

G Cementbundna lager

G1 Inledning

G1.1 Introduktion

I kapitlet anges krav på egenskaper hos cementbundna lager och krav på material och utförande. Vidare exemplifieras godtagbar utformning av fogar samt ges andra utföranderåd.

I avsnitt G1 och G2 redovisas kapitlets innehåll och vissa i texten använda begrepp.

I avsnitt G3 behandlas bärlager av cementbundet grus. Kraven med avseende på hållfasthet, tjocklek, jämnhet och tvärfall avseende bärlager av cementbundet grus anges och har formulerats för statistisk acceptansk kontroll. Kraven på övriga egenskaper, material och utförande mm återfinns i senare underavsnitt.

I avsnitt G4 behandlas på motsvarande sätt lager av oarmerad cementbetong. Fogar och anslutningskonstruktioner beskrivs i avsnitten G5 respektive G6.

För dimensionering av cementbundna lager hänvisas till kapitel C.

G1.2 Innehåll

G	Cementbundna lager	1
G1	Inledning.....	1
G1.1	Introduktion	1
G1.2	Innehåll	1
G2	Begrepp	2
G2.1	Beteckningar.....	2
G2.2	Benämningar.....	3
G3	Bärlager av cementbundet grus, nybyggnad och underhåll.....	5
G3.1	Utformning	5
G3.2	Material.....	7
G3.3	Utförande.....	9
G3.4	Kontroll.....	10
G3.5	Dokumentation	14
G4	Lager med cementbetong, nybyggnad och underhåll	15
G4.1	Utformning	15
G4.2	Material.....	17
G4.3	Utförande.....	18
G4.4	Kontroll.....	19
G4.5	Dokumentation	21
G5	Fogar nybyggnad och underhåll.....	23

G5.1 Utformning	23
G5.2 Material.....	26
G5.3 Utförande.....	27
G6 Anslutningskonstruktioner	28
G6.1 Allmänt	28
G7 Referenser.....	28
G7.1 Metodbeskrivningar.....	28
G7.2 Standard.....	28
G7.3 Europastandard.....	29
G7.4 FAS-Metoder.....	29
G7.5 Övrigt.....	29
G8 Index och förteckningar	30
G8.1 Stickordlista.....	30
G8.2 Figurförteckning.....	32
G8.3 Tabellförteckning	32

G2 Begrepp

G2.1 Beteckningar

<i>BBK 94</i>	Boverkets handbok om betongkonstruktioner.
<i>FAS</i>	Föreningen för Asfaltbeläggningar i Sverige.
<i>FTK</i>	Krav på draghållfasthet enligt BBK 94.
<i>G_f</i>	Grovt fel
<i>N</i>	Stickprovsstorlek, dvs. antal enskilda mätningar i ett stickprov.
<i>S</i>	Standardavvikelse i stickprov.
<i>ÅDT_{k,just}</i>	Årsdygnstrafik per körbana, justerad med avseende på dubbdäckstrafik enligt kapitel C 4.9.
\bar{x}	Aritmetiskt medelvärde i stickprov.

G2.2 Benämningar

Arbetsfog	Fog som utförs mellan olika gjutetapper och vid opåräknade gjutuppehåll. Arbetsfog utformas i betongbeläggning som kontraktionsfog.
Ballast	Stenmaterial som används vid tillverkning av betong och cementbundet grus.
Betongöverbyggnad (BÖ)	Konstruktion enligt kapitel C bestående av <ul style="list-style-type: none">• slit- och bärlager av cementbetong• bitumen- eller cementbundet bärlager• obundet bärlager• förstärkningslager• skyddslager
Cementbitumenöverbyggnad (CBÖ)	Konstruktion enligt kapitel C bestående av <ul style="list-style-type: none">• bitumenbundet slitlager• bitumenbundet bindlager• cementbundet bärlager• obundet bärlager• förstärkningslager• skyddslager
Cementbundet grus (CG)	Ballast bunden med cement. Används som bärlager i överbyggnadstyperna CBÖ och BÖ.
Draghållfasthet för betong	Draghållfasthet bestäms genom spräckning av provkroppar. Betong indelas i draghållfasthetsklasser, t ex T 3,5 (se BBK 94 band 2).
Dymling	Ingjuten stång som överför tvärkrafter mellan betongplattor.
Expansionsfog	Fog som delar upp betongbeläggning och som medger längdändring, både genom sammandragning och genom utvidgning hos angränsande plattor.
Grovt fel (G_f)	Avvikelse i enskild punkt, x_i , som överstiger ett högsta eller understiger ett lägsta gränsvärde, G_f .
Kontraktionsfog	Fog i betongbeläggning som medger sammandragning hos angränsande betongplatta. Kontraktionsfog kan förses med dymlingar för kraftöverföring mellan plattorna.

<i>Korttidsprovning</i>	Provning av betong vid ålder som anges enligt svensk standard. (t ex 7 dygn för portlandcement).
<i>Medelvärde, aritmetiskt</i>	Summan av ett antal värden dividerad med antalet värden.
<i>Membranhårdning</i>	Täckning av nygjuten betong (speciellt beläggingsbetong) med vatten- och diffusions-tät hinna som förhindrar fuktavgång från betongen.
<i>Mineraliska tillsatsmaterial</i>	Finkorniga oorganiska material som tillsätts vid tillverkning av betong och som bidrar till betongens hållfasthet. Boverket ger ut regler för typgodkännande av mineraliska tillsatsmaterial till betong.
<i>Normaltidsprovning</i>	Provning av betong vid ålder som anges enligt svensk standard. (T ex 28 dygn för portlandcement).
<i>Sammanhållningsfog</i>	Längsgående fog som styr sprickbildning. Sammanhållningsfog förses med förankringsstänger.
<i>Standardavvikelse</i>	Mått på variabiliteten inom en serie observationer (ett stickprov, t ex mätvärden avseende nivå) enligt formeln $s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$ $x_i = \text{mätvärde (i = 1, 2, \dots, n)}$ $\bar{x} = \text{aritmetiskt medelvärde}$ $n = \text{antalet observationer}$
<i>Tillsatsmedel</i>	Medel som tillsätts vid betongtillverkning för att påverka betongens egenskaper, t ex vattenreducerande medel.
<i>Tryckhållfasthet för betong</i>	Tryckhållfasthet bestäms genom tryckprovning av provkroppar. Betong indelas i tryckhållfasthetsklasser, t ex K60 (se BBK 94 band 2).
<i>Tryckhållfasthet för CG</i>	Tryckhållfasthet bestämd genom tryckprovning av provkroppar.
<i>Vägrensfog</i>	Fog mellan cementbetongbeläggning och bituminös beläggning på vägren.

G3 Bärlager av cementbundet grus, nybyggnad och underhåll

G3.1 Utformning

G3.1.1 Bredd

Det cementbundna bärlagret i betongöverbyggnad skall dras ut minst 250 mm utanför betonglagret.

En större bredd kan vara erforderlig om det cementbundna bärlagret skall utgöra underlag för betongläggarens framdrift.

G3.1.2 Sprickanvisningar

I cementbundet bärlager i betongöverbyggnad skall tvärgående sprickanvisningar utföras. Dessa utförs vid kontraktionsfogarna i cementbetonglagret.

Om bärlager av cementbundet grus skall utgöra underlag för bitumenbundna lager i en cementbitumenöverbyggnad (CBÖ) kan sprickanvisningar göras tvärs vägen för att minska risken för reflektionssprickor i de bitumenbundna lagren. Dessa sprickanvisningar görs normalt genom sågning som utförs med ett avstånd av 3-5 m och till halva eller till en tredjedel av lagertjockleken. För att säkerställa funktionen kan man fylla sågspåren med bitumenemulsion.

G3.1.3 Hållfasthet

Lager med cementbundet grus skall uppfylla kraven på tryckhållfasthet enligt Tabell G3.1-1.

Hållfastheten skall kontrolleras enligt avsnitt G3.4.1.

Tabell G3.1-1 Krav på tryckhållfasthet bestämd vid korttidsprovning.

	Cementbundet grus i CBÖ-konstruktion MPa	Cementbundet grus i BÖ-konstruktion MPa
Medelvärde, \bar{x}	inom $9 \pm (3,0 - 0,65s)$	≥ 9
Standardavvikelse, s	≤ 4	≤ 4
Grovt fel G_f för enskilt mätvärde	≤ 5	≤ 5

G3.1.4 Lagertjocklek

Lager med cementbundet grus skall uppfylla kraven på tjocklek enligt Tabell G3.1-2. Övre gränser får överskridas om kraven på nivå på ovanliggande lager kan uppfyllas.

Tjockleken skall kontrolleras enligt avsnitt G3.4.2.

Tabell G3.1-2 Krav på tjocklek.

	Cementbundet grus i CBÖ-konstruktion mm	Cementbundet grus i BÖ- konstruktion mm
Medelvärde, \bar{x}	inom $R \pm (18 - 0,62s)$	inom $R \pm (10 - 0,62s)$
Standardavvikelse, s	≤ 15	≤ 15
Grovt fel G_f för enskilt mätvärde	$\leq R - 30$	$\leq R - 20$

R är den tjocklek som tagits fram vid dimensionering i kapitel C.

G3.1.5 Jämnhet

Lager med cementbundet grus skall uppfylla kraven på jämnhet enligt Tabell G3.1-3

Jämnheten skall kontrolleras enligt avsnitt G3.4.3.

Tabell G3.1-3 Krav på jämnhet

A och B mm	C mm	A-C samt B-C mm
≤ 5	≤ 8	≤ 6

G3.1.6 Tvärfall

Lager med cementbundet grus skall uppfylla kraven på tvärfall enligt Tabell G3.1-4.

Tvärfallet skall kontrolleras enligt avsnitt G3.4.4.

Tabell G3.1-4 Krav på tvärfall

Mätmetod	Krav på tvärfall
Rätskiva	$s \leq 0,55$ \bar{x} inom $0 \pm (0,55-0,46s)$
Bogserad mätvagn	x_j inom $0 \pm 1,2$ för 95 % av den kontrollerade körfältslängden och alla x_j inom $0 \pm 1,4$

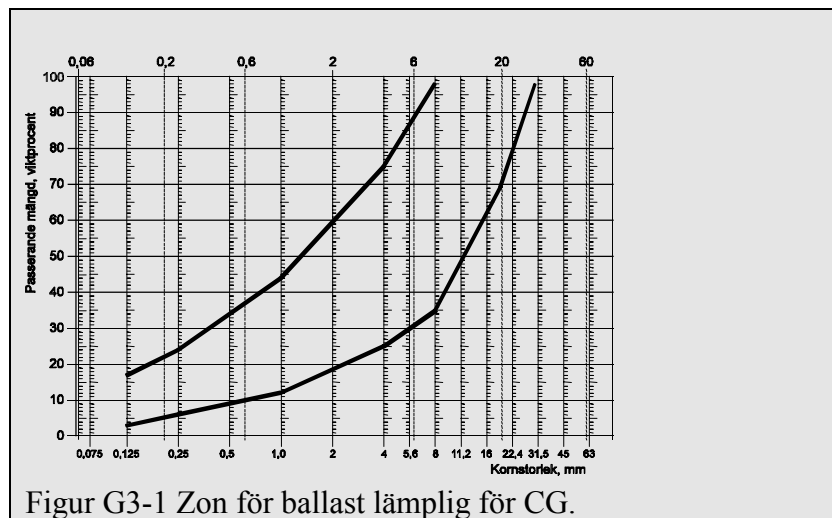
G3.2 Material

G3.2.1 Ballast

Vid tillverkning av cementbundet grus skall ballast som är lämplig med hänsyn till kemisk och fysikalisk påverkan användas. Krav enligt BBK 94, 7.2.4 skall uppfyllas.

Största stenstorlek för ballasten skall ha 32 mm.

Vägledning för val av ballast till CG ges i Figur G3-1.



G3.2.2 Cement

De cementtyper enligt SS-EN 197-1, Composition, specifications and conformity criteria for common cements, som är upptagna i Tabell G3.2-1 skall användas. Om annan cement skall användas, skall förprovning ske för att verifiera att kraven på det cementbundna bärlagret uppfylls.

Tabell G3.2-1 Cementtyper

Cementtyp	Benämning	Beteckning
I	Portland cement	CEM I
II	Portland kalkstencement	CEM II/A-LL

G3.2.3 Vatten

Vatten får inte innehålla föroreningar som inverkar menligt på cementets bindning eller på hållfasthet och beständighet hos bärlagret. Kraven i BBK 94, avsnitt 7.2.5 skall uppfyllas.

G3.2.4 Tillsatsmedel och mineraliska tillsatsmaterial

Vid användning av tillsatsmedel skall entreprenören verifiera att detta tillsammans med övriga delmaterial ger avsedd effekt och att övriga egenskaper hos det cementbundna lagret inte påverkas menligt.

Mineraliska tillsatsmaterial skall visats ha minst lika goda egenskaper som de material de ersätter.

Krav med avseende på hygien, hälsa och miljö enligt kapitel A skall uppfyllas.

G3.3 Utförande

G3.3.1 Tillverkning och utförande

Bärlager av cementbundet grus består antingen av massa tillverkad i betongfabrik eller massa blandad direkt på vägen. Massa tillverkad vid stationär eller mobil betongfabrik transporteras till lägningsstället på flakbil och bör vara täckt under transporten. Transporten bör planeras så att väntetid på arbetsplatsen undviks. Massan läggs ut med någon typ av läggare samt justeras med vägghyvel och packas med vält. Massa blandad direkt på vägen tillverkas genom utläggning av ballasten samt inblandning av vatten och cement med en frästrustning. Lagret justeras därefter med vägghyvel och packas med vält. Om sprickanvisning skall utföras kan denna göras med skärtrissa eller ”hajfena”. Om spåret skall fyllas med bitumen görs detta innan slutpackningen. Sprickanvisningar kan också utföras helt maskinellt med speciell utrustning som utför de olika momenten.

Bärlager av cementbundet grus får inte läggas på fruset underlag och får inte utsättas för minusgrader under de första 7 dyggen efter utförandet. Vid läggningen får inte fritt vatten finnas på underlaget.

Råd om proportionering, tillverkning och utläggning av cementbundet grus finns i Svensk Byggtjänst publikation "Betonghandboken, Arbetsutförande", avsnitt 23.2.

G3.3.2 Härdning

Det utförda bärlagret skall skyddas mot uttorkning.

Någon av följande metoder kan tillämpas:

- *Försegling med 0,6-0,8 kg/m² bitumenemulsion.*
- *Täckning med geotextil. Geotextilen bör ligga kvar och hållas fuktig med vatten under minst 5 dygn*
- *Täckning med plastfolie. Plasten bör vara minst 0,10 mm och ligga kvar i minst 5 dygn.*
- *Härdning med vatten under minst 5 dygn*

Om bärlager av cementbundet grus skall utgöra underlag för lager av cementbetong bör härdning ske med vatten för att förbättra vidhäftningen med betongen.

G3.4 Kontroll

Kontroll av att kraven på hållfasthet, lagertjocklek, jämnhet och tvärfall uppfylls skall ske enligt de metoder för statistisk acceptanskontroll som anges i VVMB 908 "Statistisk acceptanskontroll" och med iakttagande av de ytterligare anvisningar för stickprovsurval, mätning mm.

G3.4.1 Hållfasthet

Kontroll av hållfastheten skall utföras enligt Tabell G3.4-1.

Tabell G3.4-1 Kontroll av tryckhållfasthet vid korttidsprovning av provkroppar från bärlager av cementbundet grus

<i>Kontrollobjekt</i>	3 000 m ² lageryta. Kontrollobjekt skall utväljas för undersökning med urvalssannolikheten ½, se VVMB 908.
<i>Stickprov</i>	n = 9, borrkärnor uttagna vid kontrollpunkter bestämda med slumpmässigt urval inom kontrollobjektets yta enligt VVMB 908. Alternativt kan kontroll utföras på samma borrkärnor som tagits ut för kontroll av tjocklek.
<i>Mätförfarande</i>	Hållfasthetsmätning av provkropp enligt SS 13 11 13 och SS 13 72 30. Borrkärnor skall ha slankhets-talet 1,0.
<i>Mätvariabel</i>	Korttidsvärde för provkroppens tryckhållfasthet (MPa).
<i>Kriterievariabel</i>	\bar{x} , s, G _f
<i>Acceptansintervall</i>	Enligt krav i avsnitt G3.1.3.

G3.4.2 Tjocklek

Kontroll av tjockleken skall utföras enligt Tabell G3.4-2

Tabell G3.4-2 Kontroll av tjocklek för bärlager av cementbundet grus.

<i>Kontrollobjekt</i>	3 000 m ² lageryta. Kontrollobjekt skall utväljas för undersökning med urvals-sannolikheten $\frac{1}{2}$, se VVMB 908.
<i>Stickprov</i>	N=9, kontrollpunkterna valda i längs- och tvärled inom kontrollobjektet enligt slumpmässigt förfarande beskrivet i VVMB 908.
<i>Mätförfarande</i>	Lagertjockleken skall bestämmas enligt VVMB 903.
<i>Mätvariabel</i>	Lagertjocklek (mm).
<i>Kriterievariabler</i>	\bar{x} , s, G _f
<i>Acceptansintervall</i>	Enligt krav i avsnitt G3.1.4

G3.4.3 Jämnhet

Kontroll av jämnheten skall utföras enligt Tabell G3.4-3

Tabell G3.4-3 Kontroll av jämnhet för bärlager av cementbundet grus.

<i>Kontrollobjekt</i>	Vägsträcka av 300 m längd eller körfält av 600 m längd. Kontrollobjekt skall utväljas för undersökning med urvalssannolikheten $\frac{1}{2}$, se VVMB 908.
<i>Stickprov</i>	N = 15, kontrollpunkterna valda i längs- och tvärlängd inom kontrollobjektet enligt förfarande med urvalsmall, beskrivet i VVMB 107 och VVMB 908.
<i>Mätförfarande</i>	3 m rätskiva med tre mätton. Mätning skall utföras enligt VVMB 107.
<i>Mätvariabler</i>	Rätskivenormal avvikelse (mm) i var och en av rätskivans mätpunkter (1, 2 och 3).
<i>Kriterievariabler</i>	<i>I varje kontrollpunkt:</i> A: Rätskivenormal avvikelse i mätpunkt 1 B: Rätskivenormal avvikelse i mätpunkt 3 C: Rätskivenormal avvikelse i mätpunkt 2 Differens: A-C och B-C. <i>Totalt:</i> Andel kontrollpunkter med godkända värden på samtliga kriterievariabler.
<i>Acceptansintervall</i>	Enligt krav i avsnitt G3.1.5 Antalet godkända kontrollpunkter skall vara minst 12 av 15.

G3.4.4 Tvärfall

Kontroll av tvärfall skall utföras men någon av metoderna enligt Tabell G3.4-4 eller Tabell G3.4-5.

Tabell G3.4-4 Cementbundet grus. Kontroll av tvärfall genom mätning med rätskiva.

<i>Kontrollobjekt</i>	Vägsträcka av 300 m längd eller körfält av 600 m längd. Samtliga kontrollobjekt skall undersökas.
<i>Stickprov</i>	N = 15, kontrollpunkterna valda i längs- och tvärled inom kontrollobjektet enligt förfarande med urvalsmall, beskrivet i VVMB 107 och VVMB 908.
<i>Mätförfarande</i>	3 m rätskiva, med monterad lutningsmätare. Mätning skall utföras enligt VVMB 107.
<i>Mätvariabler</i>	Avvikelse från riktvärdet för lagerytans lutning tvärs vägen, mätt i procentenheter.
<i>Kriterievariabler</i>	\bar{x} , s.
<i>Acceptansvillkor</i>	Enligt krav i avsnitt G3.1.6.

Tabell G3.4-5 Cementbundet grus. Kontroll av tvärfall genom mätning med bogserad mätvagn.

<i>Kontrollobjekt</i>	Vägsträcka av 300 m längd eller körfält av 600 m längd. Samtliga kontrollobjekt skall undersökas.
<i>Stickprov</i>	Kontinuerlig analog mätning.
<i>Mätförfarande</i>	Mätning skall utföras enligt VVMB 108.
<i>Mätvariabler</i>	Maximal avvikelse från riktvärdet för lagerytans lutning tvärs vägen, mätt i procentenheter.
<i>Kriterievariabler</i>	x_i (enskild observation).
<i>Acceptansvillkor</i>	Se krav på tvärfall, avsnitt G3.1.6.

G3.5 Dokumentation

G3.5.1 Utformning och utförande

Utformningen med uppgift om hållfasthet, lagertjocklek och sprickanvisningar skall redovisas. Tillämpad produktionsmetod skall anges.

G3.5.2 Resultat från kontroller

Resultat från kontroll av hållfasthet, lagertjocklek, jämnhet och tvärfall skall redovisas.

G4 Lager med cementbetong, nybyggnad och underhåll

G4.1 Utformning

G4.1.1 Allmänt

Betongen skall uppfylla krav enligt BBK 94 och Supplement 1 till BBK 94. Om inte annat anges i den byggnadstekniska beskrivningen gäller all text i BBK 94 och Supplement 1 till BBK 94 som kravtext.

Kraven för miljöklass B4 och A3 enligt BBK 94 skall uppfyllas.

Betonglagret skall utföras så att synliga sprickor inte uppstår mellan fogarna.

Vid håltagning skall all återgjutning utföras med krympfri betong.

G4.1.2 Vägytan

Krav på egenskaper hos vägytan enligt kapitel A skall uppfyllas.

För att erhålla tillräcklig friktion och en acceptabel bullernivå kan strukturbehandling med någon av följande metoder tillämpas:

- *Friläggning av ballast med hjälp av ytretarderande medel*
- *Längsgående diamantslipning av den hårdnade betongytan*
- *Längsgående strukturering av den färska betongen*

G4.1.3 Hållfasthet

Betong skall utföras i hållfasthetsklass T2,5 , T3,5 eller T4,5 enligt BBK 94.

Hållfastheten skall kontrolleras enligt avsnitt G4.4.1.

Betongen anses ha uppfyllt krav på draghållfasthet (T-värde), om resultaten vid provning av spräckhållfasthet på utborrade cylindrar efter omräkning till draghållfasthet uppfyller kraven på f_{TK} enligt BBK 94 avsnitt 7.3.3.3. Som komplement till tabell 7.3.3.3b sätts $f_{TK}=3,6$ MPa för hållfasthetsklass T4,5.

*Med avseende på nötningsmotstånd bör hållfasthetsklass T3,5 eller T4,5 väljas vid $\dot{A}DT_{k,just} > 6000$ och T2,5 väljas vid $\dot{A}DT_{k,just} < 6000$
 $6000 \dot{A}DT_{k,just}$ motsvarar ca $10\,000 \dot{A}DT_t$*

G4.1.4 Tjocklek.

Betonglagret skall uppfylla krav på tjocklek enligt tabell Tabell G4.1-1. Kravet gäller färdigbehandlad betongbeläggning, det vill säga efter

Tjockleken skall kontrolleras enligt avsnitt G4.4.2.

Om beläggningen diamantslipas skall mätning ske efter slipning.

Tabell G4.1-1 Krav på tjocklek

Medelvärde, \bar{x}	$> R - (8,0 - 0,58s)$ mm
Standardavvikelse, s	≤ 12 mm
Grovt fel (G_f) för enskilt mätvärde	$\leq R - 15$ mm

R är den tjocklek som tagits fram vid dimensionering i kapitel C.

G4.1.5 Frostbeständighet.

Betongen skall uppfylla krav på frostbeständighet för miljöklass B4 enligt BBK 94 7.3.2.

Frostbeständigheten skall kontrolleras enligt avsnitt G4.4.3.

G4.1.6 Fogar.

För att styra sprickbildningen skall fogar anläggas i betonglagret.

Kontraktions- och sammanhållningsfogar skall utföras för att förhindra uppkomst av okontrollerade genomgående temperatur- och krympsprickor hos beläggningen.

Avstånd mellan tvärgående kontraktionsfogar skall vara 5 m.

Avstånd mellan längsgående sammanhållningsfogar skall avpassas så att plattbredden inte överstiger 5 m. På flerfältsvägar skall fogen placeras intill körfältslinjen i det lägst trafikerade körfältet.

Expansionsfogar skall utföras vid anslutningskonstruktioner mellan betongbeläggning och bro och vid anslutning till flexibel beläggning.

Vid på- och avfarter skall fogar placeras så att rörelser kan tas upp utan att sprickor uppstår.

Mellan olika gjutetapper och vid opåräknade lägningsavbrott längre än 60 min skall arbetsfog utföras.

Fogar skall vara vattentäta. Tätning utförs genom nedpressning av elastisk foglist eller genom att fogen fylls med vidhäftande och tätande fogmassa.

Vägrensfogar skall utföras mellan betongbeläggning och vägren med bituminöst lager.

I avsnitt G5 visas godtagbar utformning av fogar för betongbeläggning.

G4.1.7 Anslutningskonstruktioner.

Då betongbeläggningen ansluter till broar eller till flexibel vägkonstruktion skall anslutningskonstruktioner utföras. Dessa har till uppgift att begränsa ojämnheter och att förhindra att krafter överförs till anslutande konstruktioner så att skador uppstår på dessa.

G4.2 Material.

G4.2.1 Ballast.

G4.2.1.1 Beständighet.

Ballast skall uppfylla krav enligt BBK 94 och Supplement 1 till BBK 94.

G4.2.1.2 Nötningsmotstånd.

Ballast skall antingen uppfylla kraven på slipvärde och sprödhetstal eller kravet på kulkvarnsvärde enligt Tabell G4.2-1. Om betongen läggs ut i två skikt gäller kraven det övre skiktet. Ballastens nötningsmotstånd skall kontrolleras enligt avsnitt G4.4.4.

Tabell G4.2-1 Nötningsmotstånd.

Förväntad maxtrafik de närmaste 10 åren	Slipvärde	Sprödhetstal	Kulkvarnsvärde
$\text{ÅDT}_{k,\text{just}} < 6\,000$	< 1,8	< 50	< 12
$\text{ÅDT}_{k,\text{just}} \geq 6\,000$	< 1,4	< 45	< 9

Flisighetstalet får inte överstiga 1,45.

Som alternativ till krav på ballast kan krav på funktion för färdig betongbeläggning ställas.

G4.2.1.3 Kornfördelning och största kornstorlek.

För att begränsa bullernivån från trafiken skall största stenstorlek begränsas till 16 mm. Om betongen läggs ut i två skikt gäller kraven det övre skiktet

För att ytterligare begränsa bullernivån kan största stenstorlek begränsas till 8 mm.

För att öka nötningsbeständigheten bör max 50 % av materialet passera 8 mm sikt vid kornkurva med max 16 mm stenstorlek.

G4.2.2 Cement

Cement skall uppfylla kraven för portlandscement CEM I enligt SS-EN 197-1.

Vid betongtillverkning skall cement av typ LA/SR användas.

Beteckningarna LA och SR definieras i SS 134203 och SS 134204.

G4.2.3 Vatten

Vatten skall uppfylla krav enligt BBK 94, avsnitt 7.2.5.

G4.2.4 Tillsatsmedel och mineraliska tillsatsmaterial

Vid användning av tillsatsmedel skall entreprenören verifiera att detta tillsammans med övriga delmaterial ger avsedd effekt och att övriga egenskaper hos betongen inte påverkas menligt.

Krav med avseende på hygien, hälsa och miljö enligt kapitel A skall uppfyllas.

G4.2.5 Membranhärtningsvätskor.

Membranhärtningsvätskor skall uppfylla kraven i ASTM C 309.

För att underlätta kontrollen av att hela ytan behandlats bör färgade membranhärtningsvätskor användas.

G4.3 Utförande

G4.3.1 Tillverkning och utläggning

Betongen skall proportioneras, tillverkas, gjutas samt behandlas efter gjutning så att sprickor av krympning och temperaturrörelser undviks.

Kraven på tillverkning och transport enligt BBK 94 skall uppfyllas. För betongarbeten skall tillverknings- och utförandeklass I gälla.

Betongen skall läggas ut med betongläggare som packar och ytavjämnar. Vid utläggning får inte fritt vatten finnas på underlaget.

Betongläggare kan vara av typen glidformläggare eller spårgående läggare med fasta sidoformar. Mera information om arbetsutförande finns i Svensk Byggtjänst publikation "Betonghandboken, Arbetsutförande", avsnitt 22.

Betongbeläggningen får inte utsättas för frysning förrän tryckhållfastheten beräknas ha uppnått 5 MPa.

Vid läggning i två skikt skall tjockleken på det övre skiktet vara minst 50 mm.

G4.3.2 Ytstruktur

Betongytan skall efter gjutningen behandlas så att tillräcklig friktion erhålls.

För att få tillräcklig friktion kan strukturbehandling med någon av följande metoder tillämpas:

- *Friläggning av ballast med hjälp av ytretarderande medel*
- *Längsgående diamantslipning av den hårdnade betongytan*
- *Längsgående strukturering av den färska betongen*

Den färska betongen och den färdigbearbetade ytan skall skyddas mot regn som kan förorsaka skada.

Täckningsmaterial för en längd motsvarande minst tre timmars läggning bör finnas.

G4.3.3 Härdning

Betongen skall härdas antingen genom vattenbegjutning i 5 dygn eller genom påförande av membranhärdningsvätska.

Vattenhärdningen får dock avbrytas efter 3 dygn om det kan visas att tryckhållfastheten då uppnått minst 45 % av värde enligt förundersökning.

För att förhindra avrinning och avdunstning efter vattenbegjutning kan ytan täckas men geotextil.

När lufttemperaturen understiger +5°C får härdning ske med hjälp av membranhärdningsvätska.

Betongen får trafikeras när draghållfasthet uppgår till 85 % av fordrat värde enligt G4.1.3.

Råd om trafikering av nygjuten betongbeläggning ges i CBI rapport 2:93 "Tidig trafikering av betongbeläggning".

G4.4 Kontroll

G4.4.1 Hållfasthet

Hållfastheten hos lager med cementbetong skall kontrolleras enligt Tabell G4.4-1.

Tabell G4.4-1 Kontroll av draghållfasthet hos betong

Kontrollobjekt	Lageryta 10 000 m ² . Samtliga kontrollobjekt skall undersökas.
Stickprov	n = 9, kontrollpunkterna valda slumpmässigt i längs- och tvärled inom kontrollobjektet enligt förfarande beskrivet i VVMB 908.
Mätförfarande	I varje kontrollpunkt utborras cylindrar med 100 mm höjd och 100 mm diameter (slankhetstal 1,0). Bedömning av huruvida betongen uppnått föreskriven hållfasthet grundas på värdering av resultaten från bestämning av draghållfasthet (T-värde). Draghållfastheten bestäms genom provning av spräckhållfastheten på varje cylinder enligt SS 13 11 11, SS 13 11 13, SS 13 72 30 och SS 13 72 13.
Mätvariabler	Draghållfasthet, MPa.
Kriterievariabler	Enligt BBK 94.
Acceptansintervall	Enligt krav i avsnitt G4.1.3.

G4.4.2 Tjocklek

Tjockleken på lager med cementbetong skall kontrolleras enligt Tabell G4.4-2.

Tabell G4.4-2 Kontroll av tjocklek på lager med cementbetong

Kontrollobjekt	Lageryta, 10 000 m ² . Samtliga kontrollobjekt skall undersökas.
Stickprov	n = 9, kontrollpunkterna valda i längs- och tvärled inom kontrollobjektet enligt slumpmässigt förfarande beskrivet i VVMB 908.
Mätförfarande	Lagertjockleken skall bestämmas enligt VVMB 903.
Mätvariabel	Avvikelse från riktvärde för lagertjocklek (mm).
Kriterievariabler	s, \bar{x}
Acceptansintervall	Enligt krav i avsnitt G4.1.4.

G4.4.3 Frostbeständighet

Frostbeständigheten hos lager med cementbetong skall kontrolleras enligt Tabell G4.4-3.

Tabell G4.4-3 Krav på frostbeständighet hos betong

Kontrollobjekt	Lageryta, 20 000 m ² . Samtliga kontroll-objekt skall undersökas.
Stickprov	n = 6, kontrollpunkterna valda i längs- och tvärled inom kontrollobjektet enligt slumpmässigt förfarande beskrivet i VVMB 908.
Mätförfarande	I varje kontrollpunkt utborras cylindrar med 100 mm höjd. Provning av frostbeständighet utförs enligt SS 13 72 44, metod A, förfarande III
Mätvariabler	Enligt SS 13 72 44
Kriterievariabler	Enligt SS 13 72 44
Acceptansintervall	Enligt krav i avsnitt G4.1.5.

G4.4.4 Nötningsbeständighet

Kraven på nötningsbeständighet anges i avsnitt G4.2.1.

Förundersökning av ballast skall utföras så, att godtagbara resultat föreligger i god tid före betongarbetenas påbörjande.

Analysresultatet skall grundas på minst ett dubbelprov.

Provning skall ske enligt SS-EN 932-1 ”Ballast-Generella metoder-Del 1: Metoder för provtagning”, avsnitt 8.8, Provtagning från upplag.

Provberedning: Provet skall inte laboratoriekrossas eller på annat sätt erhålla förändrade egenskaper.

Slipvärdet skall bestämmas på ballastmaterial 9,5-11,2 mm enligt FAS Metod 231.

Sprödhetstalet skall bestämmas på ballastmaterial 8-11,2 mm enligt FAS Metod 210.

Kulkvarnsvärde skall bestämmas på ballastmaterial 11,2-16 mm enligt FAS Metod 259.

Flisighetstalet skall bestämmas på ballastmaterial > 5,6 mm enligt FAS Metod 209.

Utöver förprovning skall minst ett prov tas per 50 000 m² betogbeläggning.

G4.5 Dokumentation

G4.5.1 Utformning och utförande

Utformningen med uppgift om lagertjocklek, hållfasthet, fogar och sammanhållningskonstruktioner skall redovisas. Tillämpad produktionsmetod skall anges.

G4.5.2 Resultat från kontroller

Resultat från kontroll av hållfasthet, frostbeständighet, lagertjocklek, jämnhet, tvärfall, friktion samt kulkvarnsvärde skall redovisas.

G5 Fogar nybyggnad och underhåll

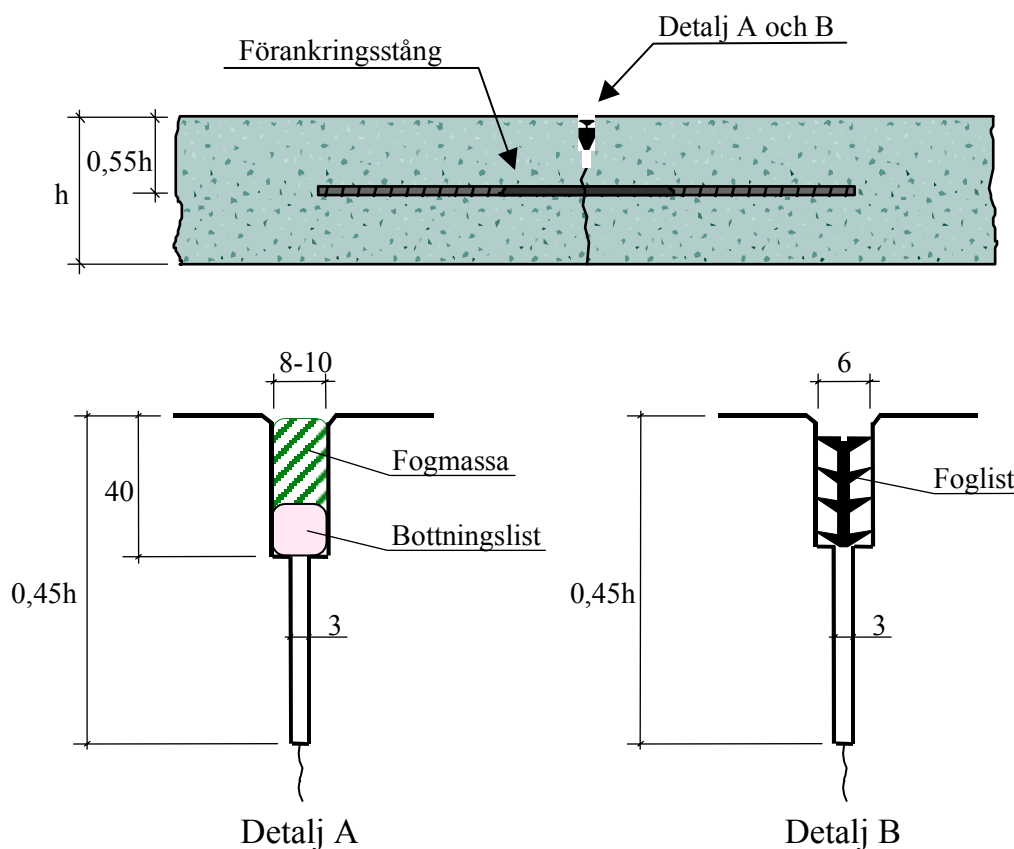
G5.1 Utformning

G5.1.1 Sammanhållningsfogar, längsgående fogar

Figur G5.1-1 visar godtagbar utformning av sammanhållningsfog.
Förankringsstångernas dimension och centrumavstånd visas i tabell G5.1-1

Sågspårets kanter skall fhasas 1-2 mm.

Då foglister används skall fogspåret utformas så att listerna kommer att ligga minst 10 mm under vägytan.



Figur G5.1-1 Sammanhållningsfog, längsgående fog

Tabell G5.1-1 Förankringsstänger av stål i sammanhållningsfogar.

Vägyta	Diameter mm	Längd m	Centrumavstånd m
Körbana	16 alt. 20	0,8	1,0
På- och av- fartsramp	16	0,8	0,6

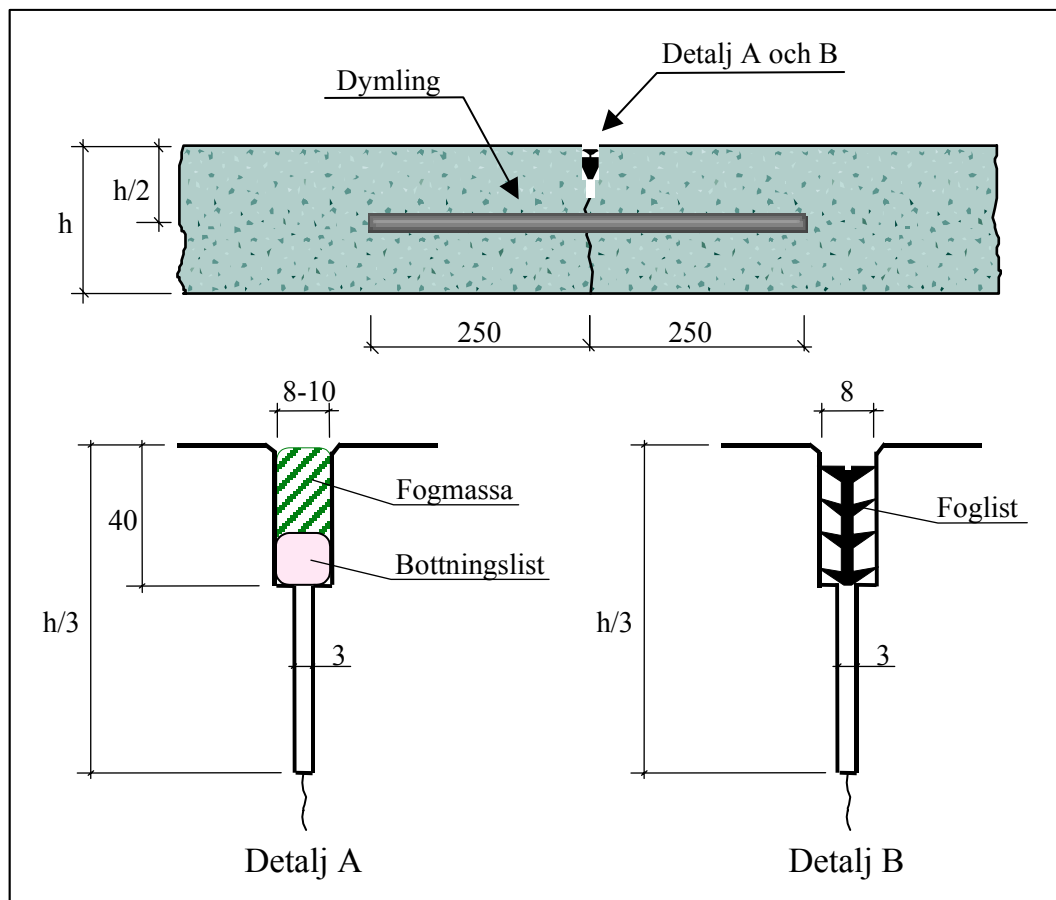
När beläggningen läggs som två längsgående drag med en mellanliggande sammanhållningsfog (mittfog) kan den anslutande kanten på det först utförda draget förses med en förtagning. I samband med läggningen sticks förankringsstänger in i betongen, mitt i förtagningen.

G5.1.2 Kontraktionsfogar, tvärgående fogar

G5.1-2 visar godtagbar utformning av kontraktionsfogar.

Sågspårets kanter skall fhasas 1-2 mm.

Då foglister används skall fogspåret utformas så att listerna kommer att ligga minst 10 mm under vägytan.



Figur G5.1-2 Kontraktionsfog, tvärgående fog.

Kontraktionsfogar skall förses med 500 mm långa dymlingar av stål $\varnothing 25$ s 250 mm.

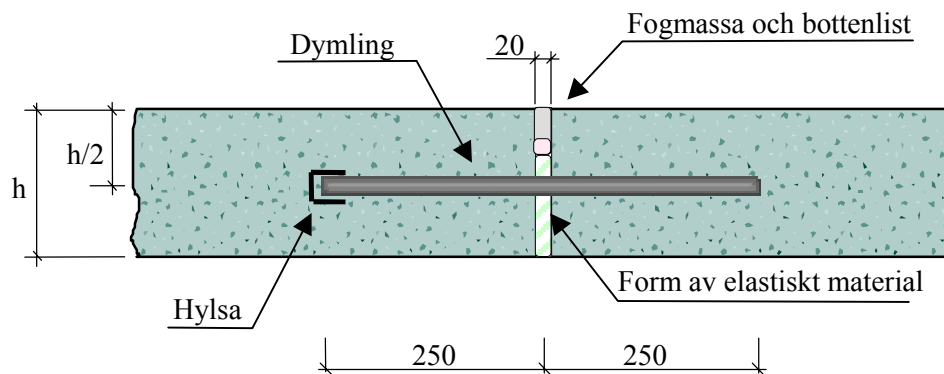
Dymlingar vibreras ned i fogen med speciell utrustning i läggaren eller fixeras med hjälp av korgar som placeras på underlaget

G5.1.3 Arbetsfogar

Godtagbar utformning av arbetsfogar redovisas i Svensk Byggtjänst publikation "Betonghandboken, Arbetsutförande", avsnitt 22.

G5.1.4 Expansionsfogar

Figur G5.1-3 visar en godtagbar utformning av expansionsfogar.



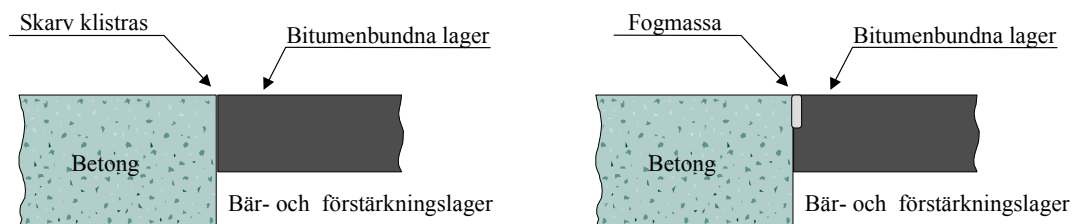
Figur G5.1-3 Expansionsfog

Expansionsförmåga erhålls genom att en elastiskt skiva byggs in i fogen.

Skivan skall ha god anliggning mot det bundna bärlagret på hela bredden samt gå ända ut till glidformläggarens sidoförmor, så att betong inte tränger in och senare förhindrar att fogen trycks ihop.

G5.1.5 Vägrensfogar

Figur G5.1-4 visar godtagbar utformning av fog mot väggen med bitumenbundet lager.



Figur G5.1-4 Fog mot vägen med bitumenbundet lager.

G5.2 Material

G5.2.1 Foglister

Foglister av kloropregummi skall uppfylla kraven enligt ASTM D 2628.

Kloropregummi benämns även neopren.

Foglistens tjocklek skall anpassas till fogspaltens bredd.

G5.2.2 Fogmassa

Fogmassan skall utan att spricka eller lossna från fogkanterna kunna ta upp de rörelser och belastningar den utsätts för.

Fogmassan skall ha:

- god vidhäftning till de material den skall användas tillsammans med, även då den utsätts för vatten
- elasticitet vid kyla
- stabilitet vid värme

Fogmassan skall uppfylla kraven enligt SP-metod 0759 "Funktionsprovning av fogmassor för vägar och flygfält". Vid provningen får inte dragpåkänningen överskrida 1,0 MPa vid temperatur -30°C och 60 % töjning. Kravet på fogmassan vid provningen är att inga skador i form av vidhäftnings- eller kohesionsbrott får uppstå.

Verifiering av att produkten uppfyller kraven skall ske enligt kapitel A.

Råd om utförande av fogar finns i "Fogning i vägar och flygfält, utgåva 4", SP AR 1997:01, utgiven av Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut.

G5.2.3 Dymlingar och förankringsstänger

Dymlingar skall utgöras av rundstång Ss 260S eller RSt 44-2.

Förankringsstänger skall utgöras av kamstång Ks 400S eller Ks 500S.

Förankringsstänger förses på mitten, på en sträcka av 200 mm, med en korrosionsskyddande beläggning av t ex epoxi med tjockleken 0,5 mm.

Dymlingar utförs i hela sin längd med korrosionsskyddande beläggning av t ex epoxi med minst 0,5 mm tjocklek. Korrosionsskyddsbeläggningen skall ha sådan karaktär att vidhäftning till betongen förhindras.

G5.3 Utförande

G5.3.1 Sammanhållnings- och kontraktionsfogar.

G5.3.1.1 Sågning

Fogen utformas med ett sågat fogspår i beläggningen. Sågningen skall utföras så sent, att skador i spårkanter inte uppkommer men innan sprickbildning i betongen börjat. För sågspårets rakhet gäller toleransen ± 10 mm mätt med 5 meters rätskiva.

Sågningen utförs i två moment. I det första momentet sågas ett 2-3 mm brett spår till ett djup som är angivet i figurerna Figur G5.1- och Figur. I det andra momentet vidgas spåret med hänsyn till valt fogmaterial.

Andra sågningen för kontraktionsfog utförs då tvärfogarna har "öppnats". Sågningsbredd i tvärfogar som öppnats mer än normalt, får bedömas med hänsyn till fogens bredd. Orsaken till att någon fog öppnats onormalt mycket kan vara att närliggande fogar inte öppnats som förväntat.

G5.3.1.2 Montering av foglister

Montering skall utföras med sådan utrustning och på sådant sätt att listerna vid monteringen inte töjs mer än rekommenderat av tillverkaren, i regel $< 5\%$.

G5.3.1.3 Fyllning med fogmassa

Vid fogfyllning skall fogen inte fylls så mycket att fogmassan kommer att skjuta upp över beläggningens nivå vid förväntad fogrörelse.

G5.3.1.4 Omfogning

Vid utbyta av fogmassa eller foglist skall fogen rengöras innan nytt material appliceras.

Borttagning av gammal list eller massa kan göras genom urskrapning eller urspolning. För att erhålla rena sidoytor kan sågning av fogen vara nödvändig.

G5.3.1.5 Montering av dymlingar och förankringsstänger

Toleranserna för avvikelser i läge för dymlingar och förankringsstänger:

Vertikalled	± 10 mm
Horisontalled	± 30 mm
Längdled	± 50 mm

G6 Anslutningskonstruktioner**G6.1 Allmänt****G6.1.1 Utformning**

Anslutningskonstruktioner mot broar och flexibla konstruktioner skall utformas så att krafter från betongbeläggningen inte överförs till angränsande konstruktion. Anslutningskonstruktionen skall också utan att skadas medge de rörelser som förekommer vid anslutning till broar och flexibla konstruktioner.

I rapporten "Utformning av anslutningskonstruktioner för betongvägar", CBI uppdragsrapport nr 99018, redovisas olika tekniska lösningar för anslutningskonstruktioner.

G7 Referenser**G7.1 Metodbeskrivningar**

<i>Titel</i>	<i>VVMB nr</i>	<i>Publ nr</i>
Bestämning av ojämnheter och tvärfall med rätskiva	107	1994:42
Bestämning av tvärfall med bogserad mätvagn	108	1994:39
Bestämning av tjocklek hos bundna lager	903	1993:18
Statistisk acceptanskontroll	908	1994:41

G7.2 Standard

<i>Titel</i>	<i>Identifikation</i>
Betongprovning - Provkroppar - Form, mått och toleranser	SS 13 11 11
Betongprovning - Provkroppar - Utborrning och behandling av cylindrar för hållfasthetsbestämning	SS 13 11 13
Cement - Sammansättning och fordringar för cement med låg alkalihalt (LA-cement)	SS 13 42 03

Cement - Sammansättning och fordringar för sulfatresistenta cement (SR-cement)	SS 13 42 04
Betongprovning - Hårdnad betong - Tryckhållfasthet hos provkroppar	SS 13 72 30
Betongprovning - Hårdnad betong - Avflagning vid frysning	SS 13 72 44

G7.3 Europastandard

<i>Titel</i>	<i>Identifikation</i>
Cement - Del 1: Sammansättning och fordringar för ordinära cement	SS EN 197-1
Ballast, Generella metoder-Del 1: Metoder för provtagning, avsnitt 8.8, Provtagning från upplag.	SS-EN 932-1

G7.4 FAS-Metoder

<i>Titel</i>	<i>FAS Metod</i>
Bestämning av flisighetstal	209
Bestämning av sprödhetstal	210
Bestämning av slipvärde	231
Bestämning av kulkvarnsvärde	259

G7.5 Övrigt

<i>Titel</i>	<i>Identifikation</i>
Tidig trafikering av betongbeläggning	CBI rapport 2:93 CBI uppdragsrapport 99018
Standard specifications for membraneforming compounds for curing concrete	ASTM C 309-74
Standard specifications for preformed polychloroprene joint seals for concrete pavements	ASTM D 2628-91
Bestämmelser för betongkonstruktioner	BBK 94
Allmän teknisk beskrivning för broar	BRO 94

G8 Index och förteckningar

G8.1 Stickordlista

7.11	
7.21	
7.3.1	1
anslutningskonstruktioner	1, 16, 28
Anslutningskonstruktioner	16, 28
Arbetsfog	3
Arbetsfogar	25
ASTM C 309	18
ASTM D 2628	26
Ballast	3, 7, 17
bärlager	1, 3, 5, 9, 10, 11, 12
BBK 94	2, 7, 8, 15, 18, 20
BBK 94 band 2	3, 4
BBK 94, avsnitt 7.2.5	18
Beständighet	17
betong	3, 4, 19, 20, 25, 28, 29
betongbeläggning	3, 16, 17, 19, 29
Betonghandboken, Arbetsutförande	9
BRO 94, del 4 Betongkonstruktioner	15, 17
CBI rapport 2:93 "Tidig trafikering av betongbeläggning"	19
Cement	8, 17, 28, 29
cementbundet grus	1, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12
cementbundna lager	1
Cementtyper	8
Dokumentation	14, 21
draghållfasthetsklasser	3
Dymling	3
Dymlingar	25, 26, 27
egenskaper	1, 4, 8, 15, 18
ENV 197-1	8
Expansionsfogar	16, 25
FAS Metod 209	21
FAS Metod 210	21
FAS Metod 231	21
FAS Metod 259	21
fig 7.3-4	13
figur 7.4-5	24
figureerna 7.4-5 och 7.4.-7	27
fogar	1, 16, 21, 23, 24, 26, 27
Fogar	1, 16, 23
foglister	23, 24, 27
Foglister	26
fogmassa	16, 27
Fogmassa	26
förankringsstänger	4, 24, 26
Frostbeständighet	16, 20
Grovt fel	2, 3, 6, 16
hållfasthet	1, 4, 8, 10, 14, 20, 21, 22
Hållfasthet	5, 10, 15, 19
Härdning	9, 19
jämnhet	1, 7, 10, 12, 14, 22
Jämnhet	7, 12
Kap 1	18
kapitel 1	15
Kontraktionsfog	3, 25
Kontroll	10, 11, 12, 13, 14, 19, 20
krav	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21
Lagertjocklek	6, 11
material	1, 4, 8, 26, 27

Material	7, 17, 26
Nötningsbeständighet	21
Nötningsmotstånd	17
nybyggnad	5, 15, 23
oarmerad cement-betong	1
Omfogning	27
provkroppar	3, 4, 10, 28
Provning	4, 21
Sågning	27
SP-metod 0759	26
Sprickanvisningar	5, 9
SS 13 11 11	20
SS 13 11 13	10, 20
SS 13 72 13	20
SS 13 72 30	10, 20
SS 13 72 44	21
Svensk Byggtjänst publikation "Betonghandboken, Arbetsutförande", avsnitt 22	18, 25
tabell 7.3-2	10
tabell 7.4-4	17
tabell 7.4-6	23
Tillsatsmedel	4, 8, 18
Tillverkning	9, 18
tjocklek	1, 6, 11, 15, 16, 20, 26, 27, 28
Tjocklek	11, 15, 20
Tryckhållfasthet	4, 28
tvärfall	1, 7, 10, 13, 14, 22, 28
Tvärfall	7, 13
underhåll	5, 15, 23
utförande	1, 9, 14, 21, 26
Utförande	9, 18, 27
Utförning	5, 14, 15, 21, 23, 28
Vägrensfogar	16, 25
Vägytan	15
Vatten	8, 18
VVMB 107	12, 13
VVMB 108	14
VVMB 19	8
VVMB 903	11, 20
VVMB 908	10, 11, 12, 13, 20, 21

G8.2 Figurförteckning

Figur G3-1 Zon för ballast lämplig för CG.....	8
--	---

G8.3 Tabellförteckning

Tabell G3.1-1 Krav på tryckhållfasthet bestämd vid korttidsprovning.....	6
Tabell G3.1-2 Krav på tjocklek.....	6
Tabell G3.1-3 Krav på jämnhet.....	7
Tabell G3.1-4 Krav på tvärfall.....	7
Tabell G3.2-1 Cementtyper.....	8
Tabell G3.4-1 Kontroll av tryckhållfasthet vid korttidsprovning av provkroppar från bärlager av cementbundet grus.....	10
Tabell G3.4-2 Kontroll av tjocklek för bärlager av cementbundet grus.....	11
Tabell G3.4-3 Kontroll av jämnhet för bärlager av cementbundet grus.....	12
Tabell G3.4-4 Cementbundet grus. Kontroll av tvärfall genom mätning med rätskiva.....	13
Tabell G3.4-5 Cementbundet grus. Kontroll av tvärfall genom mätning med bogserad mätvagn.....	14
Tabell G4.1-1 Krav på tjocklek.....	16
Tabell G4.2-1 Nötningsmotstånd.....	17
Tabell G4.4-1 Kontroll av draghållfasthet hos betong.....	19
Tabell G4.4-2 Kontroll av tjocklek på lager med cementbetong.....	20
Tabell G4.4-3 Krav på frostbeständighet hos betong.....	20