



Allmän teknisk beskrivning för broar

# **BRO 94**

## **2. Lastförutsättningar**

## 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

2.Lastförutsättningar .....	3
20. Allmänt .....	3
20.1 Giltighetsområde och medgällande dokument .....	3
20.2 Sökordsförteckning och förkortningsförteckning .....	3
20.3 Definitioner .....	3
20.4 Förutsättningar .....	3
20.41 Allmänt .....	3
20.42 Reparation, förbättring och ombyggnad .....	3
21. Laster .....	5
21.1 Permanenta laster .....	5
21.11 Egentyngd .....	5
21.12 Beläggning och överfyllnad .....	5
21.13 Jordtryck .....	5
21.14 Vattentryck .....	7
21.15 Stödförskjutning .....	8
21.16 Betongens krympning .....	8
21.17 Spännkraft .....	8
21.2 Variabla laster .....	10
21.21 Allmänt .....	10
21.22 Trafiklast .....	10
21.23 Ökat jordtryck orsakat av konstruktionsdels rörelse mot jord .....	17
21.24 Lagerfriktion .....	19
21.25 Snölast .....	19
21.26 Temperaturändring .....	19
21.27 Vindlast .....	24
21.28 Is- och strömtryck .....	24
21.29 Speciella laster .....	25
21.3 Olyckslaster .....	26
21.31 Påkörningskraft av fordon .....	26
21.32 Påseglingskraft av fartyg .....	27
21.33 Brott i kabel till snedkabelbro .....	28
21.34 Avslagen hängare/avslaget hängstag .....	28
21.35 Avslagen påle .....	28
21.36 Ofrivillig uppkörning på gångbana och annan broyta .....	28
21.37 Brott i kabel i spännbetongbro .....	28
22. Lastkombinationer .....	29
22.1 Allmänt .....	29

---

22.2	Lastkombinationer.....	29
22.21	Lastkombination I.....	29
22.22	Lastkombination II.....	29
22.23	Lastkombination III.....	29
22.24	Lastkombination IV.....	30
22.25	Lastkombination V.....	30
22.26	Lastkombination VI.....	30
22.27	Lastkombination VII.....	30
22.28	Lastkombination VIII.....	31
22.29	Lastkombination IX.....	31
<b>Bilagor</b>		
2-1	Principer för val av lastkoefficienter.....	34
2-2	Transporter på broar under byggnadstiden.....	35

## **2. Lastförutsättningar**

### **20. Allmänt**

#### **20.1 Giltighetsområde och medgällande dokument**

Giltighetsområde och medgällande dokument redovisas i avsnitt 10.1 och 10.2.

#### **20.2 Sökordsförteckning och förkortningsförteckning**

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

#### **20.3 Definitioner**

Definitioner redovisas i avsnitt 10.5.

### **20.4 Förutsättningar**

#### **20.41 Allmänt**

Antaganden och förutsättningar som anges i föreliggande del av BRO 94 ska gälla vid beräkning av broar och andra konstbyggnader enligt 10.51. Se även 20.42.

*Uppdelningen i permanenta laster, variabla laster och olyckslaster bygger på den dimensioneringsfilosofi som är definierad i BKR 94, kapitel 2. De nominella laster som anges i kapitel 21 är generellt att betrakta som så kallade karakteristiska laster.*

*Valda beteckningar överensstämmer i princip med de som definierats i BKR 94.*

Vid beräkning av konstruktionsdelar som inte tillverkas i sitt slutliga läge ska lasteffekter som kan uppkomma vid lagring, transport, lyftning och montering beaktas.

Lastförutsättningar som ska användas vid beräkningar avseende framförande av fordon på broar under byggnadstiden redovisas i bilaga 2-2.

#### **20.42 Reparation, förbättring och ombyggnad**

Vid reparation och förbättring godtas, med ändring av vad som anges i 21.22, att beräkningen utförs för trafiklaster enligt Vägverkets publikation 1991:210 "Bärighetsklassning av broar". Vid tillämpning av tabell 22-1

godtas att lastkoefficienten  $y_g$  i brottgränstillståndet begränsas till 1,3. Vid reparation tillämpas för bron aktuell tillåten trafikbelastning A/B. Vid förbättring ska bilaga 1 i ovannämnda publikation användas med A/B minst lika med 130/200 kN.

*Eventuellt högre A/B anges i den byggnadstekniska beskrivningen.*

Vid ombyggnad, inklusive breddning av överbyggnaden med minst 3,0 m sammanhängande bredd ska beräkningen ske för trafiklast enligt 21.22.

## 21. Laster

### 21.1 Permanenta laster

#### 21.11 Egentyngd

Med egentyngd avses den bärande konstruktionens tyngd inklusive räcken osv. Till egentyngd ska inte beläggning eller överfyllnad räknas.

Laster av ställningar och dylikt som påverkar konstruktionen under byggnadsskedet ska beaktas speciellt. Vid beräkning enligt 22.21 och 22.22 ska denna last betraktas som egentyngd.

Vid beräkning av egentyngder ska följande tungheter förutsättas.

Betong, oarmerad	22 kN/m <sup>3</sup>
Betong, armerad	24 kN/m <sup>3</sup>
Stål	77 kN/m <sup>3</sup>
Aluminium	27 kN/m <sup>3</sup>
Trä (furu, gran)	6 kN/m <sup>3</sup>
Jord (motfyllning)	enligt tabell 21-1

*För övriga material anges aktuell tunghet i den byggnadstekniska beskrivningen.*

*För jord som inte används till motfyllning kan tungheten bestämmas enligt Vägverkets publikation 1994:15 "Jords hållfasthets- och deformationsegenskaper".*

#### 21.12 Beläggning och överfyllnad

21.121 För beläggningar enligt tabell 63-1, avsnitt 63.3 samt bilaga 9-21, 9-22 och 9-23 ska följande tyngdvärden användas.

Viktgrupp I	3,5 kN/m <sup>2</sup>
Viktgrupp II	2,1 kN/m <sup>2</sup>
Viktgrupp III	1,7 kN/m <sup>2</sup>
Viktgrupp IV	1,2 kN/m <sup>2</sup>
Viktgrupp V	0,2 kN/m <sup>2</sup>
Viktgrupp VI	0,7 kN/m <sup>2</sup>
Viktgrupp VII	0,8 kN/m <sup>2</sup>
Viktgrupp VIII	2,3 kN/m <sup>2</sup>

För andra typer av beläggning anges dess tyngd i den byggnadstekniska beskrivningen.

21.122 Med överfyllnad avses fyllning på brobanaplattan eller pådäcket utöver beläggningen. Då beläggningstyper med en tjocklek som överstiger 0,15 m används, ska den överstigande tjockleken anses vara överfyllnad. För överfyllnaden ska tungheten 20 kN/m<sup>3</sup> som inte annat anges.

## 21.13 Jordtryck

21.131 I redovisningen nedan avses jordtryck mot styva konstruktioner som inte deformeras under inverkan av jordtrycket.

*Det jordtryck en konstruktion utsätts för är orsakat av jordens egentvngd.*

*En ökning av jordtrycket på grund av en konstruktions rörelse mot fyllningen bör alltid hänföras till det eller de lastfall som verkar på konstruktionen och som ger upphov till denna rörelse. Lastantaganden för detta lastfall och för last på vägbankar anges i 21.23 respektive 21.224.*

Jordtrycket ska beräknas med hänsyn till bl a jordens egenskaper, grundvattennivåer, den stödjande konstruktionens utformning och styvhet samt rörelsemöjligheter.

*De jordkonstanter som fordras för en sådan beräkning bör bestämmas genom en geoteknisk undersökning eller med ledning av erhållna tillförlitliga uppgifter om jordmaterialet som erhållits på annat sätt.*

21.132 För motfyllning av stenmaterial samt lättklinker och cellplast ska tungheter och jordtryckskoefficienter enligt tabell 21-1 användas.

*Andra värden kan användas om en utredning visar detta.*

**Tabell 21-1 Tunghet och jordtryckskoefficienter**

Material	Tunghet kN/m <sup>3</sup>		Koefficienter för jordtryck		
	över grundvattenytan	under grundvattenytan	vilo-jordtryck K <sub>o</sub>	aktivt jordtryck K <sub>a</sub>	passivt jordtryck K <sub>p</sub>
Sprängsten	17	10	0,34	0,17	5,83
Grus	19	12	0,38	0,24	4,20
Lättklinker	5	0	0,43	0,27	3,70
Cellplast	1	0	0,40	0	-

*Koefficienterna för jordtryck är bestämda med utgångspunkt från inre friktionsvinkeln 45° för sprängsten och 38° för grus.*

*Jordtryckskoefficienterna för lättklinker avser nordisk lättklinker.*

*Vilojordtryckskoefficienten för cellplast har bestämts med ett antaget tvärkontraktionstal på 0,30.*

21.133 Jordtryckets horisontella komponent av jordtryckets intensitet vid horisontal markyta ska beräknas med koefficienter enligt tabell 21-1.



Hänsyn ska tas till påverkan av icke horisontal överyta eller icke vertikal yta.

- 21.134 Vid bestämning av jordtrycket mot en uppdelad konstruktion i slänt ska släntens stabilitetsförhållanden beaktas. Vilojordtryck ska anses råda i slänten om den packade fyllningens släntlutning inte är brantare än det enligt tabell 21-2 angivna gränsvärdet.

*Tex kan pelare till plattbroar anses vara en uppdelad konstruktion.*

Stödet ska beräknas för skillnaden mellan vilojordtrycken. Detta jordtryck ska anses verka på pelarens bredd.

#### **Tabell 21-2 Gränsvärden för släntlutning**

Fyllning	Släntlutning
Sprängsten	1:1,3
Grus	1:1,7

Vid brantare släntlutning än det i tabell 21-2 angivna gränsvärdet ska pelaren, om detta ger ogynnsammare inverkan, antas vara påverkad av ett jordtryck motsvarande vilojordtryck mot ovansidan och aktivt jordtryck mot nedsidan. Dessa jordtryck ska anses verka på bredden  $b$ , som är det största av följande värden.

$b = 3$  gånger den sammanlagda pelarbredden

$b =$  summan av pelarbredderna, ökad med halva summan av de fria avstånden mellan pelarna.

Bredden  $b$  ska högst ges värde lika med stödets (brobanep Plattans) totala bredd.

I förekommande fall ska eventuell valvbildning i höjddled beaktas på principiellt likartat sätt som ovan.

- 21.135 Oberoende av grundläggningssättet ska fristående landfästen och ramben, inklusive vingmurar och anslutande stödmurar, anses som oeftergivliga konstruktioner. Detsamma ska gälla ändskärmar samt fristående stödmurar grundlagda på berg.

*Med oeftergivlig konstruktion avses en konstruktion med så liten rörelsemöjlighet att jordtrycket i stort sett blir lika med vilojordtrycket.*

## **21.14 Vattentryck**

Vattentrycket ska beräknas vid medelvattenståndet MW i vattendrag och sjöar eller vid grundvattnets medelnivå.

*Vattentrycket är uppdelat i två delar, varav en räknas som permanent last och en som variabel last, se 21.296.*

## 21.15 Stödförskjutning

Broar med stöd, som inte är grundlagda på berg, ska beräknas för den största förväntade stödförskjutningen i såväl vertikal som horisontal led. Stödförskjutning ska antas ske under ett eller flera stöd och ska kombineras så att ogynnsammaste inverkan uppstår. Horisontal och vertikal förskjutning behöver inte kombineras.

För konstruktioner med varierande grundläggningsförhållanden längs bottenplattorna och för konstruktioner med stor utbredning i bron tvärläng, t ex gångtunnlar, ska hänsyn tas till sättning under respektive del av bottenplattan.

Vid uppdelat mellanstöd på separata bottenplattor ska inverkan av ojämn sättning hos pelarna beaktas genom en förutsatt inbördes stödförskjutning.

Horisontal stödförskjutning ska antas vara 10 mm om inte annat anges.

*I den byggnadstekniska beskrivningen anges förskjutningen om denna överstiger 10 mm.*

Den vertikala stödförskjutningen ska bestämmas som sättningskillnaden enligt 32.31.

## 21.16 Betongens krympning

Krympningens inverkan på betongen ska beaktas. Vid beräkningen ska utomhusmiljö och 75% RH förutsättas.

*Slutkrympvärdet kan hämtas ur BBK 94, avsnitt 2.4.6.*

Hänsyn ska tas till olikheter i krympning mellan en konstruktions olika delar, exempelvis då dessa är gjutna vid olika tidpunkter.

*Vid längre uppehåll än ett dygn mellan gjutningen av liv och fläns till en betongbalk kan en ojämn krympning motsvarande temperaturskillnaden 10°C anses uppkomma.*

## 21.17 Spännkraft

21.171 För förespända konstruktioner ska spännkraftsförlusterna redovisas i alla relevanta tidsskeden. Dessutom ska förlustberäkningen göras med speciella förutsättningar, se bilaga 4-2.

Lastförutsättningarna nedan ska gälla för konstruktioner som spänns upp efter att betongen hårdnat.

Spännkraftens inverkan ska beräknas

- omedelbart efter det att uppspanningsarbetet är avslutat ( $t=0$ )
- efter kort tid ( $t= t_1$ ) då en del av de tidsberoende förlusterna uppnåtts och då bron antas vara utsatt för trafiklast
- efter lång tid ( $t= t_2$ ) då de tidsberoende förlusterna uppnått sina slutvärden.

*Tiden  $t_1$  kan anses vara ca 30 dagar efter det att  
uppspänningsarbetet avslutats. Tiden  $t_2$  kan anses vara 100  
år efter det att bron tagits i trafik.*

Hänsyn ska tas till den elastiska initialdeformationen.

*Beräkningsförutsättningar avseende kraftförlust på grund av  
rörelse vid förankring (kilglidning etc) i samband med  
uppspänning redovisas i 91.6.*

- 21.172 Spännkraften  $P$  i ett snitt ska anses bli reducerad med hänsyn till friktionen i kabelrören enligt

$$P_x = P_o e^{-(ma+kx)}$$

$P_x$  spännkraften på avståndet  $x$  från uppspänningspunkten

$P_o$  spännkraften i den dragna änden

$m$  friktionskoefficienten

$a$  summa förutsatta vinkeländringar i radianer  
(oberoende av tecken)

$x$  avståndet i meter från uppspänningspunkten

$k$  friktionsförlust per meter på grund av oavsiktlig krokighet hos foderrör.

Friktionsvärdena  $\mu=0,18$  och  $k=0,0022$  ska användas såvida inte speciella utredningar visar annat.

- 21.173 Spännkraftsförlusterna ska bestämmas enligt BBK 94, 2.7.3, med nedanstående ändringar och kompletteringar.

Relaxationen ska antas uppgå till värdet  $x\%$  vid en ståluppkänning större än eller lika med  $0,70 f_{stu}$  och till  $0\%$  vid påkänningen  $0,45 f_{stu}$ . För övriga värden på ståluppkänningen godtas att relaxationen bestäms genom rätlinjig interpolering.

Vid tiden  $t=t_1$  ska  $45\%$  av relaxationen antas ha uppnåtts. Vid tiden  $t=t_2$  ska hela relaxationen antas ha uppnåtts.

För spännarmering av tråd eller lina ska  $x$  sättas till  $5,5\%$  och för spännarmering av stänger till  $9,0\%$ .

*Värdet  $x$  kan anses motsvara relaxationen efter 100 år.*

För krympningens slutvärde ska 21.16 tillämpas och för krympningen ska 42.14 tillämpas.

Vid tiden  $t= t_1$  ska ingen krympning och  $20\%$  av krympningen förutsättas ha skett.

$s_{cp}$  är slutlig tryckuppkänning i betongen i bruksgränstillståndet i höjd med armeringen.

## 21.2 Variabla laster

### 21.21 Allmänt

Med variabla laster avses nedan uppräknade laster, varvid var och en av dessa ska betraktas som en last.

- någon av ekvivalentlasterna enligt 21.2221-21.2225, se dock 22.241
- utmattningslast enligt 21.2226
- ytlast enligt 21.222 B, C eller D
- renhållningsfordon enligt 21.2227
- utryckningsfordon enligt 21.2228
- bromskraft enligt 21.2231
- sidokraft enligt 21.2232
- överlast enligt 21.224
- snölast enligt 21.25
- temperaturändring enligt 21.26
- vindlast enligt 21.27
- is- och strömtryck enligt 21.28
- last på inspektionbrygga enligt 21.291
- arbetsfordon etc enligt 21.292
- last från övergångskonstruktion enligt 21.293
- olikformig last enligt 21.294
- last på räcke enligt 21.295
- vattentryck enligt 21.296

*Beträffande centrifugalkraft, se 21.2233.*

*Beträffande ökat jordtryck orsakat av konstruktionsdels rörelse mot jord, se 21.23.*

*Beträffande lagerfriktion, se 21.24.*

*Ovannämnda laster kan vanligen anses beaktade om beräkningen utförs med de i kapitel 22 förtecknade lastkombinationerna.*

### 21.22 Trafiklast

21.221 Med trafiklast avses trafikens inverkan i vertikal och horisontal riktning på körbana, vägren, gångbana, cykelbana och annan broyta.

21.222 Vertikal trafiklast

A. Körbana och vägren

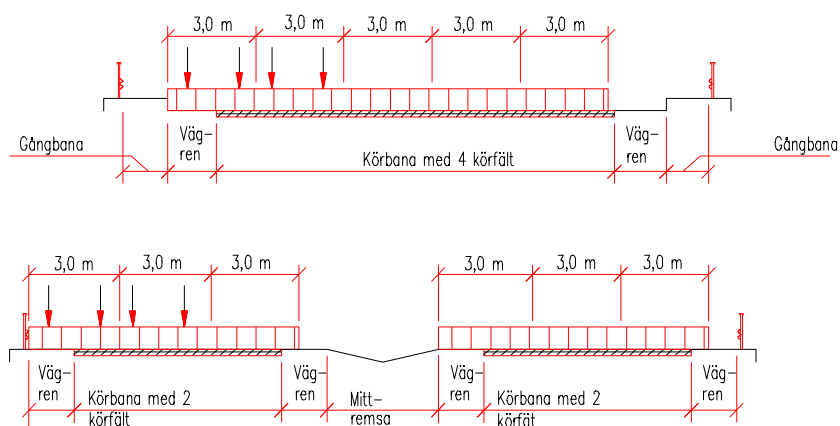
Inverkan av fordon inklusive dynamiska effekter ska beräknas på grundval av nedan angivna fem typer av ekvivalentlast, se 21.2221-21.2225.

Dessutom ska beräkning avseende utmattning göras för lasten enligt 21.2226. Varje konstruktionsdel ska beräknas för den last som ger ogynnsammaste inverkan. Vid beräkning av broar med spännvidd mindre än 200 m godtas att ekvivalentlast typ 5 inte beaktas.

Ekvivalentlast typ 1, 2 och 5 ska förutsättas belasta med körbanans längdriktning parallella ytor, kallade lastfält, vardera med bredden 3,0 m.

Lastfälts antal och placering ska väljas så att ogynnsammaste inverkan erhålls. Antalet lastfält är högst lika med det antal lastfält, som ryms inom det område som är tillgängligt för körtrafik (körbana och vägren), se figur 21-1.

Lastfälten ska placeras på ogynnsammaste sätt i brons tvärriktning inom hela det för körtrafik tillgängliga området, inklusive vägrenar och andra ytor i körbanans plan. De delar av detta område, som faller utanför lastfälten, ges ingen trafiklast. Se dock 21.2223



**Figur 21-1 Exempel på placering av lastfält**

Lasterna ska placeras i brons längdriktning så att ogynnsammaste inverkan erhålls.

Då beläggningen och överfyllnaden tillsammans har en tjocklek som överstiger 0,30 m godtas att axellasterna sprids både i längs- och tvärlängd. Lutningen på spridningen ska antas vara 2:1.

Då beläggningen och överfyllnaden tillsammans har större tjocklek än 3,0 m godtas att axellasterna i 21.2221-21.2225 ersätts av en utbredd last  $p_2=17 \text{ kN/m}^2$ .

#### B. Gång- och cykelbana på vägbro

Gång- och cykelbana ska beräknas för en ytlast  $p=4 \text{ kN/m}^2$ . Gång- och cykelbana, som är förlagd i samma plan som anslutande GC-väg eller som via körbar ramp är ansluten till väg, ska även beräknas för last av renhållningsfordon enligt 21.2227. Vid beräkningen godtas att ytlasten och last av renhållningsfordon inte kombineras.

Gång- och cykelbana, som är eller i framtiden kan komma att bli förlagd i samma plan som körbana och som inte är avskild med räcke, ska i belastningshänseende betraktas som körbana.

*Höjdskillnad mindre än 100 mm kan i detta avseende betraktas som samma plan. I den byggnadstekniska beskrivningen anges om gång- och cykelbana i belastningshänseende ska betraktas som körbana*

### C. Annan broyta

Broyta, som inte kan hänföras till körbana, vägren, gångbana eller cykelbana ska beräknas för en ytlast  $p=4 \text{ kN/m}^2$ . Broyta som är eller i framtiden kan komma att bli belägen i samma plan som körbana och som inte är avskild med räcke ska i belastningshänseende betraktas som körbana.

*Exempel på annan broyta är mittremsa. I den byggnadstekniska beskrivningen anges om annan broyta i belastningshänseende ska betraktas som körbana.*

### D. Gång-, cykel- och mopedbro (GCM-bro)

GCM-bro ska beräknas för en ytlast  $p=4 \text{ kN/m}^2$ . GCM-bro, som är förlagd i samma plan som anslutande GCM-väg eller som via körbar ramp är ansluten till väg, ska även beräknas för last av renhållningsfordon enligt 21.2227. Vid beräkningen godtas att ytlasten och last av renhållningsfordon inte kombineras.

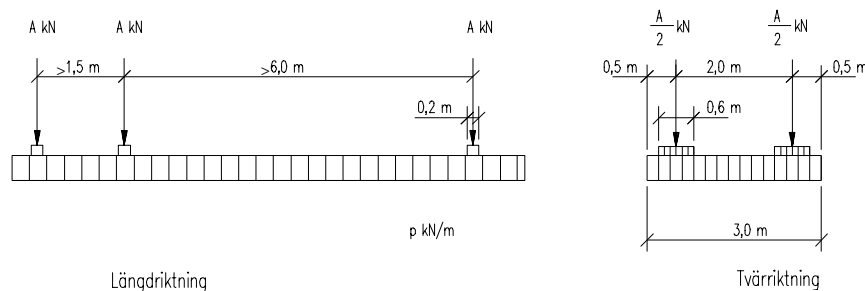
*Om så anges i den byggnadstekniska beskrivningen ska GCM-bro beräknas för ett utryckningsfordon enligt 21.2228. Vid beräkningen godtas att last av utryckningsfordon inte kombineras med ytlasten eller last av renhållningsfordon.*

## 21.2221

Ekvivalentlast typ 1 består av en jämnt fördelad last,  $p \text{ kN/m}$ , och en lastgrupp bestående av tre axellaster om  $A \text{ kN}$  med axelavstånden  $\geq 1,5 \text{ m}$  och  $\geq 6,0 \text{ m}$ .  $A$  är för ett lastfält  $250 \text{ kN}$  och för det andra  $170 \text{ kN}$ . Lasten  $p \text{ kN/m}$  är jämnt fördelad över lastfältets bredd.  $p$  är för ett lastfält i vardera körriktningen  $12 \text{ kN/m}$ ,  $9 \text{ kN/m}$  i ett lastfält i vardera körriktningen och  $6 \text{ kN/m}$  i övriga körfält. Ytlasten blir då respektive  $4$ ,  $3$  och  $2 \text{ kN/m}^2$ .

Axellasten består av två punktlaster om  $A/2 \text{ kN}$  med ett centrumavstånd av  $2,0 \text{ m}$ . Punktlastens lastyta är en rektangel med sidorna  $0,2 \text{ m}$  i körbanans längdriktning och  $0,6 \text{ m}$  i dess tvärriktning. Punktlasterna är placerade symmetriskt i lastfältet. Se figur 21-2.

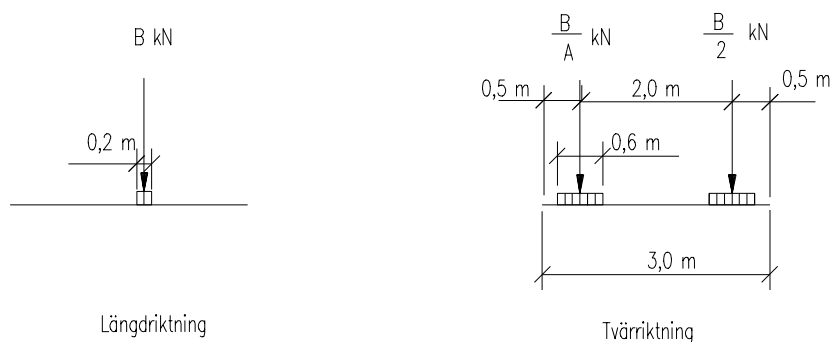
Högst två lastfält belastas med lastgrupper. Vid broar som trafikeras i mer än ett plan, t ex slutna plattrambroar, ska begränsningen gälla för respektive plan.



**Figur 21-2 Ekvivalentlast typ 1.**

- 21.2222 Ekvivalentlast typ 2 består av en axellast om  $B$  kN. Axellasten består av två punktlaster om  $B/2$  kN med centrumavståndet  $2,0$  m.  $B$  är för ett lastfält  $310$  kN och för det andra  $210$  kN. Punktlastens lastyta är en rektangel med sidorna  $0,2$  m i körbanans längdriktning och  $0,6$  m i dess tvärriktning. Punktlasterna är placerade symmetriskt i lastfältet. Se figur 21-3.

Högst två lastfält belastas med lastgrupper. Vid broar som trafikeras i mer än ett plan, t ex slutna plattrambroar, ska begränsningen gälla för respektive plan.



**Figur 21-3 Ekvivalentlast typ 2**

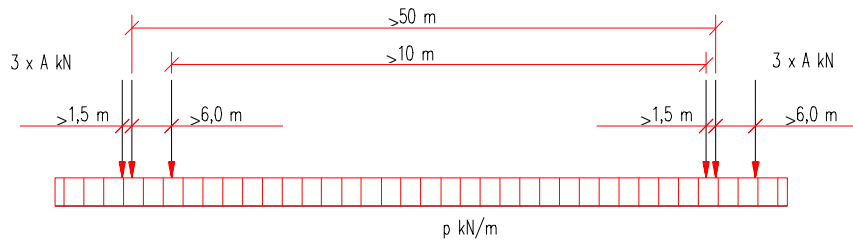
- 21.2223 Ekvivalentlast typ 3 består av en enstaka punktlast om  $155$  kN med samma lastyta som för ekvivalentlast typ 2, se 21.2222. Punktlasten ska placeras godtyckligt i körbanans tvärriktning. Minsta avstånd från lastytans centrum till räcke eller annan begränsning ska sättas till  $0,5$  m.
- 21.2224 Ekvivalentlast typ 4 består av en enda lastgrupp enligt 21.2221 med  $A$  lika med  $325$  kN. Lastgruppen ska förutsättas placerad på körbanan med en sidoförskjutning av högst  $1,0$  m från körbanans centrumlinje.

*I detta fall kan fördelningsbredden antas till  $4,0$  m.*

- 21.2225 Ekvivalentlast typ 5 består av en jämnt fördelad last,  $p$  kN/m, och två lastgrupper bestående av vardera tre axellaster om  $A$  kN med axelavstånden  $\geq 1,5$  m och  $\geq 6,0$  m. Centrumavståndet mellan lastgrupperna är  $\geq 50$  m. Se figur 21-4.  $A$  är för ett lastfält  $250$  kN och för det andra  $170$  kN. För den jämnt fördelade lasten gäller samma fördelning som för ekvivalentlast 1 enligt 21.2221.

Axellasten består av två punktlaster om  $A/2$  kN med ett centrumavstånd av  $2,0$  m. Punktlastens lastyta är en rektangel med sidorna  $0,2$  m i körbanans längdriktning och  $0,6$  m i dess tvärriktning. Punktlasterna är placerade symmetriskt i lastfältet. Se figur 21-2.

Högst två lastfält belastas med lastgrupper. Vid broar som trafikeras i mer än ett plan, t ex slutna plattrambroar, ska begränsningen gälla för respektive plan.



**Figur 21-4 Ekvivalentlast typ 5**

21.2226

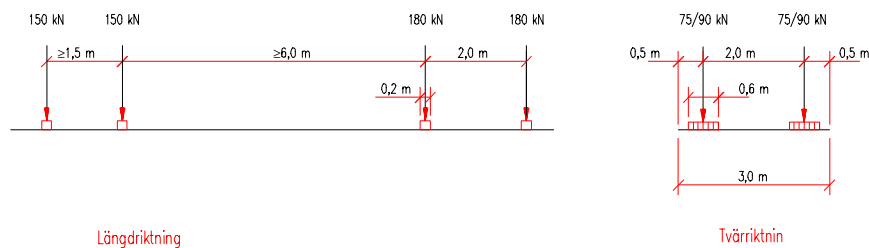
Utmattningslasten består av en lastgrupp med två axellaster om 150 kN och två om 180 kN. Axelavstånden är 1,5 m,  $\geq 6,0$  m och 2,0 m. Axellasten består av två punktlaster om 75 respektive 90 kN.

Centrumavståndet mellan punktlasterna är 2,0 m och lastytan är en rektangel med sidorna 0,2 m i körbanans längdriktning och 0,6 m i dess tvärriktning. Punktlasterna är symmetriskt placerade i lastfältet. Se figur 21-5. Lastgruppen ska placeras så att största påkänningsvidd erhålls för betraktad konstruktionsdel. Dynamiska effekter ska anses ingå i axellasterna.

Utmattningslasten ska antas motsvara ett ekvivalent lastkollektiv med kollektivparametern  $k=1$ .

*För broar på vägar med  $\dot{A}DT_{t} \leq 10\,000$  bör lastcykeltalet sättas till  $10^5$  och för övriga broar bör lastcykeltalet sättas till  $4 \times 10^5$ . Lastcykeltalet anges i den byggnadstekniska beskrivningen.*

*Lastcykeltalet kan vanligen sättas lika med spänningscykeltalet.*



**Figur 21-5 Utmattningslast**

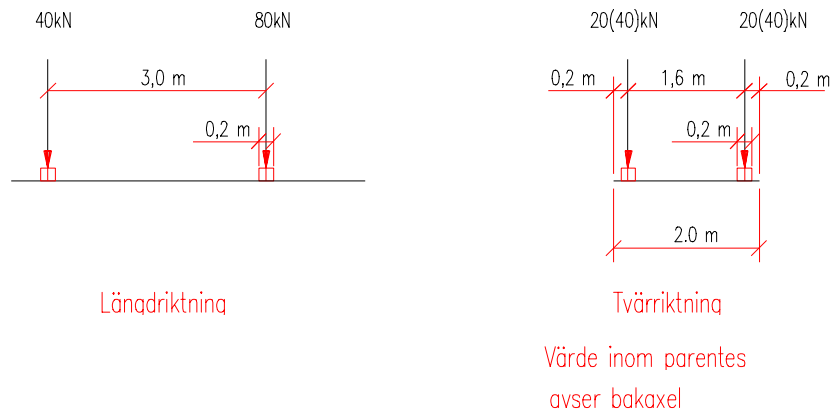
Vid beräkning av rörliga broar (öppningsbara) godtas att lastkollektiv av trafiklast och lastkollektiv av broöppning överlagras enligt Palmgrens delskadehypotes.

För broöppningar ska kollektivparametern  $k=1$  och lastcykeltal lika med  $10^5$  användas. Ett godtagbart alternativ är att lastkollektiven för broöppning och trafiklast beräknas var för sig, varvid summan av de båda kvoterna mellan aktuell spänningsvidd,  $\sigma_{rd}$ , och dimensionerande spänningsvidd,  $f_{rd}$ , ska uppgå till högst 1,2.



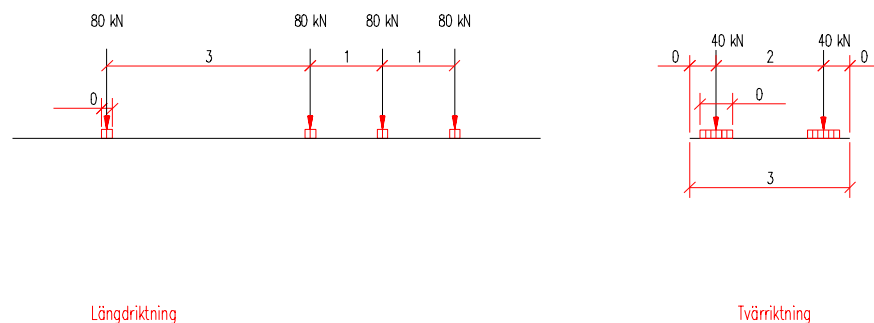
Vid beräkning av övergångskonstruktioner ska kollektivparametern  $k=1/3$  och lastcykeltal lika med  $10^8$  användas.

- 21.2227 Renhållningsfordonet består av två axellaster om 40 respektive 80 kN med axelavståndet 3,0 m. Axellasterna består av två punktlaster om 20 respektive 40 kN med ett centrumavstånd av 1,6 m. Punktlastens lastyta är en kvadrat med 0,2 m sida. Bredden på renhållningsfordonet är 2,0 m. Dynamiska effekter ska anses ingå i axellasterna. Se figur 21-6.



**Figur 21-6 Renhållningsfordon**

- 21.2228 Utryckningsfordonet består av fyra axellaster om 80 kN med axelavståndet 3,8 m, 1,3 m och 1,3 m. Axellasterna består av två punktlaster om 40 kN med ett centrumavstånd av 2,0 m och lastytan är en rektangel med sidorna 0,2 m i körbanans längdriktning och 0,6 m i dess tvärriktning. Dynamiska effekter ska anses ingå i axellasterna. Se figur 21-7.



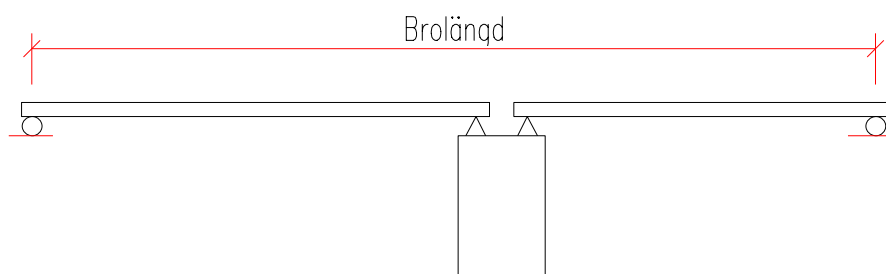
**Figur 21-7 Utryckningsfordon**

- 21.223 Bromskraft, sidokraft och centrifugalkraft
- 21.2231 Inverkan av fordons bromsning och acceleration ska anses motsvara en horisontalkraft (bromskraft) på 200 kN vid brolängd högst 10 m, 500 kN vid brolängden 40 m och 800 kN vid brolängden större än eller lika med 170 m. För mellanliggande värden på brolängden godtas att bromskraften bestäms genom rätlinjig interpolering.

*Bromskraften kan anses täcka den samlade inverkan av broms- och accelerationskrafter.*

*Vid bestämning av bromskraften bör med brolängd avses avståndet mellan närliggande fogar som inte överför horisontalkraft.*

Konstruktionsdel, som kan belastas av bromskraft från två eller flera brodelar, ska beräknas för en total bromskraft på 200-800 kN beroende på brolängd. Denna ska bestämmas enligt den princip som visas i figur 21-8. Figuren visar en för två brodelar gemensam pelare med fasta lager. Vid bestämning av bromskraften på pelaren ska brolängden sättas till summan av de enskilda brodelarnas längder.



### Figur 21-8 Bestämning av brolängd

Bromskraften ska antas verka i körbanans längdriktning och i nivå med beläggnings överkant.

*Bromskraften kan anses jämnt fördelad på hela brobredden.*

Vid beräkning av sådan konstruktionsdel som förutsätts belastad av endast en axellast ska bromskraften antas vara 200 kN och uppdelad i två delkrafter om 100 kN med centrumavståndet 2,0 m. Samma fördelning i sidled ska tillämpas som för punktlasterna enligt 21.2222.

GCM-broar ska beräknas för bromskrafter som uppgår till 0,5 gånger tyngden av belastande renhållnings- eller utryckningsfordon. Gångbroar, som inte beräknas för inverkan av sådana fordon, ska beräknas för en horisontalkraft av 10 kN i brons längdriktning som angriper i beläggnings överkant.

*Ovan nämnda krafter kan anses jämnt fördelade över GCM-brons hela bredd.*

Då beläggnings och överfyllnaden tillsammans har en tjocklek som överstiger 0,5 m godtas att inverkan av bromskraften minskas. Vid tjockleken 3,0 m godtas att inverkan av bromskraften sätts till noll. För tjocklek mellan 0,5 och 3,0 m godtas att bromskraften bestäms genom rätlinjig interpolering.

21.2232 Inverkan av sned eller osymmetrisk bromsning av fordon, sidostöt m m ska anses motsvara en godtyckligt placerad horisontalkraft (sidokraft) lika med 25% av bromskraften enligt 21.2231.

Sidokraften ska antas verka vinkelrät mot körbanans längdriktning och i nivå med beläggnings överkant.

- 21.2233 Inverkan av centrifugalkraft från fordon motsvarar en horisontalkraft  $F$ . Denna ska bestämmas som

$$F = \frac{40}{R}V(kN)$$

dock högst  $0,2 \cdot V$  (kN)

$R$  horisontalkurvans radie (m)  
 $V$  vertikallast av trafiklast (kN).

Centrifugalkraften ska hänföras till det lastfall som ger upphov till denna.

*Centrifugalkraften kan förutsättas verka i nivå med beläggningens överkant.*

Då  $R$  är minst 1500 m godtas att hänsyn till centrifugalkraft inte tas.

- 21.224 Last på vägbank (överlast)

Med last på vägbank avses en tillfällig last på vägen intill konstruktionen, vanligen trafiklast. Överlasten ska antas ha en intensitet  $p_t=20$  kN/m<sup>2</sup> på en bredd av 6 m och 10 kN/m<sup>2</sup> på den övriga delen av bredden. I denna innefattas gångbanor, mittremsa etc.

Vid GCM-broar ska  $p_t$  antas vara minst 5 kN/m<sup>2</sup> på hela bredden. För GCM-broar som beräknas för utryckningsfordon enligt 21.2228 ska  $p_t$  antas vara minst 10 kN/m<sup>2</sup> på hela bredden.

Överlasten ska antas ge upphov till ett tryck i horisontal led som mot en vertikal yta uppgår till

$$p = K p_t$$

där  $K$  bestäms enligt 21.13.

Hänsyn ska tas till påverkan av icke horisontal överyta och icke vertikal yta.

Vid uppdelad stödkonstruktion ska hänsyn tas till valvbildning enligt 21.134.

## 21.23 Ökat jordtryck orsakat av konstruktionsdels rörelse mot jord

- 21.231 De ökade jordtrycken enligt 21.232 och 21.233 ska hänföras till det lastfall som ger upphov till rörelserna.

*Den sammanlagda effekten bör beaktas om mer än en last, t ex bromskraft och temperatur, tillsammans ger upphov till rörelsen och plasticering i jorden uppstår.*

Om förskjutningen  $d$  orsakas av temperaturändring ska  $d$  svara mot förskjutningen av temperaturskillnaden  $T^+ - T^-$ , se tabell 21-3.

- 21.232 Om ramben, pelare i jordfyllning, pålar  $m$  utsätts för ökad belastning av jordtryck på grund av konstruktionens rörelse mot jorden ska hänsyn tas till detta.

Den ökning av jordtrycket utöver vilojordtrycket som orsakas av förskjutningen ska antas uppgå till

$$Dp = c g b \quad (\text{kN/m}^2)$$

ned till nivån  $z=h/2$ . Under denna nivå ska jordtrycket antas avta rätlinjigt till 0 vid nivån  $z=h$  (triangulär fördelning)

$c$  600 när jordtrycket verkar ogynnsamt, såsom vid tvångsinverkan av temperaturökning

$c$  300 när jordtrycket verkar gynnsamt, såsom inverkan på mellanstöd vid överföring av bromskraft till motfyllning

$g$  jordmaterialets tunghet (medelvärde) från markytan ned till djupet  $z$ , se tabell 21-1

$z$  djup under markytan (m)

$$b = \frac{d}{h}$$

$d$  konstruktionsdelens horisontella förskjutning upptill i riktning mot jorden

$h$  rambenets höjd.

*Vilojordtrycket tillsammans med  $Dp$  kan högst uppgå till passivt jordtryck.*

21.233 Hänsyn ska tas till ökat jordtryck mot ändskärm till följd av konstruktionens rörelse mot jorden.

Vid beräkningen godtas att det totala jordtrycket, ( $p$ ), bestäms enligt nedan.

$$p = c_1 p_0 \quad \text{om } \delta = 0$$

$$p = c_1 \left[ p_0 + d \frac{200}{H} (p_p - p_0) \right] \quad \text{om } 0 < \delta < H/200$$

$$p = c_1 p_p \quad \text{om } \delta \geq H/200$$

$c_1$  1 då jordtrycket verkar ogynnsamt, såsom vid tvångsinverkan av temperaturökning

$c_1$  0,5 då jordtrycket verkar gynnsamt, såsom inverkan på mellanstöd vid överföring av bromskraft till motfyllning

$p_0$  vilojordtryck

$p_p$  passivt jordtryck

$H$  ändskärmens höjd

$d$  konstruktionens horisontella förskjutning i riktning mot jorden.

I brottgränstillståndet ska för det passiva jordtrycket användas lastfaktorn  $\gamma$  bestämd som ett sammanvägt värde av de lastfaktorer som gäller för respektive ingående last. Den last som givit största deformationen ska ges den högre lastfaktorn enligt tabell 22-1. Den sammanvägda lastfaktorn ska dock alltid minst ha värdet 1,0.

## 21.24 Lagerfriktion

För rullager av stål samt för glidlager av stål med mellanliggande PTFE-skikt (polytetrafluoretylen) ska hänsyn tas till en lagerfriktion på 5% av aktuell upplagskraft. Lagerfriktionen ska antas vara 0% om inverkan därav blir ogynnsammare.

*Friktionskoefficienten för andra typer av lager fastställs i varje enskilt fall.*

Lagerfriktionen ska hänföras till de lastfall som ger upphov till storleken av friktionskraften.

Vid bestämning av inverkan på fasta upplag till följd av friktion i rörliga lager godtas att motriktade friktionskrafter från temperaturändringar enligt 21.262 antas motverka varandra. Det ska förutsättas en horisontalkraft minst motsvarande friktionskraften i ett upplag med rörliga lager eller 20% av sammanlagda friktionskraften i de rörliga lagren, dock godtas att högst 10 rörliga lager medräknas. Uppdelning av friktionskraften på de fasta upplagen godtas.

## 21.25 Snölast

Broar med takkonstruktion ska beräknas för snölast. Denna ska bestämmas som tyngden per horisontal area.

Vid bestämning av snölast ska även inverkan av bronns form och snöanhopningar till följd av vindpåverkan, ras och glidning beaktas.

Snölastens tyngd ska bestämmas enligt

$$s_k = m C_t s_o$$

$s_k$  karakteristiskt värde för snölast på bro

$m$  formfaktor som beror av takytans form och av risk för snöanhopning till följd av vind, ras och glidning

$C_t$  termisk koefficient som beror på energiförluster genom taket. Koefficienten kan vanligen sättas till 1

$s_o$  snölastens grundvärde på mark enligt BKR 94, avsnitt 3:5.

*Lämpliga formfaktorer kan hämtas från Boverkets handbok "Snö- och vindlast".*

## 21.26 Temperaturändring

21.261 Vid beräkning av deformationer orsakade av temperaturändringar ska följande längdutvidgningskoefficienter förutsättas.

$1,0 \cdot 10^{-5}$  ( $1/^\circ\text{C}$ ) för stål och betong

$0,5 \cdot 10^{-5}$  ( $1/^\circ\text{C}$ ) för trä längs fibrerna

$5,0 \cdot 10^{-5}$  ( $1/^\circ\text{C}$ ) för trä tvärs fibrerna

$2,4 \cdot 10^{-5}$  ( $1/^\circ\text{C}$ ) för aluminium

Inverkan av temperatur ska beräknas för 21.262 kombinerat med det ogynnsammaste av antingen 21.263, 21.264 eller 21.265.

---

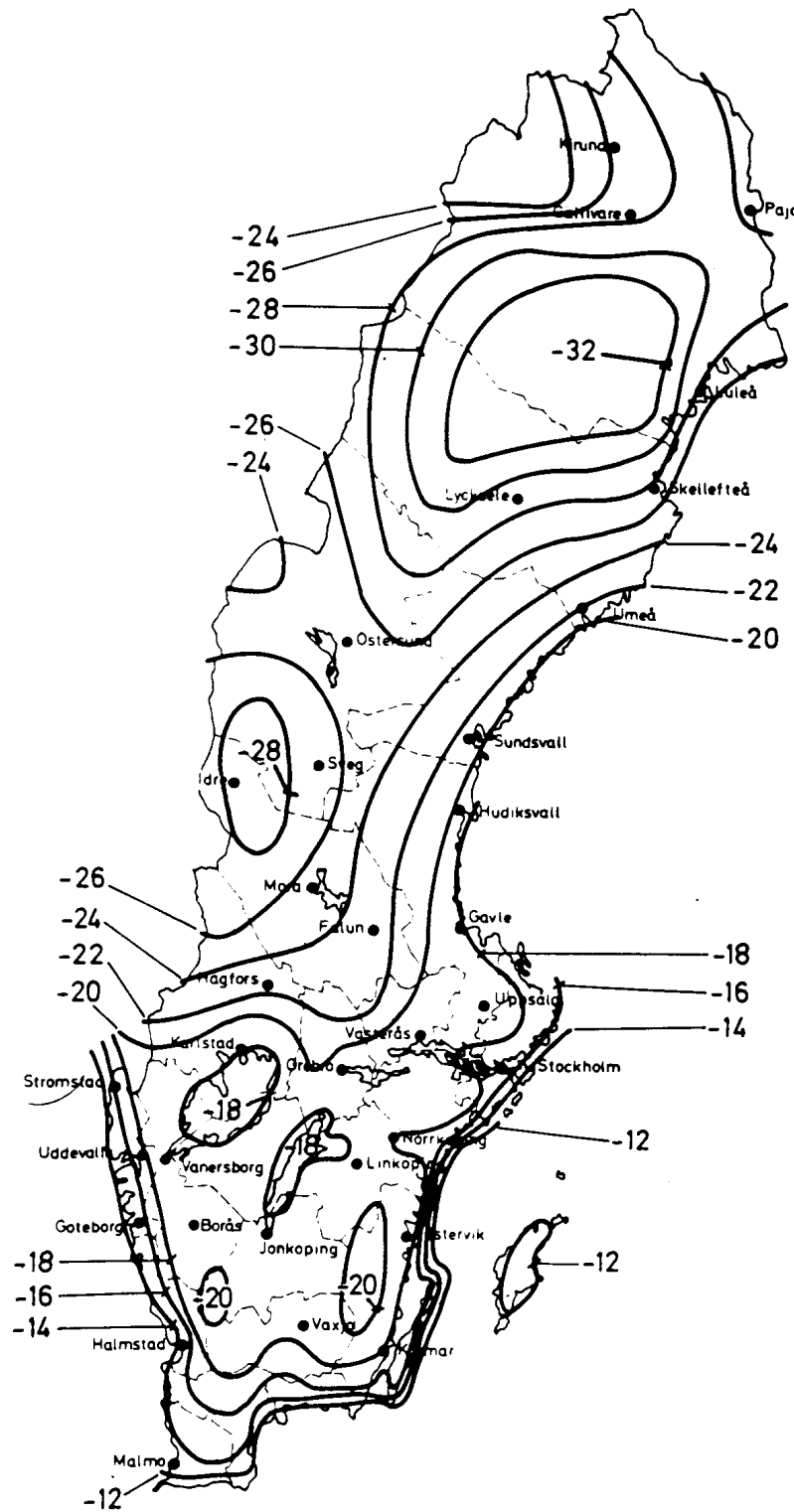
*Vid systemberäkning kan betongens temperatur vid gjutningen vanligen antas vara +10°C.*

**Tabell 21-3 Jämn respektive ojämn temperaturändring  
(se figur 21-10 och 21-11)**

Konstruktionstyp	Medeltemperatur °C i konstruktionen		Temperaturskillnad °C (positivt vid den högre temperaturen överst)	
	T <sup>+</sup>	T <sup>-</sup>	ΔT <sup>+</sup>	ΔT <sup>-</sup>
Stål- eller aluminium- brobana på låd- eller I- balkar av stål	T <sub>o</sub> (+)+20	T <sub>o</sub> (-)-10	+20	-5
Betong- eller träbrobana på låd- eller I-balkar av stål	T <sub>o</sub> (+)+20	T <sub>o</sub> (-)-5	+10	-5
Betongbrobana på låd- balk eller T-balkar av betong (även betong- platta)	T <sub>o</sub> (+)	T <sub>o</sub> (-)	+10	-5
Träbrobana på balkar av trä	T <sub>o</sub> (+)	T <sub>o</sub> (-)	+5	-5

T<sub>o</sub>(+) i tabell 21-3 betecknar den aktuella ortens högsta dygnsmedelvärde, som ska antas uppgå till +25°C oavsett geografiskt läge. Godtagna dygnsmedelvärden T<sub>o</sub>(-) för låga temperaturer ges i figur 21-9.

I de fall relevant klimatstatistik anger att andra  $T_o(+)$ - och  $T_o(-)$  värden är tillämpbara kan dessa värden användas.

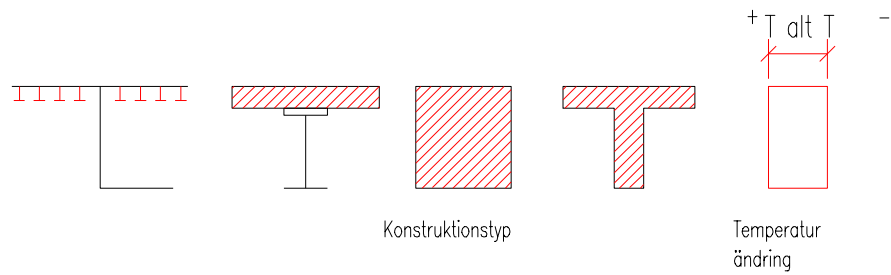


Figur 21-9 Dygnsmedelvärden  $T_o(-)$  för låga temperaturer

21.262

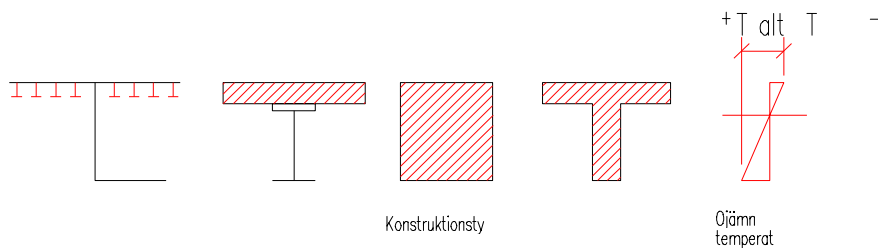
Jämn temperaturändring ( $T^+$  resp  $T^-$ ), lika stor förändring över hela konstruktionen ska antas ske enligt figur 21-10 och tabell 21-3.





**Figur 21-10 Jämn temperaturändring**

21.263 Ojämn temperaturändring ( $\Delta T$ ), skillnad i temperatur mellan olika konstruktionsdelar eller över ett tvärsnitt, ska antas ske enligt figur 21-11 och tabell 21-3.



**Figur 21-11 Ojämn temperaturändring**

*Den ojämna temperaturändringen bör förutsättas uppdelad så att den är 0 i tvärsnittets tyngdpunkt.*

21.264 I konstruktioner där skilda konstruktionsdelar kan få olika uppvärmning ska antas att en tillfällig temperaturskillnad mellan delarna kan uppstå. Denna ska vara  $10^{\circ}\text{C}$  om någon av konstruktionsdelarna är av betong, annars  $20^{\circ}\text{C}$ . Temperaturskillnaden ska antas kunna uppstå såväl vertikalt som horisontellt.

Den tillfälliga temperaturskillnaden mellan bärkabel och stålöverbyggnad i en hängbro ska sättas till  $25^{\circ}\text{C}$  och mellan hängare och stålöverbyggnad till  $15^{\circ}\text{C}$ .

21.265 Vid lådsektioner av betong ska antas att en temperaturskillnad av  $10^{\circ}\text{C}$  mellan konstruktionsdelarnas ytter- och innersidor kan uppstå.

## 21.27 Vindlast

21.271 Lastförutsättningar redovisade nedan avser broar och konstruktionsdelar i broar där vindpåverkan inte medför väsentliga deformationer eller där det inte finns någon risk för skadliga svängningar och utmattningseffekter på grund av virvelavlösningar och vindens variationer.

*Om vindlasten bedöms ha skadlig inverkan under byggstadiet eller i det slutliga stadiet på brokonstruktion eller del därav bör denna inverkan utredas i varje enskilt fall. Vindens utmattningslast anges i den byggnadstekniska beskrivningen.*

21.272 För bro med maximal höjd 45 m över omgivande terräng eller vattenyta ska förutsättas följande.

Vindlastens intensitet uppgår till 1,8 kN/m<sup>2</sup> upp till en höjd av 10 m. För höjder större än 30 m uppgår vindlastens intensitet till 2,6 kN/m<sup>2</sup>. För höjder mellan 10 och 30 m interpoleras rätlinjigt.

Vid samtidig vindlast och trafiklast motsvarar vindytan på trafiken en längsgående rektangel med höjden 2,0 m ovan beläggningens överkant. För gångbroar gäller höjden 1,5 m. Vindlastintensiteten på trafik ska antas uppgå till 60% av ovan angivna värden.

*För broar med maximal höjd större än 45 m över omgivande terräng eller vattenyta anges förutsatt vindlastintensitet i den byggnadstekniska beskrivningen.*

21.273 Med ändring av vad som anges i 21.272 ska, för rörlig bro i rörelse, se 80.33, vindlastens intensitet i bronns längdriktning (vägriktning) antas vara 0,7 kN/m<sup>2</sup>.

Svängbro i rörelse ska beräknas under förutsättning att den ena armen, vid olika längd den längre, antas vara påverkad av vindtrycket 0,7 kN/m<sup>2</sup> och den andra av vindtrycket 0,4 kN/m<sup>2</sup>.

## 21.28 Is- och strömtryck

21.281 Broar ska beräknas med hänsyn till belastning av is- eller strömtryck. Vidare ska vägtryck beaktas om detta är aktuellt.

*Inverkan av dessa laster kan vanligen anses farligast under byggnadstiden, t ex då ett brostöd står utan stabiliserande överbyggnad.*

- 21.282 Vid beräkningen godtas att istryck i tvärlid mot ett stöd inte antas verka samtidigt som istryck i stödets längdriktning.
- Stöd i vatten ska beräknas för ett istryck motsvarande en kraft av minst 200 kN verkande i stödets längdriktning och minst 200 kN verkande vinkelrät däremot. I horisontalplanet ska krafterna anses angripa dels på nivån MHW och dels på nivån MLW.
- Vid uppdelat stöd anges fördelningen av krafterna på respektive pelare i den byggnadstekniska beskrivningen.*
- Eventuellt större istryck anges i den byggnadstekniska beskrivningen.*
- Istryckets storlek bör utredas med hänsyn till lokala förhållanden och till konstruktionens utformning. Vägledning vid val av istryck ges i Vägverkets publikation 1987:43 "Istryck mot bropelare".*

- 21.283 I strömriktningen verkande kraft  $F$  av strömtrycket på ett stöd ska beräknas enligt
- $$F = k r A v^2 \quad (N)$$
- $A$  det i vattnet befintliga stödets projektion i  $m^2$  på ett vertikallplan vinkelrät mot strömriktningen
- $v$  vattenhastigheten i  $m/s$
- $k$  en konstant, vars värde bestäms från fall till fall. Vid tvära ändytor på stödet sätts  $k$  till 0,7 och vid cirkulära till 0,35
- $r$  vattnets densitet ( $1000 \text{ kg}/m^3$ ).
- Förutsatt vattenhastighet  $v$  anges i den byggnadstekniska beskrivningen.*

## 21.29 Speciella laster

- 21.291 En inspektionsbrygga ska beräknas för en ylast  $p=1,5 \text{ kN}/m^2$  och en samtidigt verkande enstaka punktlast av  $2,5 \text{ kN}$ . Punktlastens lastyta är cirkulär med  $0,1 \text{ m}$  diameter.
- Ett skyddsräcke till en inspektionsbrygga ska beräknas för en last vid räcketts överkant på  $0,4 \text{ kN}/m$  vinkelrät mot dess längdriktning och i övrigt i den riktning som är ogynnsammast för räcket.
- 21.292 Last av arbetsfordon etc under brons byggnadstid ska beaktas. Lasten ska bestämmas av arbetsfordonens, arbetsredskapens etc utseende och storlek.
- 21.293 Horisontalkraft från övergångskonstruktioner ska beaktas. Horisontalkraften ska förutsättas vara  $10 \text{ kN}/m$  om inte annat påvisas vara riktigare.
- Uppgift om horisontalkraftens storlek kan vanligen hämtas ur leverantörens produktbeskrivning.*

- 21.294 En maskinkonstruktion till en rörlig bro ska beräknas för så kallad olikformig last. Lasten ska antas verka på den körbara ytan av brons rörliga delar och ha storleken  $0,5 \text{ kN/m}^2$ .
- Den olikformiga lasten avser bl a inverkan av ojämnt fördelad snölast.*
- 21.295 Körbaneräckes infästning ska beräknas för en påkörningskraft av  $9 \text{ kN/m}$ . Kraften ska anses angripa vinkelrät mot räckets överkant.
- Gångbaneräckes infästning ska beräknas för en kraft av  $0,8 \text{ kN/m}$  som ska anses angripa vinkelrät mot räckets överkant.
- 21.296 Skillnaden mellan vattentrycket vid förekommande vattenstånd och vattentrycket enligt 21.14 ska beaktas. Baserar sig dessa värden på uppmätta vattenstånd som HHW respektive LLW ska dessa, med beaktande av mätperiodens längd, omräknas till karakteristiska värden enligt BKR 94, avsnitt 2:21.

## 21.3 Olyckslaster

Med olyckslast avses nedan uppräknade laster, varvid var och en av dessa ska betraktas som en last.

- påkörningskraft av fordon enligt 21.31
- påseglingskraft av fartyg enligt 21.32
- brott i kabel till snedkabelbro enligt 21.33
- avslagen hängare/avslaget hängstag enligt 21.34
- avslagen påle enligt 21.35
- ofrivillig uppkörning på gångbana och annan broyta enligt 21.36
- brott i kabel i spännbetongbro enligt 21.37

### 21.31 Påkörningskraft av fordon

Om stöd är placerat mindre än  $10 \text{ m}$  från vägrenskant eller spårmitt ska stödet beräknas för en statiskt verkande horisontalkraft  $F$  i underliggande vägs eller järnvägs längdriktning och  $0,5 F$  vinkelrät denna. Krafterna ska anses angripa på en nivå  $1,0 \text{ m}$  över körbana eller rälsöverkant och förutsätts inte uppträda samtidigt.

*Eventuell annan nivå för påkörningskraften anges i den byggnadstekniska beskrivningen.*

För bro över väg är  $F$  lika med  $1000 \text{ kN}$  och för bro över järnväg  $2000 \text{ kN}$ .

Ett godtagbart alternativ till beräkning för påkörningskraft enligt ovan är att två intilliggande pelare i mellanstöd förutsätts avslagna. Överbyggnaden ska då beräknas för detta lastfall.

Där påkörningen får allvarliga konsekvenser för konstruktionen ska även annan konstruktionsdel än stöden beräknas för en särskilt bestämd påkörningskraft med godtyckligt höjdläge.

*Då annan konstruktionsdel än stöd ska beräknas för påkörningskraften anges detta i den byggnadstekniska beskrivningen.*

*Exempel på andra konstruktionsdelar är lätta överbyggnader, se 10.713.*

## 21.32 Påseglingskraft av fartyg

21.321 Där det föreligger risk att fartyg kan kollidera med brostöd ska dessa beräknas för påsegling. Vid beräkningen godtas att påseglingskraft i brons längsled inte antas verka samtidigt som påseglingskraft vinkelrät mot brons längsled.

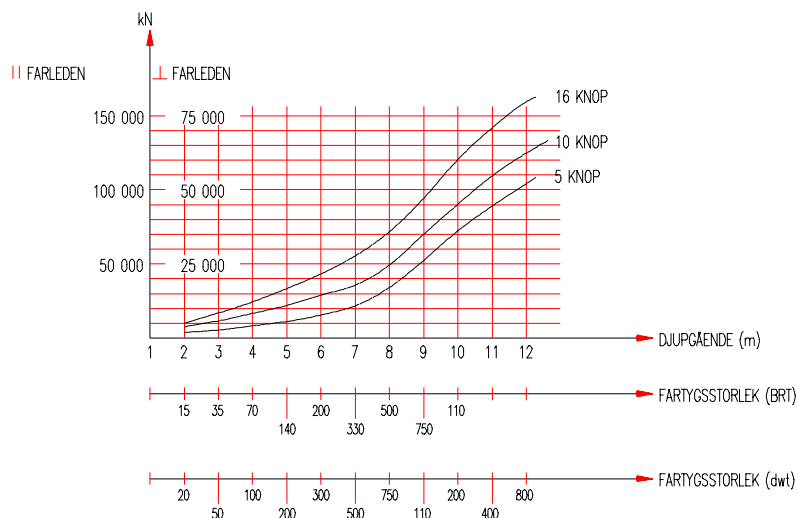
*De krafter som uppstår vid påsegling beror på fartygets konstruktion och storlek, dess last och hastighet, strömriktning och kollisionspunkt samt brokonstruktionens massa och eftergivlighet.*

*Påseglingskraftens storlek och angreppsnivå anges i den byggnadstekniska beskrivningen.*

*Kraften kan vanligen anses angripa i nivå med medelvattenytan.*

*Om så anges i den byggnadstekniska beskrivningen ersätts påseglingskrafterna helt eller delvis med åtgärder för att förhindra påsegling. Exempel på sådana åtgärder är "öar" runt stöden.*

*Nedan redovisas riktlinjer vilka bör användas för bedömning av påseglingskraftens storlek under förutsättning att brostödet kan anses oeftergivligt, dvs att hela kollisionens energi tas upp i form av deformationer i fartyget. Denna förutsättning kan vanligen anses gälla då stödet är utformat med hänsyn till risken för påsegling av stora fartyg. I figur 21-12 anges påseglingskraft som funktion av fartygs djupgående respektive storlek (BRT och dwt)*



**Figur 21-12 Påseglingskraft av fartyg**

*För fartyg med djupgående  $\geq 7$  m överensstämmer figur 21-12 med Nordiska Vägtekniska Förbundets rapport 4:1980. För fartyg med mindre djupgående är figur 21-12 upprättad på grundval av G Woisin, 1984 "Gutachten über Stosskräfte von kleinen Schiffen bei Kollisionen mit Brückenpfeilern".*

*För eftergivligt brostöd kan påseglingskraften bestämmas utgående från såväl konstruktionens som fartygets deformationsegenskaper.*

21.322 Då risk föreligger att en bro överbyggnad kan skadas av kranar och dylikt på fartyg ska bronns överbyggnad beräknas för en påseglingskraft parallellt farleden av 1% av påseglingskraften enligt 21.321. Denna påseglingskraft ska placeras på ogynnsammaste plats inom farleden. Kraften ska anses angripa i underkant på bronns överbyggnad.

*I den byggnadstekniska beskrivningen anges om bronns överbyggnad ska beräknas för påseglingskraft.*

**21.33 Brott i kabel till snedkabelbro**

En snedkabelbro ska beräknas för brott i godtyckligt placerad enstaka kabel. Om kabeln är dubblerad gäller kravet båda delkablarna.

**21.34 Avslagen hängare/avslaget hängstag**

Överbyggnad i båg- och hängbroar ska beräknas med förutsättningen av att ett godtyckligt placerat hängstag är avslaget respektive att en godtyckligt placerad hängare är avslagen. Om hängare/hängstag är dubblerad gäller kravet båda delhängarna/delhängarstagen.

**21.35 Avslagen påle**

En pålgrupp med färre än åtta pålar ska beräknas under förutsättning av att en av pålarna är avslagen. Den avslagna pålen ska vara godtyckligt placerad.

**21.36 Ofrivillig uppkörning på gångbana och annan broyta**

Gång- och cykelbana samt annan broyta på vägbro, som inte är avskild med körbaneräcke, ska beräknas för ekvivalentlast typ 2 eller typ 3 enligt 21.2222 respektive 21.2223.

**21.37 Brott i kabel i spännbetongbro**

En spännbetongbro ska beräknas för brott i en godtyckligt placerad kabel per balk.

## **22. Lastkombinationer**

### **22.1 Allmänt**

De i kapitel 21 angivna lasterna och andra eventuellt förekommande laster ska kombineras så att ogynnsammaste inverkan för olika konstruktionsdelar erhålls.

*De grundläggande principerna för val av lastkoefficienter kan utläsas i bilaga 2-1.*

### **22.2 Lastkombinationer**

Belastningar ska kombineras så att respektive lastfall kan anses motsvara verkliga förhållanden. Beräkningen ska ske med den i tabell 22-1 angivna lastkoefficienten  $\psi\gamma$  och de där angivna lastkombinationerna om inte annat påvisas vara riktigare.

*För vissa mindre ofta förekommande konstruktioner kan beräkning av andra kombinationer krävas.*

*Vid beräkning av broar med både järnvägs- och vägtrafik anges tillägg till lastkombinationerna nedan i den byggnadstekniska beskrivningen.*

Vid beräkningen godtas att bromskraft och lagerfriktion inte kombineras. Hänsyn ska tas till jordens och betongens krypning, se 32.141 och 42.14.

#### **22.21 Lastkombination I**

Denna lastkombination utgör bruksgränskontroll i byggnadsskedet.

#### **22.22 Lastkombination II**

Denna lastkombination utgör brottgränskontroll i byggnadsskedet.

Ogynnsammaste variabla last ska ges det högre värdet på lastkoefficienten  $\psi\gamma$ . Övriga variabla laster ska ges det lägre värdet.

#### **22.23 Lastkombination III**

Denna lastkombination utgör underlag för beräkning av överhöjning.

## 22.24 Lastkombination IV

Denna lastkombination är uppdelad i två dellastkombinationer.

### 22.241 Lastkombination IV:A

Denna lastkombination är huvudbelastningsfall i brottgränstillståndet.

I denna lastkombination ska medräknas maximalt de fyra variabla laster som tillsammans ger ogynnsammaste inverkan. Vid broar som trafikeras i mer än ett plan, t ex slutna plattrambroar, ska antalet variabla laster ökas till maximalt fem.

Ogynnsammaste variabla last ska ges det högre värdet på lastkoefficienten  $\psi\gamma$ . Övriga variabla laster ska ges det lägre värdet. Trafiklast i ett ytterligare plan, t ex i slutna plattrambroar, ska i sådana fall ha det högre värdet på lastkoefficienten lika med 1,0.

### 22.242 Lastkombination IV:B

Denna lastkombination utgör grund för beräkning av inverkan av dominerande permanenta laster i brottgränstillståndet.

## 22.25 Lastkombination V

Denna lastkombination är uppdelad i tre dellastkombinationer.

### 22.251 Lastkombination V:A

Denna lastkombination är huvudbelastningsfall i bruksgränstillståndet.

### 22.252 Lastkombination V:B

Denna lastkombination utgör grund för beräkning av sprickbredd i bruksgränstillståndet. Lastkombinationen utgör även den i BBK 94 omtalade "långtidslasten".

### 22.253 Lastkombination V:C

Denna lastkombination utgör grund för beräkning av nedböjning samt av brokonstruktionens rörelse vid fri ände.

## 22.26 Lastkombination VI

Denna lastkombination utgör grund för beräkning för utmattning.

Vid utmattningsberäkning av rörliga broar ska hänsyn tas till vindlast samt till egentynghets och beläggningens förändrade påkänningsbild. Lastcykelantal och kollektivparameter framgår av 21.2226.

## 22.27 Lastkombination VII

Denna lastkombination utgör grund för beräkning för egensvängningar.



## **22.28 Lastkombination VIII**

Denna lastkombination utgör grund för beräkning för olyckslast. En beräkning ska göras för varje olyckslast.

## **22.29 Lastkombination IX**

Denna lastkombination utgör grund för beräkning av maskinkonstruktioner till rörliga broar.

*Vid beräkning av maskinkonstruktioner används totalsäkerhetsfilosofin.*

**Tabell 22-1 Lastkoefficienten  $\psi$  för respektive lastkombination**

Laster	Lastkombination											
	I	II	III	IV:A	IV:B	V:A	V:B	V:C	VI	VII	VII I	IX
<u>Permanenta laster</u>												
Egentyngd (21.11)	max			1,05	1,15	1,05						
	min	1	1	1	0,95		0,95	1		1	1	1
Beläggning (21.121)	max			1,2	1,2	1,2						
	min			1	0,8	0,8	1		1	1	1	1
Överfyllnad (21.122)	max			1,1	1,1	1,1						
	min			1	0,9	0,9	1		1	1	1	1
Jordtryck (21.13)	max	a)	a)	a)	a)	a)						1,1
	min	a)	a)	1	a)	a)	1		1		1	0,8
Vattentryck (21.14)		1	1	1	1	1	1		1		1	1
Stödför- skjutning (21.15)	max			1	1	1	1					
	min			0	0	0	0					
Krympning (21.16)	max			1	1	1	1					
	min			1	0	0	0	0				
Spännkraft (21.17)	t=0	1	1									1
	t=t <sub>1</sub>			1	1	1	1		1	1	1	1
	t=t <sub>2</sub>			1	1	1	1	1	1	1	1	1
<u>Variabla laster</u>												
Ekv last 1 (21.2221)				0,7/1,5		1	0,3	0,8			0,3	1
Ekv last 2 (21.2222)				0,7/1,5		1	0,3					1
Ekv last 3 (21.2223)				0,7/1,5		1	0,3					1
Ekv last 4 (21.2224)				0,7/1,5		1						1
Ekv last 5 (21.22245)				0,7/1,5		1	0,3	0,8			0,3	1
Utmattningslast (21.2226)									1			
Ytlast (21.222 B, C och D)				0,7/1,5		1	0,3	1			0,3	1
Renhållningsfordon (21.2227)				0,7/1,5		1	0,3	1				1
Utryckningsfordon (21.2228)				0,7/1,5		1						1
Bromskraft (21.2231)				0,7/1,5			0,7					
Sidokraft (21.2232)				0,7/1,5			0,7					
Last på vägbank (21.224)				0,7/1,5		1	0,3	1	1			1
Snölast (21.25)			0,4/1	0,6/1,3		0,6						
Temperaturändring (21.262+21.263)				0,6/1,3		0,6						
Temperaturändring (21.262+21.264)				0,6/1,3		0,6						
Temperaturändring (21.262+21.265)				0,6/1,3		0,6						
Vindlast (21.27)			0,4/1	0,6/1,3		0,6			1			
Is- och strömtryck (21.28)			0,4/1	0,6/1,3		0,6						
Last på insp brygga (21.291)				0,7/1,5		0,7						
Arbetsfordon etc (21.292)	1		1/1,3									
Last från övergångskonstr (21.293)				0,4/1,3		0,4						1
Olikformig last (21.294)												
Last på räcke (21.295)				0,7/1,5		0,7						
Vattentryck (21.296)			0,6/1	0,8/1,3		0,8	0,3					
<u>Olyckslaster</u>												
Påkörningskraft (21.31)												1
Påseglingskraft (21.32)												1
Brott i kabel (21.33)												1
Avslagen hängare (21.34)												1
Avslagen påle (21.35)												1
Ofrivillig uppkörning (21.36)												1
Brott i spännkabel (21.37)												1

a) Aktivt jordtryck  $(\psi)_{\min} = 0,9$   $(\psi)_{\max} = 1,1$  Vilojordtryck  $(\psi)_{\min} = 0$   $(\psi)_{\max} = 1$   
 Vilojordtryck  $(\psi)_{\min} = 0,9$   $(\psi)_{\max} = 1,1$  (cellplast)  
 Passivt jordtryck  $(\psi)_{\min} = 0,9$   $(\psi)_{\max} = 1$



## Bilaga 2-1

### Principer för val av lastkoefficienter

De grundläggande principerna för val av lastreduktionsfaktorer  $\psi$  och partialkoefficienter  $\gamma$  i brott- och bruksgränstillstånden m m framgår av tabell 1 t o m 4 nedan.

**Tabell 1 Koefficienter för brottgränstillstånd**

Lasttyp	Lastreduktionsfaktor $\psi$	Partialkoefficient $\gamma$
Permanent laster	1	$\gamma$
En variabel last	1	1,5/1,3
Övriga variabla laster	$\psi$	1

**Tabell 2 Koefficienter för bruksgränstillstånd**

Lasttyp	Lastreduktionsfaktor $\psi$	Partialkoefficient $\gamma$
Permanent laster	1	$\gamma$
Variabla laster	$\psi$	1

**Tabell 3 Koefficienter för utmattningslast**

Lasttyp	Lastreduktionsfaktor $\psi$	Partialkoefficient $\gamma$
Permanent laster	1	1
Utmattande last	$\psi$	1

**Tabell 4 Koefficienter för olyckslast**

Lasttyp	Lastreduktionsfaktor $\psi$	Partialkoefficient $\gamma$
Permanent laster	1	1
Variabla laster	$\psi$	1
Olyckslast	1	1

## Bilaga 2-2

# Transporter på broar under byggnadstiden

## .1 Allmänt

Byggtransporter på bron godtas tidigast en månad efter det att brobaneplattan gjutits. Uppspänningen och injekteringen av spännkablar ska vara utförd.

*Där transporterna är omfattande kan det vara nödvändigt att skydda brobaneplattans överyta. Övergångskonstruktioner, yt- och grundavlopp samt andra detaljer som är ingjutna i brobaneplattans överyta bör skyddas.*

## .2 Utan beräkning

Framförande av fordon med en axellast av högst 25 ton och en bruttovikt av högst 40 ton godtas utan beräkning.

Om axellasten överstiger 16 ton eller om bruttovikten överstiger 25 ton ska

- fordon framförs med ett minsta inbördes fritt avstånd på 50 m
- fordon framförs i körbanemitt med excentriciteten max  $\pm 1,0$  m.

## .3 Efter beräkning

Framförande av fordon med en axellast överstigande 25 ton eller en bruttovikt överstigande 40 ton godtas endast om belastningen beaktas vid beräkningen av bron.

Inverkan i brottgränstillståndet ska beaktas genom att realfordonen ersätter trafiklasten i lastkombination enligt 22.24 och ges lastkoefficienten 1,3. För spännbetongkonstruktioner ska inverkan i bruksgränstillståndet beaktas genom att realfordonen ersätter trafiklasten i lastkombination enligt 22.251 och ges lastkoefficienten 1,0. Inverkan i bruksgränstillståndet för övriga konstruktioner beaktas genom att realfordonen ersätter trafiklasten i lastkombination enligt 22.252 och ges lastkoefficienten 0,5.