningsegenskaper mot betong.

Eftersom limfogen börjar förlora sin hållfasthet redan vid temperaturer kring 60 °C måste detta beaktas vid utförande av beläggnings- och isoleringsarbeten, där massorna kan ha temperaturer på drygt 200 °C.

Plåtarna ska appliceras mot betongytan under tryck, vilket ska vidmakthållas tills dess att limmet uppnått tillräcklig hållfasthet.

Temperaturen på betongen ska vara minst 10 °C, men minst 2 grader över rådande daggpunkt.

101.573 Frånsett limningsytan ska plåtarna ytbehandlas enligt nedan.

- Förbehandlingen ska utföras enligt 55.322.
- Metallsprutning ska utföras enligt SS-EN 22 063 med Zn 85 Al 15 och tjocklek minst 100 µm.

Skruvar och muttrar ska vara varmförzinkade enligt avsnitt 54.6.

101.58 Pålimmad kolfiberväv och kolfiberlaminat

Förstärkningsarbetet ska utföras av personal med erfarenhet av detta arbete. Dessutom ska det förstärkningssystem som ska användas vara väl utprovat och dokumenterat.

Förstärkning med pålimmad kolfiberväv eller kolfiberlaminat kan utföras enligt "FRP Strengthening of Existing Concrete Structures – Design Guidelines" (Luleå Tekniska Universitetet), kapitel 9.

101.59 Broände

Vid byte av tätskikt på en bro med kantskoningar i broändan ska dessa avlägsnas och broändan utformas med fasning enligt 44.222.

För att klara kraven på minsta täckande betongskikt kan en lokal armerad pågjutning utföras på den lodräta ytan.

101.6 Kontroll

101.61 Kontroll av betonggjutning

101.611 Den färdiga förbättringen ska kontrolleras genom bomknackning.

101.612 Draghållfastheten mellan pågjutningen och den gamla betongen ska kontrolleras genom dragprov.

Ett prov ska utföras per gjutetapp, dock minst ett per 25 m² yta som gjuts. Vid pågjutning av ovansidan på en horisontell yta godtas att minst ett prov utförs per 50 m² yta som gjuts. Totalt ska antalet prover uppgå till minst tre per objekt. Provningen ska utföras av ett organ enligt 10.83.

Provningen ska antingen utföras på utborrade cylindrar enligt SS 13 72 31 eller i den färdiga konstruktionen enligt SS 13 72 43.

Det som mäts i detta fall är dock draghållfastheten.

Kravet vid den fortlöpande provningen av draghållfastheten är följande

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

f_v fordrad draghållfasthet, lika med 1,0 MPa

s standardavvikelse för samtliga hållfasthetsvärden. Om s är mindre än 0,36 sätts s lika med 0,36

m medelvärde.

Kravet på enskilt värde är $x \geq 0,80 f_v$, där x är enskilt värde.

Alla enskilda värden och brottyper ska redovisas.

Ovanstående draghållfasthetskrav ska också uppfyllas av den gamla och nya betongen.

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

101.613 Kontroll av hållfasthet och frostbeständighet genom att kuber gjuts och provas enligt BBK, avsnitt 7.2.4, får utföras som alternativ till provning av borrhärnor

- om en pågjutning är tunnare än 100 mm,
- vid användning av säckade torrbruk och
- då gjutningen enbart innebär utbyte av en kantbalk.

Antalet prover ska vara enligt 45.51.

101.62 Kontroll av betongsprutning

- 101.621 Förundersökning ska utföras genom att hållfastheten provas enligt SS 13 72 20. Två provenheter ska sprutas, ur vilka kuber med sidan 100 mm sågas ut.
Frostbeständigheten ska vid förundersökningen provas på utborrade cylindrar från två sprutade provenheter, se även 45.512.
- 101.622 Hållfastheten ska som utförandekontroll provas enligt SS 13 72 20. Minst en provenhet ska sprutas per 500 m² utförd yta, dock minst tre provenheter per objekt.
- 101.623 Frostbeständigheten ska provas som utförandekontroll på utborrade cylindrar, se även 45.512. Cylindrarna ska tas ur den färdiga konstruktionen. Minst sex cylindrar ska tas ur varje konstruktionsdel.
Om betongytan understiger 50 m² godtas att endast tre cylindrar tas ut.
Utvärdering ska ske enligt 45.51.
- 101.624 Torrsprutning ska kontrolleras genom en noggrann uppföljning av den mängd cement, ballast, vatten etc som går åt.
- 101.625 Den färdiga sprutbetongen ska även kontrolleras enligt 101.61.

102. Stålkonstruktioner

102.1 Allmänt

Tillståndet ska vara tillräckligt utrett innan en förbättringsåtgärd påbörjas, se 100.41.

Vid förbättring av en stålkonstruktion kan samma teknik som vid reparation, t.ex. utbyte av konstruktionsdelar, eller speciella metoder, t.ex. påläggsplåtar tillämpas.

Där det är möjligt kan förbättringen ske genom att konstruktionsdelar byts ut.

Momentkapaciteten hos valsade eller nitade stålprofiler kan förbättras genom att tvärsnittdelarnas areor ökas med hjälp av påläggsplåtar.

Om tvärsnittskapaciteterna är för små på grund av stabilitetsproblem som till exempel knäckning, vippning eller buckling kan kapaciteterna ökas genom förbättrad stagning eller avstyvning av konstruktionsdelarna.

102.2 Utformning

102.21 Tvärsnittskapacitet

Tvärsnittskapaciteten hos balkar ökas genom att tvärsnittet kompletteras med påläggsplåtar på flänsar och liv.

Ökningen kan också uppnås genom att byta ut separata tvärsnittsdelar eller hela konstruktionsdelar.

102.22 Instabilitet

Förbättring med avseende på lokal buckling i en tvärsnittsdel åstadkoms med avstyvningar.

Förbättring med avseende på knäckning eller vippning åstadkoms med stag som minskar den fria längden hos den aktuella konstruktionsdelen.

102.23 Utmattnings

En förbättring av kapaciteten med avseende på utmattnings åstadkoms på samma sätt som en ökning av tvärsnittskapaciteten, se 102.21.

Vid svetsförband och andra brottanvisningar kan utmattningshållfastheten ökas genom lokal bearbetning till mindre anvisningsverkan. Vid svetsar innebär den lokala bearbetningen att svetsklassen höjs.

Bearbetning till högre svetsklass kan utföras genom slipning eller TIG-behandling av främst svetsarnas fattningskanter. Beträffande slipning, se "Val av svetsklasser med hänsyn till stålkonstruktioners funktionskrav" (Stålbyggnadskontroll AB). Beträffande TIG-behandling, se "Anvisningar för TIG-behandling av svetsar för höjning av utmattningshållfastheten" (Stålbyggnadsinstitutet). Den ökade utmattningshållfastheten för en slipad eller TIG-behandlad svets kan bestämmas med utgångspunkt från svetsklass WA enligt BSK, bilaga 1.

102.4 Verifiering genom beräkning och provning

102.41 Förutsättningar

102.411 Stålet ska vara fritt från pågående korrosion.

Areaförlust eller anvisningsverkan på grund av korrosion som påverkar konstruktionens funktion ska inte förekomma.

Mekaniska skador som nedsätter konstruktionens bärförmåga ska inte förekomma. Stålet ska vara fritt från sprickor.

Förekomst av sprickor kan kontrolleras genom oförstörande provning enligt BSK, avsnitt 9:732.

Stålmaterialet ska ha känd och tillfredsställande seghet, homogenitet och hållfasthet.

Kriterier för dessa egenskaper avgörs från fall till fall när förbättring är aktuell.

Segheten i konstruktionstål som är av äldre datum än 1955 ska utredas.

Kompletterande provning som kan bli aktuell är till exempel

- kemisk analys enligt SS 11 01 05*
- dragprovning enligt SS-EN 10 002-1*
- slagprovning enligt SS-EN 10 045-1*
- slagganalys*
- strukturundersökning med bestämning av bl.a. kornstorlek.*

102.412 Kraftöverföring mellan befintlig konstruktion och nya eller ersatta delar ska vid förbättring ordnas genom skruv- eller svetsförband.

Tilläggskonstruktioner i form av balkprofiler, plåtar etc. ska skruvas eller svetsas till befintlig konstruktion.

102.413 Svetsning i en befintlig stålkonstruktion godtas endast om stålets svetsbarhet och seghetsegenskaper är tillfredsställande.

Före svetsning i en belastad konstruktionsdel ska det undersökas om säkerheten äventyras på grund av att hållfastheten sätts ned under svetsningen.

Svetsbarheten hos stål i äldre broar, där stålets sammansättning inte är känd, kan bestämmas genom en kemisk analys av stålet, i första hand med avseende på C, Mn, S, P och N. Ett mått på svetsbarheten är den s k kolekvivalenten CEV, som kan beräknas enligt BBK, avsnitt 7.5.3. Kemisk analys kan utföras på små materialmängder, t.ex. borrhål. Svetsbarheten för stål med känd kolekvivalent kan bedömas med hjälp av SS 06 40 25.

102.414 Förutsättningar för uppkomst av skadliga svängningar och vibrationer ska elimineras.

Effekterna av svängningar och vibrationer kan minskas genom anordning av dämpare, stag eller ökning av konstruktionens styvhet.

102.42 Bruksgränstillstånd

Vid användning av påläggsplåtar ska det kontrolleras att f_{yk} inte uppnås i den ursprungliga stålkonstruktionen för laster enligt 22.251.

103. Speciella konstruktioner

103.1 Allmänt

Tillståndet ska vara tillräckligt utrett innan förbättring påbörjas, se 100.41.

103.2 Stenvalvsbro

103.21 Fogfyllning

103.211 Fogar ska rengöras noga utifrån genom spolning med vatten och tryckluft.

Vid spolning av valvet underifrån iakttas försiktighet om murverket är i sådant skick att sättningar kan uppstå. Uppstämning kan erfordras.

103.212 Efter rengöring ska skadat fogbruk ersättas med nytt cementbruk. Appliceringen ska utföras med betongspruta.

Sammansättningen av bruket är normalt 1 del cement + 3 delar sand.

Sättningskompenserande tillsatsmedel ska användas.

Minst var tredje vertikalfog ska lämnas öppen i det nedre skiktet för att en effektiv dränering ska erhållas.

103.213 Efter fogfyllning ska stenytorna rengöras från cementbruk genom borstning och tvättning med vatten.

Överskott av cementbruket som tvättats bort eller spillts kan av miljöskäl behöva samlas upp och deponeras på lämpligt sätt.

103.22 Sidomur

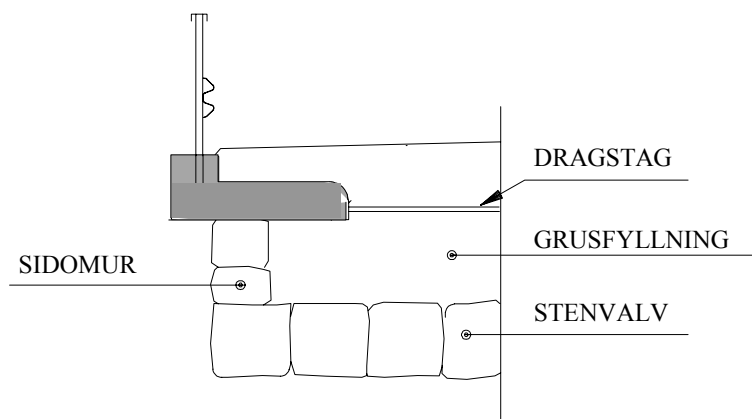
103.221 En sidomur som tryckts ut ska flyttas tillbaka till ursprungligt läge. Före flyttningen ska fyllningen avlägsnas i erforderlig omfattning och på sådant sätt att ojämn belastning av valvet undviks.

Efter flyttningen ska stenarna sättas fast med cementbruk enligt 103.212.

För att ytterligare säkerställa att stenarna inte trycks ut på nytt, kan de förankras med dymlingar till underliggande skift eller med dragstag tvärs igenom väggkroppen.

- 103.222 Förbättring åstadkoms genom en kantlist bestående av platta och kantbalk av armerad betong.

I figur 103-1 visas principen för förbättring med kantlist. Åtgärden kan medge att fria brobredden ökas med upp till 0,4 m.



Figur 103-1 Princip för förbättring av sidomur med kantlist

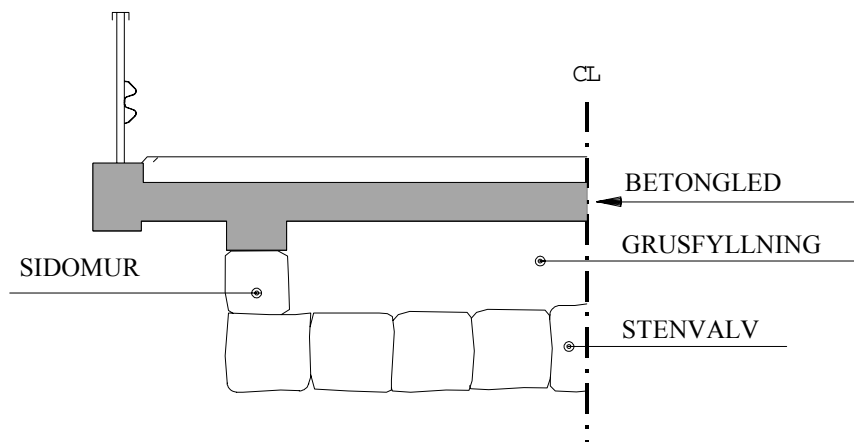
103.23 Ledad platta

Förbättring med ledad platta utförs med syftet att på ett gynnsamt sätt överföra lasten till fyllningen.

Förbättringen ska utföras med en pågjuten platta av armerad betong som är ledad kring bromitt. Plattans översida ska utformas så att betongleden är placerad i lutningens högpunkt.

I figur 103-2 visas principen för förbättring med ledad platta.

Åtgärden kan medge att fria brobredden ökas med upp till 1 m.



Figur 103-2 Princip för förbättring med ledad platta

103.24 Bakgjutning

103.241 Stenvalvet förbättras genom att en armerad betongplatta utförs ovanpå valvet och sidomurarna bakgjuts med betong. Bakgjutningens armering ska förbindas med betongplattans.

Valv och sidomur ska förses med tätskitk och förseglas enligt kapitel 61.

103.242 Arbetet ska påbörjas med att fogar i valv och upplag fylls utifrån med cementbruk enligt 103.21. När bruket hårdnat avtäckts valvet.

Eventuellt måste valvet stämpas före avtäckning.

Fogar i valv och sidomurar ska därefter fyllas från insidan enligt 103.21.

Dränering ska anordnas. Därefter sker pågjutning av valv och sidomurar.

I samband med förbättringen av sidomurar ska kantlister och eventuellt utskjutande stenar justeras. Dessa ska förankras i ovannämnda bakgjutning.

Den fria brobredden kan ökas genom att stenkantlisten byts ut mot en kantbalk av betong som är utkragad över murlivet.

103.3 Övergångskonstruktion

103.31 Allmänt

Förbättring av en övergångskonstruktion innebär byte till en ny övergångskonstruktion som ska uppfylla krav enligt kapitel 73 med de tillägg och ändringar som anges i 103.32, 103.33 och 103.34.

103.32 Rörelsekapacitet

Krav på rörelsekapacitet ska framgå av den ursprungliga ritningen eller beräknas enligt 73.21.

Vid ett byte av övergångskonstruktion kan ΔL_{krymp} och ΔL_{kryp} sättas lika med 0. Dessutom kan ΔL_{grund} sättas till 0 om inga indikationer på rörelser i grunden under stödstrukturen föreligger.

103.33 Utformning

Vid val av ny övergångskonstruktion ska bland annat beaktas att

- ett byte av en övergångskonstruktion kan innebära ett ingrepp i bärande konstruktionsdelar,
- det disponibla utrymmet för övergångskonstruktionen är tillräckligt,
- det disponibla utrymmet för inspektion och underhåll av övergångskonstruktionen är tillräckligt,
- de anslutande konstruktionsdelarna kan ta upp horisontalkrafter enligt 21.293,
- utförandet kan medföra bärighetsbegränsningar eller statistiskt betingade krav på begränsning av trafikutrymmet,
- brobaneplattan kan behöva understötts vid utförandet samt
- avlägsnandet av den befintliga övergångskonstruktionen kan medföra en reduktion av anslutande konstruktionsdelars bärighet.

Till exempel kan ståldetaljer i äldre övergångskonstruktioner även ingå som bärande delar i brobaneplattan och sådana detaljer kan inte avlägsnas utan att ersättas.

103.34 Utförande

Borttagning av betong, rengöring av ytor som ska motgjutas och förvattnings av dessa ska utföras enligt avsnitt 101.5.

Vid spännarmerade broar ska det klargöras att bilning eller borring inte kommer att ske intill förankringarna för spännarmeringen.

103.4 Räcke

103.41 Allmänt

103.411 Vid byte av räcke ska det nya räckets uppfylla krav enligt kapitel 74.

Om referenshastigheten är högst 50 km/tim kan räcket på en stenvalvbro, av kulturhistoriska skäl tillåtas avvika från kraven i kapitel 74.

103.412 Navföljaren på ett befintligt räcke ska skarvas till navföljaren på anslutande vägräcken. Även toppföljare och mellanföljare ska skarvas till respektive följare eller till navföljaren.

Ett befintligt räcke ska, där så fordras enligt 74.12, kompletteras med skyddsnät, stänkskydd eller spjälgrindar som ska uppfylla krav enligt kapitel 74.

103.42 Utformning

Vid byte av räcke ska

- kantbalken ha samma utformning som den kantbalk räcket provades med och
- ett eventuellt behov av extra bygelförankring i kantbalken beaktas.

103.43 Utförande

För i tvärled spännarmerade broar ska klargöras att bilning eller borring inte kommer att ske intill förankringarna för spännarmeringen.

103.5 Lager

103.51 Allmänt

Förbättring av lager innebär byte till nya lager som ska uppfylla krav enligt kapitel 72 med de tillägg och ändringar som anges i 103.52, 103.53 och 103.54.

103.52 Rörelsekapacitet

Krav på rörelsekapacitet ska framgå av den ursprungliga ritningen eller beräknas enligt 72.22.

Vid ett byte av lager kan $\Delta L_{kr\ddot{y}mp}$ och $\Delta L_{kr\ddot{y}p}$ sättas lika med 0.

103.53 Utformning

Vid val av nya lager ska bland annat beaktas att

- ett byte av lager är ett ingrepp i den bärande konstruktionen,
- det disponibla utrymmet för lagren är tillräckligt,
- det disponibla utrymmet för inspektion och underhåll av lagren är tillräckligt,

- de anslutande konstruktionsdelarna kan ta upp aktuella horisontalkrafter från lagret samt
- konstruktionens kapacitet med avseende på spjälkning och prägling kan påverkas av en ändrad lagerutformning.

103.54 Utförande

- 103.541 Borttagning av betong, rengöring av ytor som ska motgjutas och förvattning av dessa ska utföras enligt avsnitt 101.5.
- 103.542 Vid spännarmerade broar ska det klargöras att bilning eller borring inte kommer att ske intill spännarmeringen eller dess förankringar.
- 103.543 Det ska verifieras att lyftpunkter som används för domkrafter och pallning har nödvändig kapacitet.

För nyare broar finns dessa uppgifter i konstruktionsredovisningen

Då överbyggnaden ska lyftas vid en ändskärmsbros ändstöd behöver motfyllningen vanligen schaktas bort. Detta ska i så fall ske samtidigt vid båda broändarna.

Bilaga 10-1 Elektrokemisk potentialmätning, potentialkartering

.1 Utförande

- .11 Armeringens elektrodpotential ska mätas i ett stort antal punkter med en mobil referenselektrod som flyttas från mätpunkt till mätpunkt i ett rutnät. Armeringens korrosionstillstånd, dvs. om stålet är aktivt eller passivt ska bedömas med ledning av elektrodpotentialens värde.

Med syftet att öka säkerheten vid tolkningen av potentialvärden mäts samtidigt i varje mätpunkt även växelströmsmotståndet mellan betongytan och armeringen.

Mätningarna ska utföras i sådan omfattning att korrosionstillståndet kan bedömas hos armeringen i hela konstruktionen.

Mätningarna utförs med referenselektroder av typen mättad silver/silverklorid/kaliumklorid, (Ag/AgCl/KCl). Även referenselektroder av typen mättad kalomel (Hg/Hg₂Cl₂) och mättad koppar/kopparsulfat, (Cu/CuSO₄), kan användas, men dessa måste rengöras och kontrolleras oftare än silver/silverklorid/kaliumkloridelektroderna.

Referenselektroder för mätningar ska kalibreras minst varje dag före och efter mätningarna.

- .12 Potentialkarteringen ska relateras till graden av pågående korrosion. Armeringen ska därför alltid frambilas på några ställen och okulärbesiktigas. Samtidigt ska den elektriska kontinuiteten mellan armeringsstångerna kontrolleras och dokumenteras.
- .13 Vid potentialmätning ska betongytan fuktas i mätpunkterna. Den omgivande temperaturen, både i luften och i konstruktionen, ska vara högre än 5 °C.

.2 Mätinstrument

För mätningen ska ett för ändamålet avsett mätinstrument användas. Instrumentet ska kunna mäta både potentialen och växelströmsmotståndet i varje mätpunkt. Motståndsmätningen ska utföras med växelström.

.3 Värdering av mätvärden

Vid värderingen av mätvärdena för korrosionsbedömning ska både potentialvärdet i enskilda punkter och potentialskillnaden mellan punkterna värderas. Vid värderingen ska hänsyn även tas till växelströmsmotstånden.

Hänsyn tas också till variationer av temperatur, fukthalt, betongkvalitet, betongskiktets tjocklek, kloridhalt och karboniseringsdjup.

Korrosion kan anses pågå då mätningen i vissa punkter ger mer negativa potentialvärden än mätningar i andra punkter på ytor med samma korrosionsförutsättningar. Även stora skillnader i mätvärden indikerar att korrosion pågår.

Motståndsvärden under 10 k Ω kan innebära att korrosion pågår.

Höga motståndsvärden kan tyda på att betongen är torr och extremt höga motståndsvärden kan tyda på att betongen är ytbehandlad eller skiktad. I dessa fall är potentialvärdena osäkra.

Bilaga 10-2 Epoxi för injektering av sprickor och limning av stålplåtar

.1 Injektering av sprickor

.11 Allmänt

Injekteringsmedlet

- ska vara en polymer, typ epoxi, av tvåkomponenttyp,
- ska vara alkalibeständigt,
- ska vara olösligt i vatten,
- ska ge god vidhäftning till betong,
- ska ge god vidhäftning till våt betong om injekteringen ska ske i våt betong,
- får inte innehålla flyktiga lösningsmedel,
- får inte innehålla ämnen som kan orsaka korrosion på armering och
- får inte innehålla nonylfenol.

.12 Provning

Vidhäftning till betong ska provas enligt SS 13 72 43.

Dragprovet utförs på en yta med diametern 34 mm och med belastningshastigheten 0,5 mm/min.

Provningen ska utföras på en betong i tryckhållfasthetsklass C 32/40.

Beträffande materialkrav för aktuell betong gäller vad som sägs i kapitel 43.

Vidhäftningen till betong ska uppfylla kravet enligt 101.612. Vid provning efter sju månader får inte vidhäftningen ha minskat med mer än 30 %, räknat på medelvärdet. Medelvärdet vid åldrade prover ska minst vara 1,2 MPa.

All provning ska utföras vid en temperatur av 23 °C.

Totalt fyra provkroppar ska tillverkas och lagras enligt SS-EN 12390-2 fram till 14 dygn efter gjutningen. Varje provkropp ska vara så stor att minst tre dragprov kan utföras.

Två av provkropparna ska efter lagring enligt ovan förvaras i 23 °C och 50 % RH och resterande två provkroppar i 23 °C och 90 % RH.

Vid en ålder av 28 dygn ska samtliga provkroppar gutas på med ett 1-1,5 mm tjockt skikt av aktuell injekteringsepoxi.

På grund av att epoxin är lättflytande går det inte att gjuta upp ett skikt med fordrad tjocklek utan kantstöd.

Betongytan ska sandblästras och renblåsas innan epoxin påförs.

Efter ytterligare 14 dygn i ovan nämnda klimat ska dragprov utföras på en provkropp förvarad i 50 % RH och en förvarad i 90 % RH.

Om godtagbart resultat erhålls vid 90 % RH kan det anses vara påvisat att epoxin är olöslig i vatten.

Resterande två provkroppar ska förvaras i 23 °C, en fortsatt i 50 % RH och en med fritt vatten stående över provytan. Vid en ålder av sju månader genomförs dragprov på dessa åldrade provkroppar.

Dragdon ska limmas på i samband med provning.

Anledningen till detta är att vidhäftningen mellan dragdon och epoxin kan försämrans under våtlagringen vilket kan medföra en felaktig brottbild och därmed ett icke relevant vidhäftningsvärde.

Tryckhållfastheten hos injekteringsmedlet ska provas enligt ASTM D695-02. Draghållfastheten hos injekteringsmedlet ska provas enligt ASTM D638M, varvid provkroppar av typen M-I ska användas. Provkroppens tjocklek ska vara 3 mm. Belastningshastigheten vid provningen ska vara 5 mm/min. Provningen ska omfatta minst tre provningar.

För ett injekteringsmedel som ska överföra laster ska tryckhållfastheten ha ett medelvärde på minst 80 MPa och det minsta enskilda värdet ska vara minst 72,5 MPa. Motsvarande värden för draghållfastheten ska vara 6,0 MPa respektive 5,0 MPa.

För injektering med enbart tätande funktion kan lägre tryckhållfasthet hos injekteringsmedlet accepteras. Detta möjliggör användning av medel med lägre viskositet och bättre inträngningsförmåga så att också mycket fina sprickor fylls.

.2 Limning av stålplåtar

.21 Materialkrav

Limsystemet ska ha en dokumenterat god vidhäftning mot stål och betong.

Limmaterialet ska uppfylla följande krav.

10. Förbättring

Bilaga 10-2 Epoxi för injektering av sprickor och limning av stålplåtar

Tryckhållfasthet	≥ 70 MPa
Draghållfasthet	≥ 20 MPa
Förlängning vid brott	$\geq 0,3$ %
Elasticitetsmodul	$4,0 \leq E \leq 10,0$ GPa
Vidhäftning mot betong	Brottet ska alltid ske i betongen

Vid vidhäftningsprovning mot betong ska betongkvalitet lägst C32/40 användas.

Potlife bör överstiga 40 minuter i 20 °C.

För limsystemet, epoxi samt primer, ska vidhäftningen mot stål vara minst 8,0 MPa.

.22**Provning**

Tryckhållfastheten och draghållfastheten hos limmet ska bestämmas enligt ASTM D695, cylindrisk provkropp, respektive ASTM D638M, typ MI. Provkroppens tjocklek ska vara 10 mm. Belastningshastighet ska i båda fallen vara 5 mm/min. Vardera provningen ska minst omfatta 5 provkroppar.

Förlängning till brott och elasticitetsmodul ska bestämmas i samband med dragprovningen.

Vidhäftningen mot betong ska bestämmas enligt SS 13 72 43. Vidhäftning mot stål ska bestämmas enligt SS-EN ISO 4624. Vid provning ska stålytorna förbehandlas enligt vad som framgår av 101.57