

KRAV med RÅDSTEXT

TRVINFRA-00331

Version 1.0

Publiceringsdatum 2022-04-01

Konfidentialitetsnivå Ej känslig

Bro

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning



Trafikverkets infrastrukturregelverk

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

Innehållsförteckning

1	Syfte	8
2	Omfattning	9
3	Termer	10
4	Förkortningar och symboler	16
5	Administrativa rutiner	17
5.1	Allmänt	17
5.2	Upprättande av bärighetsberäkning	17
5.2.1	Redovisning	17
5.2.2	Krav på konstruktionsföretag	21
5.3	Kontroll av bärighetsberäkning	22
5.3.1	Allmänt	22
5.3.2	Indelning i grupper beroende på komplexitet	23
5.3.3	Kontroll av beräkningsarbetets förutsättningar och metoder	23
5.3.4	Kontroll av bärighetsberäkning	25
5.4	Märkning	26
5.5	Registrering och koppling i BaTMan	26
6	Allmänna krav	28
6.1	Hänvisning till andra dokument	28
6.2	Allmänt	28
6.3	Partialkoefficientmetod och säkerhetsklass	29
6.4	Bärighetsberäkning klassning	29
6.4.1	Väg- samt gång- och cykelbroar	29
6.4.2	Järnvägsbroar	30
6.5	Utmattning	31
6.5.1	Vägbroar	31
6.5.2	Järnvägsbroar	32
6.6	Olyckslast	32
6.7	Dynamisk analys för järnvägsbroar	32
6.7.1	Dynamisk analys	32
7	Materialvärdering	34
7.1	Allmänt	34
7.2	Betong	34
7.2.1	Tryckhållfasthet	34
7.2.2	Draghållfasthet	40
7.2.3	Elasticitetsmodul	42
7.3	Armeringsstål	43
7.3.1	Ospänd armering	43
7.3.2	Spännarmering	44
7.4	Konstruktionsstål	45
7.4.1	Materialprovning	45
7.4.2	Hållfasthet	45
7.4.3	Elasticitetsmodul och skjuvmodul	48
7.4.4	Skjuvförbindare	48
7.4.5	Nitar	49
7.4.6	Skruvförband	49
7.5	Trä	50

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

7.5.1. Klimatklass.....	52
7.6. Aluminium.....	52
7.6.1. Hållfasthet	52
7.7. Brolager	53
7.8. Grundläggning.....	53
8 Lastförutsättningar	55
8.1. Allmänt	55
8.2. Permanenta laster.....	55
8.2.1. Egentyngd	55
8.2.2. Beläggning och överfyllnad samt ballast	55
8.2.3. Jordtryck.....	56
8.2.4. Vattentryck.....	58
8.2.5. Stödförskjutning	58
8.2.6. Betongens krympning	58
8.2.7. Spännkraft	59
8.2.8. Påhängslast pålar	59
8.3. Variabla laster.....	59
8.3.1. Allmänt.....	59
8.3.2. Trafiklast - vägbroar.....	59
8.3.3. Trafiklast - järnvägsbro	65
8.3.4. Trafiklast – gång- och cykelbroar	74
8.3.5. Ökat jordtryck orsakat av konstruktionsdels rörelse mot jord	76
8.3.6. Lagerfriktion	78
8.3.7. Snölast.....	78
8.3.8. Temperaturlast	78
8.3.9. Vindlast	82
8.3.10. Is- och strömtryck	83
8.3.11. Last från övergångskonstruktion på väg- och GC-broar.....	84
8.3.12. Vattentryck.....	84
8.4. Olyckslaster	84
8.4.1. Påkörningskraft av fordon.....	85
8.4.2. Påseglingskraft av fartyg.....	86
8.4.3. Ofrivillig uppkörning	86
8.4.4. Avslagen hängare/avslaget hängstag	87
8.4.5. Brott i kabel till snedkabelbro	87
8.4.6. Tågurspårningslast	87
8.5. Lastkombinationer	88
8.5.1. Allmänt.....	88
8.5.2. Lastkombination A - F	89
9 Grundläggning	92
9.1. Allmänt.....	92
9.2. Beräkningsförutsättningar	92
9.2.1. Beräkningsmodell	92
9.2.2. Dimensioneringsvärden	93
9.3. Brottgränstillstånd	94
9.3.1. Plattgrundläggning	94
9.3.2. Pålgrundläggning	95

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

9.4. Olyckslast	100
9.4.1. Plattgrundläggning	100
9.4.2. Pålgrundläggning	100
10 Betongkonstruktioner	102
10.1. Beräkningsförutsättningar	102
10.1.1. Beräkningssnitt	102
10.1.2. Beräkningsmodell	102
10.1.3. Krypning och krympning	110
10.2. Brottgränstillstånd	110
10.2.1. Icke-linjära metoder	110
10.2.2. Tvärkraft	110
10.2.3. Förankring, skarvning och avslutning av armering	111
10.2.4. Lokalt tryck	112
10.2.5. Upphållningsarmering	112
10.2.6. Genomstansning	112
10.2.7. Bågar	113
10.2.8. Spricksäkerhet i oarmerad betong	113
10.2.9. Betongled	114
10.2.10. Flänsskjuvning	115
10.2.11. Momentkapacitet för enstaka punktlast	115
10.3. Bruksgränstillstånd	115
10.3.1. Begränsning av spänningar och sprickbredder	115
10.3.2. Begränsning av deformationer	117
10.4. Utmattningsgrad	118
10.4.1. Vägbroar	118
10.4.2. Järnvägsbroar	118
11 Stål- och aluminiumkonstruktioner	120
11.1. Beräkningsförutsättningar	120
11.2. Stålkonstruktioner	120
11.2.1. Beräkningsmodell	120
11.2.2. Brottgränstillstånd	121
11.2.3. Bruksgränstillstånd	122
11.2.4. Utmattningsgrad	122
11.3. Samverkanskonstruktioner	127
11.3.1. Beräkningsförutsättningar	127
11.3.2. Bruksgränstillstånd	129
11.4. Aluminiumkonstruktioner	130
11.4.1. Beräkningsförutsättningar	130
11.4.2. Bruksgränstillstånd	130
12 Träkonstruktioner	131
12.1. Beräkningsförutsättningar	131
12.1.1. Beräkningssnitt	131
12.1.2. Beräkningsmodell	131
12.2. Brottgränstillstånd	133
12.3. Bruksgränstillstånd	133
12.4. Utmattningsgrad	133
12.4.1. Gång- och cykelbroar	133

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

13	Rörbroar	134
13.1.	Allmänt	134
13.2.	Rörbroar av stål	134
13.3.	Rörbroar av betong	134
13.4.	Rörbroar av plast	134
14	Brolager	135
15	Stenstöd	136
16	Övriga byggnadsverk	137
16.1.	Stödmur	137
16.1.1.	Giltighetsområde	137
16.1.2.	Säkerhetsklass	137
16.1.3.	Lastförutsättningar	137
16.2.	Båtbrygga och färjeläge	138
16.2.1.	Allmänt	138
16.2.2.	Lastförutsättningar	139
16.3.	Påldäck	139
16.3.1.	Allmänt	139
16.4.	Tunnel	139
16.4.1.	Allmänt	139
16.5.	Tråg	140
16.5.1.	Allmänt	140
17	Bärighetsberäkning, tunga vägtransporter	141
17.1.	Allmänt	141
17.1.1.	Giltighetsområde	141
17.1.2.	Partialkoefficientmetod och säkerhetsklass	141
17.1.3.	Godtagande av bärighetsberäkning	141
17.1.4.	Bärighetsberäkning, tung transport	141
17.1.5.	Utmattning och olyckslast	142
17.1.6.	Redovisning	142
17.1.7.	Byggnadsverkets tillstånd	142
17.2.	Lastförutsättningar	143
17.2.1.	Variabla laster	143
17.2.2.	Olyckslaster	148
17.2.3.	Lastkombinationer	148
17.3.	Grundläggning	150
17.3.1.	Olyckslast	150
17.4.	Betongkonstruktioner	150
17.4.1.	Beräkningsförutsättningar	150
17.4.2.	Bruksgränstillstånd	151
17.4.3.	Utmattning	151
17.5.	Stål- och aluminiumkonstruktioner	151
17.5.1.	Stålkonstruktioner	151
17.5.2.	Samverkanskonstruktioner	151
17.5.3.	Aluminiumkonstruktioner	151
17.6.	Träkonstruktioner	151
17.6.1.	Bruksgränstillstånd	151
18	Referenser	152

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

18.1. Transportstyrelsen	152
18.2. Trafikverket	152
18.3. Vägverket	152
18.4. KTH Institutionen för byggvetenskap	152
18.5. Pålkommisionen/SGF	152
18.6. Structure and infrastructure engineering	153
18.7. Boverket	153
18.8. Standarder	153
18.9. LTU	155
18.10. Terminologicentrum	155
18.11. UIC	155
19 Bilaga 1 Typfordon - vägbroar	156
20 Bilaga 2 Bestämmande längd L för dynamiskt tillskott (D)	158
21 Bilaga 3 Snedvinkliga plattramar	162
22 Bilaga 4 Utmattningsberäkning med hjälp av delskademethoden	166
23 Bilaga 5 Exempel på rapport - stenstöd	172
24 Bilaga 6 Lastfördelning vid beräkning av valv av betong	173

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

1 Syfte

Dokumentet ingår i Trafikverkets infrastrukturregelverk. Syftet med Trafikverkets infrastrukturregelverk är att beskriva de krav som ställs på infrastrukturanläggningens egenskaper och skötsel. Regelverk återopas vid ny- och ombyggnation samt drift och underhåll, exempelvis vid planering, projektering, genomförande och förvaltning. Användare av regelverken är såväl Trafikverkets egen organisation som externa entreprenörer och leverantörer. För användning av regelverket krävs fackkunskap om det teknikområde och anläggningstyp som behandlas och om byggprocessens skeden och villkor.

Dokumentet innehåller krav med rådstext. Rådstexten anger information om hur krav kan uppfyllas eller verifieras.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

2 Omfattning

Detta kravdokument baseras på de ursprungliga dokumenten enligt listan nedan och ersätter hela eller delar av dessa dokument:

- TDOK 2013:0267 Krav bärighetsberäkning av broar
- TDOK 2013:0273 Råd Bärighetsberäkning av broar

Föreliggande dokument omfattar krav som tillämpas vid bärighetsberäkning av byggnadsverk på vägar och järnvägar. De byggnadsverk som dokumentet omfattar är:

- bro
- båtbygga
- färjeläge
- påldäck
- stödmur
- tunnel av betong med en längd av minst 100 m
- tråg

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

3 Termer

Term	Definition
1901 års järnvägstrafiklastbestämmelser	Kungl. väg- o vattenbyggnadsstyrelsens cirkulär 1901 - med tillägg 1904
1919 års järnvägstrafiklastbestämmelser	Normalbestämmelser för järnkonstruktioner (Nr. 193/1919)
1938 års järnvägstrafiklastbestämmelser	Normalbestämmelser för järnkonstruktioner till byggnadsverk, (SOU 1938:37)
1938 års vägtrafiklastbestämmelser	Normalbestämmelser för järnkonstruktioner till byggnadsverk, (SOU 1938:37)
1944 års järnvägstrafiklastbestämmelser	PM i anslutning till förslag till belastningsföreskrifter för järnvägsbroar
1947 års vägtrafiklastbestämmelser	Provisoriska föreskrifter för tillåtna påkänningar m.m. för konstruktioner till Väg- och Gatu-broar 1947
1950 års vägtrafiklastbestämmelser	Provisoriska föreskrifter för belastningar och tillåtna påkänningar m.m. för konstruktioner till Väg- och Gatu-broar 1950
1955 års vägtrafiklastbestämmelser	Provisoriska föreskrifter för belastningar och tillåtna påkänningar m.m. för konstruktioner till Väg- och Gatu-broar 1955
1960 års järnvägstrafiklastbestämmelser	Statliga belastningsbestämmelser av år 1960 för byggnadsverk (SOU 1961:12)
1960 års vägtrafiklastbestämmelser	Statliga belastningsbestämmelser av år 1960 för byggnadsverk (SOU 1961:12)
1975 års vägtrafiklastbestämmelser	Provisoriska trafiklastbestämmelser Publikation TB 124 (1975-04)
1987 års vägtrafiklastbestämmelser	Tillägg till BRONORMER (Publikation TB 103 1976-09) (Publ 1987:84)
1988 års vägtrafiklastbestämmelser	Bronorm 88 med brobrev
1990 års järnvägstrafiklastbestämmelser	Lastförutsättningar för järnvägsbroar(Tåglast 89)

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

Term	Definition
1994 års vägtrafiklast-bestämmelser	Allmän teknisk beskrivning för broar BRO 94, med supplement
1999 års järnvägstrafiklast-bestämmelser	BV Bro utgåva 5 - Banverkets ändringar och tillägg till Vägverkets BRO 94 (BVH 583.10)
2002 års järnvägstrafiklast-bestämmelser	BV Bro utgåva 6 - Banverkets ändringar och tillägg till Vägverkets Bro 2002 (BVS 583.10)
2002 års vägtrafiklast-bestämmelser	Vägverkets allmänna bestämmelser för nybyggande och förbättring av broar - Bro 2002 (Publ 2002:47)
2004 års vägtrafiklast-bestämmelser	Vägverkets allmänna tekniska beskrivning för nybyggande och förbättring av broar - Bro 2004 med supplement (Publ 2004:56 och Publ 2007:106)
2008 års järnvägstrafiklast-bestämmelser	Broregler för nybyggnad - BV Bro, utgåva 9 Banverkets ändringar och tillägg till Vägverkets Bro 2004 inklusive supplement nr 2 (BVS 583.10)
2009 års järnvägstrafiklast-bestämmelser	TK Bro (BVS 1583:10) och nyare
2009 års vägtrafiklast-bestämmelser	TK Bro (2009:27) och TRVK Bro 11 Trafikverkets tekniska krav Bro (TRV publ nr 2011:085)
2013 års vägtrafiklast-bestämmelser	TRVK Bro 11 Trafikverkets tekniska krav Bro med ändringar samt Krav Brobyggande (TDOK 2016:0204)
Anslutande stödmur	Med anslutande stödmur avses en stödmur belägen mellan en stödmurs anslutning till brons vingmur och eventuell dilatationsfog. Den anslutande stödmuren antas dock ha en utsträckning av högst 10 m.
Bottenplatta	Platta, vars underyta inte är belägen i luft, som genom kontaktryck eller ingjutna pålar överför egentyngd och last från anslutande konstruktionsdelar ned i undergrunden.
Bro	Upphöjd konstruktion avsedd att leda trafik över lägre belägna hinder. Som bro räknas en konstruktion med teoretisk spännvidd större än 2,0 m i största spannet. <i>I bron kan ingå anslutande stödkonstruktioner</i>
Båge	Båge med alla dess delar inklusive till exempel bågpelare räknas till överbyggnad.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

Term	Definition
Båtbrygga	I vatten stående byggnadsverk där ena änden har förbindelse med land och andra änden är tilläggsplats eller förtöjningsplats för båtar.
Bärighetsberäkning klassning av gång- och cykelbroar	Bärighetsberäkning klassning av gång- och cykelbroar innebär att beräkningsmässigt bestämma högsta värden på typfordonets tyngd, R , samt ytlastens storlek, p . Beräkningen utförs för samtliga bärverksdelar och längdsystem och i samtliga gränstillstånd
Bärighetsberäkning klassning av järnvägsbroar	Bärighetsberäkning klassning av järnvägsbroar innebär att beräkningsmässigt bestämma högsta axellasten Q för tåglast TLM1, TLM2, TLM3 respektive TLM4, högsta linjekategori samt utföra kontroll av om dynamisk analys erfordras. Beräkningen utförs för samtliga bärverksdelar och längdsystem och i samtliga gränstillstånd.
Bärighetsberäkning av tunga transporter	Bärighetsberäkning av tunga transporter innebär att beräkningsmässigt bestämma om en tung transport kan framföras, se kapitel 17.
Bärighetsberäkning klassning av vägbroar	Bärighetsberäkning klassning av vägbroar innebär att beräkningsmässigt bestämma högsta värden på axellasten A och boggilasten B vid färd i <ul style="list-style-type: none"> eget körfält i vägbanemitt ensam på bron i vägbanemitt med trafik på motriktad vägbana. Beräkningen utförs för samtliga bärverksdelar och längdsystem och i samtliga gränstillstånd. Beräkningen utförs för alla vägbanor. För broar med körbar gång- och cykelbana ska högsta värdet på R och p bestämmas.
Färjeläge	I vatten stående, broliknande byggnadsverk avsett som tilläggsplats för färjor och med förbindelse med land endast i ena änden.
Grundläggning	Gränssnittet mellan underbyggnad och undergrund samt de delar av undergrund vars spänningsförhållanden påverkas av bro eller broliknande konstruktion.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

Term	Definition						
Huvudkonstruktion	De bärverksdelar som belastas direkt med trafiklast t.ex. bärande balkar med tillhörande tvärförband, brobaneplattor, pelare, bärkablar med tillhörande hängare samt bågar med tillhörande hängstag och vindförband.						
Kapacitetsberäkning	Beräkning där hänsyn tas till kapaciteten i respektive beräkningssnitt.						
Körbar gång- och cykelbana på vägbro	Körbar gång- och cykelbana på en vägbro innebär att gång- och cykelbanan är ansluten till en gång- och cykelbana utanför bron och utan anslutande trappor. Bredden på gång- och cykelbanan är minst 2,0 m.						
Lastfält	Yta parallell med vägbanans längdriktning som belastas av trafiklast						
Lådbalk	En lådbalk innehåller lådväggar och en undre och övre platta.						
Oeftergivlig konstruktion	Med oeftergivlig konstruktion avses en konstruktion med så liten rörelsemöjlighet att jordtrycket i stort sett blir lika med vilojordtrycket.						
Passage i eget körfält	Passage i eget körfält innebär att typfordonen placeras på ogynnsammaste sätt på bron med beaktande av vad som anges i kapitel 8.						
Passage i vägbanemitt ensam på bron	<p>Passage i vägbanemitt innebär att ett lastfält med typfordon placeras mitt i vägbanan med maximal excentricitet enligt nedanstående tabell.</p> <p>Bron passeras utan annan trafik på bron såväl i den riktning som typfordonen framförs som i motriktad riktning.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Vägbanebredd (m)</th><th>Excentricitet (m)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4,0</td><td>0,5</td></tr> <tr> <td>≥7,0</td><td>1,0</td></tr> </tbody> </table> <p>För vägbanebredd mellan 4,0 m och 7,0 m ska excentriciteten bestämmas genom rätlinjig interpolering. Om angiven excentricitet inte inryms ska den sättas till största möjliga med hänsyn till bredden på respektive vägbana.</p>	Vägbanebredd (m)	Excentricitet (m)	4,0	0,5	≥7,0	1,0
Vägbanebredd (m)	Excentricitet (m)						
4,0	0,5						
≥7,0	1,0						

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

Term	Definition
Passage i vägbanemitt med trafik på motriktad vägbana	För broar med en vägbana i respektive färdriktning passeras bron utan annan trafik i samma färdriktning som typfordonen, men med trafik på den motriktade vägbanan. Trafiken i den motriktade riktningen består av typfordon med $A/B = 120/180$ kN. Antalet typfordon i motriktad färdriktning ska vara det som ger mest ogynnsam inverkan av 1,0 och 1,8. För trafik i färdriktningen gäller kraven ovan för passage i vägbanemitt.
Påldäck	I det närmaste horisontell sammanhängande betongkonstruktion på pålar som bär fyllning.
Ramben	Ett ändstöd i en balk- eller plattrambro.
Stenstöd	Landfäste eller mellanstöd av sten.
Stödkonstruktion	Vertikal konstruktion vars syfte är att stödja jordmassa så att höjdsprång kan skapas. Som stödkonstruktion räknas konstruktion där största nivåskillnad mellan mark på ömse sidor om konstruktionen är större än 1,5 meter.
Stödmur	En stödkonstruktion av betong eller stål utformad som en mur inspänd i en bottenplatta. Konstruktionen är huvudsakligen avsedd att ta upp horisontella laster.
Trafikerad bottenplatta	En bottenplatta eller delar av en bottenplatta som är belägen innanför vägbanekanten. Med trafik avses i detta fall trafik på den väg som går igenom bron.
Tråg	Nedsänkt konstruktion bestående av två stödkonstruktioner med gemensam bottenplatta avsedd att leda trafik i utrymmet mellan stödmurarna.
Tung vägtransport	Transportören har lämnat in en ansökan om dispens. I ansökan anges fordonens konfiguration.
Tung vägtransport i eget körfält	Den tunga vägtransporten färdas i eget körfält, vilket kan vara godtyckligt placerat. Såväl mötande trafik som trafik i det egna körfältet förutsätts befinna sig på bron samtidigt som den tunga vägtransporten.
Tung vägtransport i markerat körfält	Den tunga vägtransporten befinner sig ensam på bron och färdas inom ett fysiskt markerat körfält. Bron är avstängd för annan trafik.
Tunnel	Anläggning som omges av jord, berg, vatten eller konstruktion och som inrymmer en för trafik anordnad passage, inklusive de utrymmen och anordningar som behövs för dess funktion.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

Term	Definition
Underbyggnad	De delar av bro som är belägna nedanför lager eller pelaröverkant och ned till och med underkant bottenplatta. För plattramar utgörs gränsen mellan över- och underbyggnad av gjutfog mellan ramben och brobaneplatta eller, då gjutfog saknas, av horisontellt snitt vid votens anslutning i frontmur. Även grusskift och vingmurar fastgjutna i frontmurar samt påelement hänförs till underbyggnad.
Upplagsanordning	De konstruktionsdelar som överför laster från överbyggnaden till underbyggnaden, såsom lager och leder.
Vägbana	Bärigheten bestäms och registreras på vägbanor. Då det är dubbelriktad trafik på bron så finns det en vägbana. Då det finns vägbanor för olika färdriktningar finns det alltid räcke, barriär eller markremsa mellan vägbanorna. Markremsans nivå är minst 100 mm högre än vägbanan. Vägbanan bestäms som det fria körbara avståndet begränsat av räcke, barriär, markremsa eller upphöjd GC-bana. En upphöjd GC-bana är minst 100 mm högre än vägbanan.
Öppningsbar bro i rörelse	Öppningsbar bro är under manövrering för att öppna för sjöfartstrafik, tillåta passage samt stänga för sjöfartstrafik - en så kallad bromanöver.
Överbyggnad	Den del av bro som inte är underbyggnad. Ändskärm med tillhörande vingmurar räknas som överbyggnad.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

4 Förkortningar och symboler

Förkortning/Symbol	Definition
GC	Gång- och cykel
RÖK	Räls överkant
RUK	Räls underkant
STH	Största tillåtna hastighet (km/h)
STAX	Största tillåtna axellast (ton)



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

5 Administrativa rutiner

5.1. Allmänt

*Förutsättning**I kapitel 5 anges de administrativa krav som Trafikverket som beställare har avseende:*

- *upprättande av bärighetsberäkning*
- *kontroll av bärighetsberäkning*
- *registrering och koppling i Trafikverkets system för förvaltning av byggnadsverk och konstruktioner (BaTMan)*

5.2. Upprättande av bärighetsberäkning

5.2.1. Redovisning

5.2.1.1. Allmänt

K163594

En redovisning ska minst bestå av:

- redogörelse för beräkningsarbetets förutsättningar och metoder enligt 5.2.1.2.
- bärighetsberäkning enligt 5.2.1.3.

K223528

Varje del av redovisningen ska förses med konstruktionsföretagets namn, underskrift och datum. En revidering ska förses med underskrift och datum avseende revideringen.

K223532

Redovisningen ska förses med:

- konstruktionsnummer, längdsystem och namn enligt Trafikverkets beteckning,
- hänvisning till TRVINFRA-00331, aktuell version,
- innehållsförteckning, kapitelindelning och genomgående sidnumrering,
- dokumentbeteckning enligt TDOK 2012:37 "Metadata för digital projekthantering Väg" (Trafikverket).

K223530

Redogörelsen för beräkningsarbetets förutsättningar och metoder ska upprättas på svenska. Texten får kompletteras med engelsk text.

K223531

Beräkningar ska upprättas på svenska, norska, danska eller engelska.

5.2.1.2. Redogörelse för beräkningsarbetets förutsättningar och metoder

K163596

Redogörelsen för beräkningsarbetets förutsättningar och metoder för beräkning ska vara en kortfattad redovisning av beräkningsarbetets förutsättningar och genomförande.

K224308

Redogörelsen ska kortfattat redovisa hur konstruktören tolkar och kommer att tillämpa uppgifter i andra dokument.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K217815

Redogörelsen ska upprättas i format A4.

K217816

En redogörelse ska göras för varje konstruktion och för varje längdsystem.

K217817

Redogörelsen ska ha rubriker med innehåll enligt följande:

1. Allmänt
 - Beskrivning av uppdraget och aktuell konstruktion.
2. Administrativa uppgifter
 - Kontaktuppgifter för parterna.
 - Anteckningar från startmöte.
 - Konstruktionsföretagets ledningssystems certifikat och egendeklaration.
 - En redovisning av hur konstruktionsföretagets kontroll av beräkningsarbetet organiseras och genomförs.
 - Grupptillhörighet enligt 5.3.2.
3. Beräkningsmodell
 - Kortfattad redogörelse av beräkningsmetodik och de antaganden som beräkningen kommer att baseras på, vilka kapacitetskontroller som utförs.
 - Beskrivning av vilka datorprogram som kommer att användas och dess begränsningar.
4. Beräkningsunderlag
 - En förteckning över det underlag och uppgifter som beräkningen baseras på innehållande: konstruktionsmaterial och deras hållfasthetsparametrar, måttuppgifter såsom beläggningstjocklek samt brons tillstånd och övriga uppgifter som påverkar beräkningsförutsättningarna. Ritningar ska anges med Trafikverkets beteckning.
5. Säkerhetsklasser, laster och lastkombinationer
 - En sammanställning av säkerhetsklasser, laster, lastställningar och lastkombinationer.
6. Systemskiss
 - Systemmodell med skisser inklusive randvillkor.

5.2.1.3. Bärighetsberäkning**5.2.1.3.1. Allmänt**

K163599

Beräkningen ska vara tydligt upprättad och försedd med figurer och förklarande text, hänvisningar och uppgifter om lastantaganden etc. i sådan utsträckning att den lätt kan följas och kontrolleras.

K217818

För beräkningssätt, uttryck, antaganden eller tabellvärden som inte kan anses allmänt kända ska en förklaring, härledning eller litteraturhänvisning lämnas.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K217819

Beräkningen ska vara samlad i ett dokument.

*Råd**Beräkningsbilagor kan vara i ett särskilt dokument.*

K224309

Beräkningen ska upprättas i format A4.

5.2.1.3.2. Sammanfattning

K163602

Beräkningen ska innehålla en sammanfattning av erhållna värden för bärighetsberäkning klassning enligt definition i kapitel 3.

K224310

För en vägbro ska sammanfattningen innehålla:

- värden på axellasten A och boggilasten B vid färd i eget körfält
- värden på axellasten A och boggilasten B vid färd i vägbanemitt ensam på bron
- värden på axellasten A och boggilasten B vid färd i vägbanemitt med trafik på motriktad vägbana om bron har en vägbana i respektive färdriktning
- värden på typfordonet R och ytlasten p om bron har körbar gång- och cykelbana

K224311

För en gång- och cykelbro ska sammanfattningen innehålla:

- värden på typfordonet R och ytlasten p

K224312

För en järnvägsbro ska sammanfattningen innehålla:

- värden på axellasterna Q
- högsta linjekategori
- resultat av kontroll om dynamisk analys erfordras

K217821

Värde ska anges för varje gränstillstånd och för respektive snittkraft såsom moment, tvärkraft, stansning etc. Detta gäller för enskilda bärverksdelar, längdsystem och för konstruktionen som helhet.

K217820

Sammanfattningen ska placeras omedelbart efter innehållsförteckningen.

**Titel**

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

5.2.1.3.3. Datorberäkning, allmänt

K163604

Till en beräkning som utförts med dator ska fogas en programbeskrivning som minst ska innehålla:

- programnamn med uppgift om aktuell programversion,
- programmets allmänna förutsättningar och begränsningar,
- beräkningsmetoder och beräkningsgång inklusive införda approximationer och förenklingar,
- teckenregler,
- en beskrivning av resultatets redovisning med beteckningar på storheter och lastkombinationer samt
- en känslighetsanalys för valda approximationer.

K217823

Resultatutskriften ska minst innehålla:

- uppgifter om objekt och programnamn,
- revideringsbeteckning eller senaste revideringsdatum för programmet
- innehållsförteckning,
- sidnumrering,
- en strukturerad redovisning av hur programmet tolkar givna indata och
- de till respektive delresultat hörande beteckningarna på konstruktionsdelar och tvärsektioner samt på lastkombinationerna.

K217822

Utskrifter från datorprogram i vilka användaren kan ändra uttryck eller beräkningsgång ska innehålla:

- ingående uttryck i klartext,
- delresultat,
- redovisning av datorprogrammets valda beräkningsvägar och
- datum och tidpunkt för utskrift på varje sida.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

5.2.1.4. Dynamisk analys av järnvägsbroar

K163606

En analys av dynamiska effekter för en bro ska redovisa:

- beskrivning av antagen dämpning,
- brons böjstyvhets och totala massan,
- beskrivning av speciella förutsättningar som kan påverka det dynamiska beteendet,
- dynamisk nedböjning och statisk nedböjning för kritiska snitt,
- vridning samt rotation vid upplag och stöd,
- maximala vertikala accelerationer över det kontrollerade hastighetsintervallet,
- maximalt tillåten hastighet erhållen i dynamisk analys (inkl. 20% säkerhetsfaktor.),
- de vertikala och horisontella egenfrekvenser med tillhörande modform som kontrollerats,
- en jämförelse av lasteffekter från dynamisk analys och lasteffekter av motsvarande statiska laster med tillhörande dynamisk förstöringsfaktor,
- slutsatser av den dynamiska kontrollen och
- sammanfattning av resultat.

5.2.1.5. Datorberäkning, verifieringskrav

K163608

Datorprogram ska vara verifierade med beräkningar på likartade strukturer.

K224313

Konstruktionsföretaget ska säkerställa att verifieringen utförts med en, i förhållande till programmets användning och konsekvensen av fel, adekvat noggrannhet.

K217824

En datorberäkning ska kompletteras med en stickprovskontroll av beräkningsresultaten utförda med andra beräkningsmetoder. Skillnader i resultaten ska redovisas och kommenteras.

5.2.2. Krav på konstruktionsföretag**5.2.2.1. Ledningssystem för kvalitet och egendeclaration**

K163564

Ett företag som upprättar en bärighetsberäkning ska ha ett certifierat ledningssystem för kvalitet som uppfyller kraven i SS-EN ISO 9001. I certifikatet specificerad verksamhet ska vara relevant för uppdraget.

K223533

En egendeclaration ska visa att konstruktionsföretaget uppfyller följande krav:

- att certifikatet och ledningssystemet omfattar verksamhet att upprätta konstruktionsredovisning/bärighetsberäkning för aktuell typ av konstruktion.
- att konstruktionsföretaget har kompetent personal för aktuellt arbete och att dessa deltar i aktuellt arbete.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

5.2.2.2. Beräkningskontroll

K163566

Konstruktionsföretaget ska utföra en beräkningskontroll av beräkningsförutsättningar och beräkningar. Beräkningskontrollens syfte ska vara att eliminera grova fel och ska anpassas till konstruktionens komplexitet.

K217826

Beräkningskontrollen ska utföras av person som inte deltar i utförandet av bärighetsberäkningen. Graden av självständighet för den som utför en beräkningskontroll ska anpassas till konstruktionens komplexitet.

K217825

Beräkningskontrollen ska dokumenteras. Dokumentationen ska på begäran uppvisas för beställaren.

5.3. Kontroll av bärighetsberäkning**5.3.1. Allmänt**

K217686

I ärenden som sänds in för handläggning enligt kapitel 5 ska följande anges:

- Trafikverkets namn och konstruktionsnummer på den konstruktion som avses
- vilka handlingar och versioner av dessa som avses
- länk till lagringsplats för handlingar som lagts in i databas
- vilken typ av kontroll som avses
- konstruktionsföretagets namn
- datering
- uppgift om på vems uppdrag handlingarna har upprättats
- konstruktionens grupp, gäller för handlingar som sänds in efter startmötet
- kontaktuppgift för Trafikverkets projektledare
- kontaktuppgift för Trafikverkets kontraktspart
- kontaktuppgift för konstruktionsföretagets uppdragsledare

Om handling görs tillgänglig i databas ska ovanstående framgå av avisering.

K217687

Vid insändande av ärende ska e-tjänsten på Trafikverkets webbplats användas. E-tjänsten heter Anläggningsteknik och finns i Trafikverkets e-tjänstportal.

Om e-tjänsten är ur funktion ska ärende för kontroll insändas till bt@trafikverket.se

Förutsättning

Det ska förutsättas att kontroll inte utförs under veckorna 26 – 33 och 52 – 1.

K163561

Kontrollen av bärighetsberäkningen ska inledas med en kontroll av beräkningsarbetets förutsättningar och metoder enligt 5.3.3.

K217828

Kontrollen av beräkningsarbetets förutsättningar och metoder enligt 5.3.3 ska vara slutförd innan kontroll enligt 5.3.4 inleds.

**Titel**

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K217827

Beräkningar avseende broar med totallängd mindre än 200 m ska sändas in som ett ärende.

5.3.2. Indelning i grupper beroende på komplexitet

K163568

Konstruktioner delas avseende sin komplexitet in i tre grupper:

- grupp A – konstruktionen är komplicerad
- grupp B – konstruktionen är av normal komplexitet
- grupp C – konstruktionen är enkel

K224818

I 5.3.2.1 - 5.3.2.3 anges den gruppstillhörighet som ska gälla för konstruktioner som i förhållande till sin art är normala för svenska förhållanden.

K224819

För en konstruktion som överensstämmer med flera angivna begrepp ska de strängaste kraven tillämpas.

5.3.2.1. Konstruktioner i grupp A

K217858

Grupp A omfattar:

- häng-, båg- och snedkabelbroar

5.3.2.2. Konstruktioner i grupp B

K217861

Grupp B omfattar:

- konstruktion med största spännvidd större 15,0 m
- konstruktion som utreds med hjälp av säkerhetsindexmetoden
- fackverksbroar

5.3.2.3. Konstruktioner i grupp C

K217862

Grupp C omfattar:

- konstruktion med största spännvidd högst 15,0 m

Råd

Grupp C omfattar även stenstöd enligt kapitel 15.

5.3.3. Kontroll av beräkningsarbetets förutsättningar och metoder**5.3.3.1. Allmänt**

K163571

Redogörelsen för beräkningsarbetets förutsättningar och metoder ska kontrolleras i ett tidigt skede av beräkningsarbetet.

**Titel**

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K224820

Kontrollen ska inledas med ett bärighetsstartmöte där redogörelsen för beräkningsarbetets förutsättningar och metoder går igenom före kontrollen av redogörelsen.

5.3.3.2. Bärighetsstartmöte

K163573

Trafikverkets kontraktspart ska kalla till bärighetsstartmötet.

K223537

I kallelsen ska uppgifter enligt 5.3.1 anges.

K223534

Kallelse av Trafikverkets representanter ska sändas till projektledare och till den kontrollerande enheten.

K224821

Kallelsen ska sändas in minst två veckor före föreslagen mötestid.

K223536

I samband med kallelsen ska följande handlingar sändas in till den kontrollerande enheten:

- för uppdraget relevant information från uppdragsbeskrivningen
- förhandskopia av redogörelsen för beräkningsarbetets förutsättningar och metoder enligt 5.2.1.2.

K223535

Vid bärighetsstartmötet ska minst följande personer närvara:

- utsedd handläggare från den kontrollerande enheten,
- ansvarig konstruktör och
- Trafikverkets projektledare.

K223538

Vid mötet ska redogörelsen för beräkningsarbetets förutsättningar och metoder enligt 5.2.1.2 gås igenom.

5.3.3.3. Handläggningstid*Förutsättning*

Den kontrollerande enhetens handläggningstid är normalt tio arbetsdagar.

Handläggningstiden startar när redogörelsen sänds in för kontroll, dock tidigast vid startmötet.

Förutsättning

Vid revidering av en redogörelse är den kontrollerande enhetens handläggningstid tio arbetsdagar.

5.3.3.4. Revidering

K163577

Om en visad utformning etc. ändras ska redogörelsen revideras.

**Titel**

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K224315

En redogörelse som har reviderats ska sändas in för kontroll.

K224316

En reviderad redogörelse ska förses med uppgift om vad revideringen avser.

K224314

Reviderade avsnitt ska markeras i innehållsförteckningen och i texten.

5.3.4. Kontroll av bärighetsberäkning**5.3.4.1. Allmänt**

K163580

Innan bärighetsberäkningen kan godtas av Trafikverket ska den kontrolleras.

K217831

Om den kontrollerande enheten har synpunkter på beräkningen ska dessa besvaras. Om synpunkterna medför ändringar ska berörda delar av handlingen revideras, se 5.3.4.3.

K217830

Vid insändande av en beräkning för kontroll ska det intygas att beräkningskontrollen är utförd.

5.3.4.2. Handläggningstid

K163582

Om beställaren inte anger annat ska den kontrollerande enhetens handläggningstid för den första kontrollen av en beräkning antas vara

- 25 arbetsdagar för konstruktioner i grupp C,
- 40 arbetsdagar för konstruktioner i grupp B och
- 80 arbetsdagar för konstruktioner i grupp A.

Kontrollen i grupp A är indelad i två delar, där del 1 omfattar det statiska systemet och del 2 övriga delar av beräkningen. Handläggningstiden för del 1 och 2 antas vara lika stora och totalt 80 arbetsdagar.

K217832

Den kontrollerande enhetens handläggningstid ska när reviderade beräkningar sänds in för kontroll antas vara 10 arbetsdagar om beställaren inte anger annat.

5.3.4.3. Revidering

K163584

Om något avsnitt ändras ska beräkningen revideras.

K224317

En beräkning som har reviderats ska sändas in för kontroll.

K224318

En reviderad beräkning ska förses med uppgift om vad revideringen avser.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K224319

Reviderade avsnitt ska markeras i innehållsförteckningen och i texten

5.3.4.4. Uppföljande kontroll*Förutsättning*

Efter att en bärighetsberäkning kontrollerats enligt 5.3.4.1 kan Trafikverket utföra en uppföljande kontroll för verifiering av överensstämmelse med kontraktshandlingarna.

5.3.4.5. Avbruten kontroll*Förutsättning*

Om en beräkning redan vid inledningen av kontrollen visar sig ha så dålig kvalitet att ytterligare kontroll inte är meningsfull avbryts kontrollen. Avbruten kontroll meddelas kontraktsparten. När beräkningen sänds in igen behandlas den som ett nytt ärende.

5.4. Märkning

K163586

Beräkningen ska efter genomförd kontroll märkas på det sätt som anges i skrivelsen från den kontrollerande enheten.

K224822

Märkningen ska vara utförd innan beräkningen registreras och kopplas i BaTMan enligt 5.5.

K221246

Märkningen ska placeras på försättssidan.

K163587

Märkning av bärighetsberäkning ska utföras enligt figur 5-1.

Denna bärighetsberäkning har godtagits av Trafikverket
TRVAT 2021/1118 2021-06-23

Figur 5-1 Märkning av bärighetsberäkning*Råd*

En redogörelse för beräkningsarbetets förutsättningar och metoder märks inte med Trafikverkets beteckning.

5.5. Registrering och koppling i BaTMan

K163610

Trafikverkets kontraktspart ska senast två veckor efter att bärighetsberäkningen är godtagen koppla redogörelsen och bärighetsberäkningen i BaTMan. Handlingen ska vara i filformat pdf A.

Råd

Vid tveksamheter om hur registrering och koppling ska utföras kontaktas BaTMan Helpdesk per e-post på adress batman@trafikverket.se.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K217833

När registrering och koppling i BaTMan är utförd ska kontraktsparten meddela den kontrollerande enheten detta.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

6 Allmänna krav

Förutsättning

Dokumentets kapitel 1 - 15 gäller för vägbroar, järnvägsbroar samt gång- och cykelbroar. För övriga byggnadsverk anges tillägg och ändringar i kapitel 16.

Förutsättning

Bärighetsbedömning av stenstöd utförs enligt kapitel 15. Övriga byggnadsverk med huvudbärverk av sten omfattas inte av detta dokument.

Förutsättning

Bärighetsberäkning av tunga vägtransporter utförs enligt kapitel 17.

Förutsättning

För konstruktioner som inte omfattas av föreliggande krav eller dokument angivna i kapitel 18 ska av beställaren angivna krav användas.

6.1. Hänvisning till andra dokument

K164442

Bärighetsberäkningar ska ske enligt dokument angivna i kapitel 18.

K224305

Hänvisning till SS-EN 1990 – SS-EN 1999 innebär även att de nationella valen i ”Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om tillämpningen av eurokoder” TSFS 2018:57 ska tillämpas.

K224306

Vid motstridiga uppgifter mellan krav angivna i detta dokument och dokument angivna i kapitel 18 ska detta dokument gälla.

6.2. Allmänt

K223999

Utöver en bros överbyggnad ska bärigheten beräknas för följande brodelar:

- pelare med slankhetstal $l_c / i \geq 60$
- ramben till rambroar
- upplagsanordningar

K224304

Om beställaren så anger ska övriga delar av underbyggnaden och/eller grundläggningen bärighetsberäknas.

K224000

Bärigheten bestäms inte för icke körbara gång- och cykelbanor på vägbroar samt för annan broyta. Hänsyn till belastningen enligt 8.3.2.2.6 ska dock tas för vägbroar.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

6.3. Partialkoefficientmetod och säkerhetsklass

K163524

Partialkoefficientmetoden enligt SS-EN 1990 ska tillämpas, men med laster och lastkombinationer enligt kapitel 8.

K219506

Säkerhetsklass definieras med partialkoefficienten γ_d . Lasteffekterna ska multipliceras med γ_d .

K223540

Broar ska vid verifieringen i brottgränstillstånd hänföras till säkerhetsklass 3 med nedan angivna undantag.

Säkerhetsklass 2 ska tillämpas:

- för väg- samt gång- och cykelbroar med teoretisk spännvidd högst lika med 15,0 m i största spannet,
- för vingmurar,
- vid bestämning av en påles eller pålgrupps geotekniska bärförmåga,
- vid bestämning av plattgrundläggningens bärförmåga i friktionsjord och på berg vid användande av partialkoefficientmetod och
- för brobaneplasser mellan huvudbalkar, inklusive lådbalkar, på väg- samt gång- och cykelbroar.

Råd

Friktionsjord definieras i publikation "Plan- och byggtermer 1994, TNC 95" (Terminologicentrum).

Råd

Säkerhetsklass registreras i BaTMan för en konstruktion.

6.4. Bärighetsberäkning klassning

6.4.1. Väg- samt gång- och cykelbroar

6.4.1.1. Kapacitetsberäkning

K163533

Bärighetsberäkningen utförs som en kapacitetsberäkning. Vissa krav påverkas av vilken trafiklastbestämmelse som använts vid dimensioneringen av aktuellt byggnadsverk. Om trafiklastbestämmelse inte framgår av handlingarna ska bron förutsättas vara dimensionerad enligt 1938 års bestämmelser.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

Råd

I BaTMan registreras inte äldre vägtrafiklastbestämmelser än 1938. Orsaken till detta är att det var dessa bestämmelser som låg till grund för den bärighetsklassning som gjordes i samband med vägväsendets förstatligande 1944. Broar finns dock som är dimensionerade enligt:

- *Normalbestämmelser för järnkonstruktioner till byggnadsverk, SOU 1931:30*
- *Normalbestämmelser för järnkonstruktioner till hus- bro- och vattenbyggnader, Nr. 193/1919*
- *Kungl. Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsens cirkulär, 1901*
- *Kongl. Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsens cirkulär, 1886*

K223541

Om beställaren så anger ska bärighetsberäkningen utföras med säkerhetsindexmetoden. Om säkerhetsindexmetoden tillämpas ska värden på säkerhetsindexet, β , enligt TSFS 2018:57, 2 kap § 7, användas.

6.4.1.2. Lasteffektjämförelse - nya broar

K163535

Då nya broar dimensioneras får beräkningen i vissa fall utföras på ett förenklat sätt. Detta förenklade sätt innebär att bärighetsberäkning klassning utförs som en direkt jämförelse mellan dimensionerande lasteffekt i brottgränstillstånd av trafiklast enligt 2009 års trafiklastbestämmelser och senare samt av trafiklast enligt detta dokument. Jämförelsen ska utföras för samtliga vägbanor.

K224776

Vid lasteffektjämförelse av nya broar ska samma dynamiska tillskott användas som vid dimensioneringen.

K223545

Vid tillämpningen av typfordon j, k och l ska avståndet 25 m alltid tillämpas.

K223547

Samma statiska system som använts vid dimensioneringen ska även användas vid utförandet av jämförelsen.

K223548

Redovisningen ska ske i en separat beräkning och ska utföras för konstruktionens samtliga längdsystem.

6.4.2. Järnvägsbroar**6.4.2.1. Kapacitetsberäkning**

K163538

Bärighetsberäkningen utförs som en kapacitetsberäkning. Vissa krav påverkas av vilken trafiklastbestämmelse som använts vid dimensioneringen av aktuellt byggnadsverk.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K223549

Om beställaren så anger ska bärighetsberäkningen utföras med hjälp av säkerhetsindexmetoden. Om säkerhetsindexmetoden tillämpas ska värden på säkerhetsindexet, β , enligt TSFS 2018:57, 2 kap § 7, användas.

6.4.2.2. Lasteffektjämförelse - nya broar

K163540

Då nya broar dimensioneras får beräkningen i vissa fall utföras på ett förenklat sätt. Detta förenklade sätt innebär att bärighetsberäkning klassning utförs som en direkt jämförelse mellan dimensionerande lasteffekt i brottgränstillstånd av trafiklast enligt 2009 års trafiklastbestämmelser och senare samt av trafiklast enligt detta dokument. Jämförelsen ska utföras för samtliga spår.

K223551

Samma statiska system som använts vid dimensioneringen ska även användas vid utförandet av jämförelsen.

K223552

Redovisningen ska ske i en separat beräkning och ska utföras för konstruktionens samtliga längdssystem.

6.4.2.3. Lasteffektjämförelse - broar byggda enligt 1990 – 2008 års järnvägstrafikbestämmelser

K163542

För broar dimensionerade för 1990 – 2008 års järnvägstrafikbestämmelser får bärighetsberäkningen utföras som en direkt jämförelse mellan lasteffekter enligt ursprunglig beräkning och lasteffekter enligt 8.3.3.2. Endast största tillåtna linjekategorin enligt 8.3.3.2.1 ska bestämmas.

K223553

För broar i spännbetong ska jämförelsen göras i såväl brott- som bruksgränstillstånd, varvid den lägsta linjekategorin ska väljas.

K223554

Lastkoefficienten $\psi\gamma$ ska sättas till ursprungligt värde för snittkrafter av ursprunglig dimensioneringslast och till 1,3 för snittkrafter av trafiklast enligt 8.3.3.2.

K223555

Dynamikfaktorn ska sättas till ursprungligt värde för ursprunglig dimensioneringslast och till värde enligt 8.3.3.2.5 för trafiklast enligt 8.3.3.2.

6.5. Utmattning**6.5.1. Vägbroar**

K163545

Broar dimensionerade för 1988 års vägtrafiklastbestämmelser och senare ska beräknas för utmattning, se dock SS-EN 1992-2, 6.8.1.

**Titel**

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K223557

För broar byggda enligt:

- 1994, 2002 och 2004 års vägtrafiklastbestämmelser ska det lastcykeltal användas som bron ursprungligen dimensionerats för.
- 2009 års vägtrafiklastbestämmelse och senare ska lastcykeltalet sättas lika med det totala antalet passager av tung trafik som bron ursprungligen dimensionerats för.

För övriga broar ska lastcykeltal lika med 100 000 användas.

Om beställaren så anger ska andra lastcykeltal användas för öppningsbara broar.

K223556

Svetsade eller nitade konstruktioner och skruvade skarvar i huvudkonstruktion, spännarmerade broar samt öppningsbara broar ska alltid beräknas för utmattning oavsett vilken vägtrafiklastbestämmelse bron är dimensionerad för.

6.5.2. Järnvägsbroar

K163547

För samtliga järnvägsbroar ska utmattningsberäkning utföras, se dock SS-EN 1992-2, 6.8.1. Beräkningen ska göras med typiserat spänningskollektiv, se 8.3.3.2.7.

K223558

Om beställaren så anger ska beräkning med delskadeanalys enligt kapitel 22, bilaga 4, utföras.

6.6. Olyckslast

K163549

Om beställaren så anger ska olyckslasterna enligt 8.4.1, 8.4.2 och 8.4.6 tillämpas.

6.7. Dynamisk analys för järnvägsbroar

K163553

Kontroll ska utföras av om dynamisk analys erfordras för aktuell bro. Denna kontroll ska utföras enligt SS-EN 1991-2, avsnitt 6.4.4, figur 6.9.

K223559

Om beställaren så anger ska dynamisk analys utföras.

6.7.1. Dynamisk analys

K163555

En statisk beräkning ska utföras med de lastmodeller som beskrivs i 8.3.3.2, TLM2 = 250 kN. Resultaten ska multipliceras med dynamikfaktorn som beskrivs i 8.3.3.2.5.

K223576

Vid den dynamiska analysen ska lastmodeller HSLMA eller HSLMB enligt TRVINFRA-00227 "Bro och broliknande konstruktion, Byggande" (Trafikverket) användas.

Om beställaren så anger ska beräkningen kompletteras med alternativa lastmodeller.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K223577

Hastighetsintervall som ska beaktas är 100 km/h upp till $1,2 \times \text{STH}$ i steg om 5 km/h utanför resonanshastigheten (2,5 km/h i närheten av resonanshastigheten). STH ska väljas till 250 km/h om annat inte visas vara lämpligare.

K223578

Dämpningen ska väljas enligt SS-EN 1991-2, tabell 6.6. Tilläggsdämpning enligt EN 1991-2, uttryck 6.13 ska inte användas.

K223579

Aktuell bros verkliga massa ska uppskattas och användas. Om ballastjockleken är uppmätt ska detta värde användas. Tunghet för ballast ska väljas enligt 8.2.2.3.

K223580

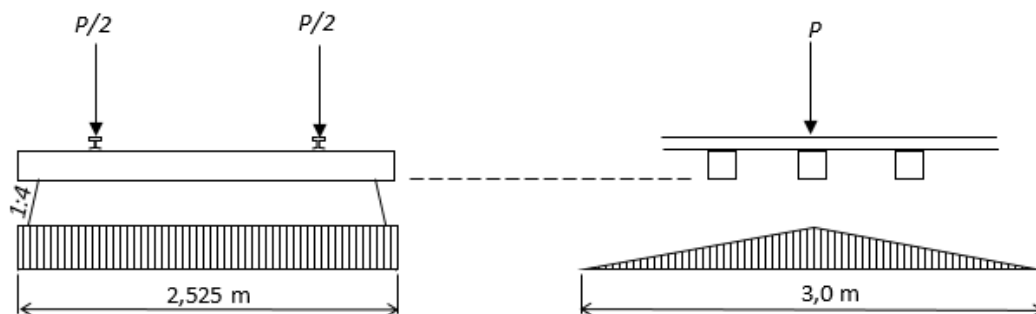
Generellt ska en låg uppskattning av brons styvhet användas. Elasticitetsmodul ska väljas enligt kapitel 7 och kapitel 9 - 12. Om relevanta resultat från materialprovning finns ska de användas.

K223581

Verkliga parametrar för brons grundläggning ska användas. Saknas denna information ska parametrar för fasta upplag väljas.

K223582

Varje axellast, P , beskriven i lastmodellerna, ska i den dynamiska beräkningen spridas på tre sliprar enligt figur 8-3 a. För korta broar, spännvidd högst 10 m, och för broar med ändskärmar ska hänsyn tas till axellastens fördelning genom ballasten med hjälp av en utbredd lastmodell enligt figur 6-1.



Figur 6-1 Axellastens fördelning genom ballast vid broar med spännvidd ≤ 10 m och broar med ändskärmar

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

7 Materialvärdering

7.1. Allmänt

K163613

Provningen av material i befintliga broar ska utföras av ett organ som ackrediterats av SWEDAC eller av annat ackrediteringsorgan som kan visa att de uppfyller och tillämpar kraven i SS-EN ISO/IEC 17011.

I förekommande fall anges för respektive produkt ytterligare krav på organet.

Om beställaren så anger ska uttagna materialprover utvärderas.

7.2. Betong

K219819

För oarmerade betongkonstruktioner ska alltid provtagning utföras. Antalet prov ska bestämmas från fall till fall, men ska alltid vara minst tre.

7.2.1. Tryckhållfasthet

7.2.1.1. Allmänt

K163617

f_{ck} -värdet ska bestämmas enligt något av alternativen 7.2.1.2 – 7.2.1.8.

7.2.1.2. K-värde på ritning

K224198

K-värdet som anges på ritning ska användas.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K163619

Karakteristiska värden på tryck-och draghållfasthet ska hämtas från tabell 7-1.

Tabell 7-1 Karakteristiska värden på tryck- och draghållfasthet

K-värde enligt ritning	Tryckhållfasthet f_{ck} [MPa]	Draghållfasthet f_{ctk} [MPa]
K8	5,5	0,75
K12	8,5	0,90
K16	11,5	1,05
K20	14,5	1,20
K25	18,0	1,40
K30	21,5	1,60
K35	25,0	1,80
K40	28,5	1,95
K45	32,0	2,10
K50	35,5	2,25
K55	39,0	2,40
K60	42,5	2,50
K70	49,5	2,60
K80	56,5	2,65

För att karakteristiska värden $> 21,5$ MPa ska få användas fordras utförandeklass I och för värden $> 11,5$ MPa fordras utförandeklass I eller II.

K224176

För broar byggda före 1986 ska erhållet f_{ck} -värde justeras enligt uttryck (7-1).

$$f_{ck \text{ just}} = 1,15 \cdot f_{ck} - 2 \text{ (MPa)} \quad (7-1)$$

Råd

Ökningen med faktorn 1,15 görs med hänsyn till brons ålder medan reduktionen med 2 MPa görs med hänsyn till övergång från 10 %-fraktil till 5 %-fraktil.

K224177

För broar byggda fr.o.m. 1986, och som är minst 10 år gamla vid tidpunkten för beräkningen, ska erhållet f_{ck} -värde justeras enligt uttryck (7-2).

$$f_{ck \text{ just}} = 1,15 \cdot f_{ck} \text{ (MPa)} \quad (7-2)$$

7.2.1.3. σ_{B28} -värde på ritning

K224197

 σ_{B28} -värde som anges på ritning ska användas.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K163622

Betong med angivet σ_{B28} -värde ska hänföras till hållfasthetsklass med närmast lägre K-värde.

K224178

Erhållet f_{ck} -värde ska justeras enligt 7.2.1.2.

Råd

Exempelvis motsvarar en betong med $\sigma_{B28} = 240 \text{ kp/cm}^2$ hållfasthetsklassen K20.

7.2.1.4. Blandningsförhållande på ritning

K224194

Blandningsförhållande som anges på ritning ska användas.

K163625

σ_{B28} -värdet ska bestämmas enligt tabell 7-2, varefter 7.2.1.3 ska tillämpas.

Tabell 7-2 Bestämning av σ_{B28} vid angivet blandningsförhållande

Blandningsproportioner efter volym	Materialåtgång per m³ betong						
	Cement		Sand		Makadam		σ_{B28}
	kg	liter	kg	liter	kg	liter	kp/cm²
1c:1s:2 m	515	370	590	370	960	740	245
1c:1,5s:2,5 m	405	290	695	435	940	725	210
1c:2s:3 m	335	240	770	480	935	720	190
1c:2s:4 m	300	215	690	430	1120	860	170
1c:3s:3 m	275	195	935	585	760	585	160
1c:3s:4 m	250	180	865	540	935	720	145
1c:3s:4,5 m	240	170	815	510	995	765	140
1c:3s:5 m	230	165	790	495	1070	825	135
1c:4s:6 m	185	130	830	520	1015	780	105
1c:5s:7 m	155	110	880	550	1000	770	85
1c:6s:8 m	135	95	915	570	990	760	70

Råd

Tabell 7-2 är hämtad ur 1926 års normalbestämmelser.

Råd

Exempelvis anger 1:3:5 blandningsförhållandet 1 del cement, 3 delar sand och 5 delar makadam.

**Titel**

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

7.2.1.5. Provattest

K224792

Om beställaren så anger ska resultat från provattest för uppmätt betonghållfasthet utvärderas.

K163628

K-värdet ska bestämmas som det angivna medelvärdet (av minst tre) minskat med 3 MPa och därefter avrundat nedåt till närmaste hållfasthetsklass. Hänsyn ska tas till storleken på provkroppen.

K224179

Erhållet f_{ck} -värde ska justeras enligt 7.2.1.2.

K224180

Medelvärde ska inte vara större än 1,25 gånger lägsta enskilda värde.

Råd

Om minst sex prov tagits ut kan principerna i 7.2.1.6 tillämpas.

7.2.1.6. Provtagning**Förutsättning**

Detta avsnitt gäller för broar som är dimensionerade enligt 1994 års vägtrafiklastbestämmelser och tidigare eller 1999 års järnvägstrafiklastbestämmelser och tidigare.

K224793

Om beställaren så anger ska materialprover tas ut och utvärderas.

K163631

Provtagning ska göras i befintlig konstruktion genom att minst tre $\varnothing 100 \times 100$ mm cylindrar borras ut i aktuell konstruktionsdel och därefter provas.

K224185

För broar med större broyta än 400 m^2 ska minst nio prover tas ut. Uttaget av proverna ska spridas så att de är representativa för betraktade konstruktionsdelar.

K224184

Tryckhållfastheten ska begränsas med avseende på draghållfastheten, se 7.2.2.2.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K224183

K-värdet ska bestämmas enligt tabell 7-3 och tryckhållfastheten bestäms därefter enligt tabell 7-1. Hänsyn till utförandeklass behöver inte tas.

Tabell 7-3 Fordrade värden på tryckhållfasthet f_{KK} och spräckhållfasthet m vid provtagning i färdig konstruktion

Hållfasthets-klass	f_{KK} [MPa]	Minsta m enligt 7.2.2.2 [MPa]
K16	13	0,92
K20	17	1,16
K25	21	1,40
K30	25	1,60
K35	28	1,80
K40	32	1,95
K45	36	2,10
K50	40	2,25
K55	44	2,40
K60	47	2,50
K70	54	2,60
K80	62	2,65

K224182

Ett K-värde som är bestämt genom provtagning i befintlig konstruktion ska inte justeras enligt 7.2.1.2.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K224181

Då tre prov tagits ut ska utvärderingen göras enligt uttryck (7-3), (7-5) och (7-6).

$$m \geq f_{KK} + 4 \text{ MPa} \quad (7-3)$$

Då sex prov eller mer tagits ut ska utvärderingen göras enligt uttryck (7-4), (7-5) och (7-6).

$$m \geq f_{KK} \exp(1,4 s/m) \quad (7-4)$$

$$x \geq f_{KK} - 5 \text{ MPa} \quad (7-5)$$

$$x \geq 0,8 f_{KK} \quad (7-6)$$

där

- m medelvärde för samtliga hållfasthetsvärden
 s standardavvikelse för samtliga hållfasthetsvärden, dock minst 2 MPa
 x hållfasthetsvärde för enskilt prov

**7.2.1.7. Broar enligt vägtrafiklastbestämmelser 1947 – 1960 eller järnvägs-
trafiklastbestämmelser 1944 - 1960***Förutsättning**Detta avsnitt ska endast tillämpas för överbyggnader och gäller oberoende av utförandeklass.*

K163634

För broar som är dimensionerade enligt 1947 t.o.m. 1960 års vägtrafiklastbestämmelser eller järnvägstrafiklastbestämmelser 1944 t.o.m. 1960 och där K-värdet anges på ritning bestäms f_{ck} -värdet enligt tabell 7-1 med följande tillägg.

- För betong med K-värden högst K35 ska värden för aktuell hållfasthetsklass ökad med tre hållfasthetsklasser tillämpas.
- För K40 ska värden för aktuell hållfasthetsklass ökad med två hållfasthetsklasser tillämpas.
- För betong över K40 ska värden för aktuell hållfasthetsklass tillämpas.

*Råd**Justering av värdet enligt 7.2.1.2 utförs inte.***7.2.1.8. Broar enligt trafiklastbestämmelse 2002 och senare**

K163637

För broar som är dimensionerade enligt 2002 års trafiklastbestämmelser och senare ska C-värdet enligt SS-EN 1992-1-1 med k_t och α_{cc} lika med 1,0 tillämpas. Om högre klass för tryckhållfasthet än C60/75 har använts ska f_{ck} -värdet fastställas för varje fall.

K224186

Om provtagning är utförd ska SS-EN 13791 tillämpas vid utvärderingen.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

7.2.2. Draghållfasthet**7.2.2.1. Allmänt**

K163640

För broar som är dimensionerade enligt 2002 års trafiklastbestämmelser och senare ska draghållfasthetsvärdet f_{ctk} enligt SS-EN 1992-1-1 med k_t och α_{ct} lika med 1,0 tillämpas. För övriga broar ska draghållfasthetsvärdet f_{ctk} bestämmas enligt tabell 7-1, med utgångspunkt från ett f_{ck} -värde.

Råd

Om tryckhållfastheten ökas enligt 7.2.1.1 ökas även draghållfastheten i motsvarande grad.

7.2.2.2. Provtagning*Förutsättning*

Detta avsnitt gäller för broar som är dimensionerade enligt 1994 års vägtrafiklastbestämmelser och tidigare eller 1999 års järnvägstrafiklastbestämmelser och tidigare.

K163643

Om f_{ck} -värdet bestäms genom provtagning enligt 7.2.1.6 ska även provtagning göras för att bestämma draghållfastheten. Antalet prov ska vara lika många som för tryckhållfasthetsprovningen.

K224187

Medelvärde för spräckhållfastheten ska användas för att begränsa hållfasthetsklassen enligt tabell 7-3.

Råd

Kravet kan medföra en begränsning av det utnyttjade medelvärdet för tryckhållfastheten. Draghållfastheten bestäms indirekt genom provning av spräckhållfastheten.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K224188

Då tre prov tagits ut ska utvärderingen göras enligt uttryck (7-7), (7-9) och (7-10).

$$m \geq f_{TK} + 0,5 \text{ MPa} \quad (7-7)$$

Då minst sex prov tagits ut ska utvärderingen göras enligt uttryck (7-8), (7-9) och (7-10).

$$m \geq f_{TK} \exp(1,4 s/m) \quad (7-8)$$

$$x \geq f_{TK} - 0,6 \text{ MPa} \quad (7-9)$$

$$x \geq 0,8 f_{TK} \quad (7-10)$$

där

 m medelvärde för samtliga hållfasthetsvärden

 s standardavvikelse för samtliga hållfasthetsvärden, dock minst 0,3 MPa

 x hållfasthetsvärde för enskilt prov

7.2.2.3. Draghållfasthet i bruksgränstillstånd
Förutsättning

Detta avsnitt gäller för broar som är dimensionerade enligt 1994 års vägtrafiklastbestämmelser och tidigare eller 1999 års järnvägstrafiklastbestämmelser och tidigare.

K163646

Om betongens draghållfasthet bestäms genom spräckprovning av minst sex prov ur respektive konstruktionsdel (balk, brobanepatta etc.) och utvärderas enligt uttryck (7-8), (7-9) och (7-10) ska det karakteristiska värdet på f_{ctk} i bruksgränstillståndet sättas lika med siffervärdet i beteckningen för aktuell draghållfasthetsklass enligt tabell 7-4. Betongens erforderliga draghållfasthet ska då betecknas med någon av draghållfasthetsklasserna T1,0 till T4,0.

Tabell 7-4 Värdet f_{TK} på draghållfasthet vid provning i färdig konstruktion

Hållfasthetsklass	f_{TK} MPa
T1,0	0,9
T1,5	1,3
T2,0	1,7
T2,5	2,1
T3,0	2,5
T3,5	2,8
T4,0	3,2



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

7.2.2.4. Provtagning på broar enligt trafiklastbestämmelse 2002 och senare

K163648

Om provtagning är utförd ska SS-EN 13791 tillämpas vid utvärderingen.

7.2.3. Elasticitetsmodul

K163650

För broar som är dimensionerade enligt 1994 års vägtrafiklastbestämmelser och tidigare eller 1999 års järnvägstrafiklastbestämmelser och tidigare ska elasticitetsmodulen bestämmas enligt tabell 7-5 med beaktande av den hållfasthetsklass som närmast motsvarar f_{ck} -värdet enligt 7.2.1.

Tabell 7-5 Karakteristiska värden för betongens elasticitetsmodul

Hållfasthets- klass	E_{ck} [GPa]
K12	24,5
K16	25,5
K20	27,0
K25	28,5
K30	30,0
K35	31,0
K40	32,0
K45	33,0
K50	34,0
K55	35,0
K60	36,0
K70	37,5
K80	38,5

Råd

För broar där styvhetsfördelningen har stor inverkan på bärförmågan kan elasticitetsmodulen bestämmas genom provning.

K224199

För broar som är dimensionerade enligt 2002 års trafiklastbestämmelser och senare ska elasticitetsmodulen bestämmas enligt SS-EN 1992-1-1.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

7.3. Armeringsstål

7.3.1. Ospänd armering

7.3.1.1. Armeringstyp på ritning

K163655

För armeringstyper enligt tabell 7-6 ska f_{yk} enligt tabellen tillämpas.

Tabell 7-6 Karakteristiskt hållfasthetsvärde för armering

Armeringstyp	Dimensionsintervall	f_{yk} (MPa)
Ks 40, Ks 40 S	6-16 (16)-25 (25)-32	410 390 370
Ks 60, Ks 60 S	6-16 (16)-25	620 590
Ks 600 S	6-25	600
Ks 50, K 500		500
B500 B	6-25	500
Ss 260 S	6-32	260
St 37, Ss 22, Ss 22S		230
St 44, Ss 26, Ss 26S		270
St 52		310

K224200

För broar som är dimensionerade enligt 2002 års trafiklastbestämmelser och senare ska armeringens hållfasthet bestämmas enligt SS-EN 1992-1-1.

K224201

För övriga typer av stänger ska f_{yk} -värdet fastställas för varje fall, vanligen som det lägsta garanterade sträckgränsvärdet.

7.3.1.2. Provattest

K224794

Om beställaren så anger ska resultat från provattester utvärderas.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K163657

Provattest avseende uppmätt värde på flytgräns och hållfasthetskvot kan användas.

Verksattest likställs med provattest. Provtagning i befintlig konstruktion likställs med provattest.

För broar som är dimensionerade för 1955 års vägtrafiklastbestämmelser eller 1944 års järnvägstrafikbestämmelser och tidigare ska f_{yk} -värdet och hållfasthetskvoten bestämmas enligt nedan.

Värdering av provningsresultat för ett kontrollparti bestående av minst fem provstycken ska för f_{yk} -värdet göras enligt uttryck (7-11) och (7-12) och för hållfasthetskvoten enligt uttryck (7-13) och (7-14). Med kontrollparti avses en leveransdel, enhetlig i fråga om t.ex. dimension, form, charge, eventuell typ av svetsförband m.m.

$$m_x \geq f_{yk} + 1,4 s_x \quad (7-11)$$

$$x \geq 0,93 f_{yk} \quad (7-12)$$

$$m_y \geq 1,08 + 1,4 s_y \quad (7-13)$$

$$y \geq 1,06 \quad (7-14)$$

där

m_x	medelvärde för samtliga i kontrollpartiet uppmätta hållfasthetsvärden
s_x	standardavvikelsen för samtliga hållfasthetsvärden
x	hållfasthetsvärde för enskilt provstycke
m_y	medelvärde för samtliga i kontrollpartiet uppmätta värden på kvoten R_m / R_{eH}
s_y	standardavvikelsen för samtliga värden på kvoten R_m / R_{eH}
y	kvoten R_m / R_{eH} för enskilt provstycke

För varmvalsad armering avser m_x och x den övre sträckgränsen R_{eH} .

Om m_x och x bestäms med avseende på den undre sträckgränsen R_{eL} ska uppmätta hållfasthetsvärden räknas om enligt sambandet $R_{eH} / R_{eL} + 10$ MPa.

För kallbearbetad armering avser m_x och x förlängningsgränsen $R_{p0,2}$. Kraven ska vara uppfyllda både i leveranstillstånd och i åldrat tillstånd.

K224202

För övriga broar ska f_{yk} -värdet och hållfasthetskvoten bestämmas enligt SS-EN 1990, bilaga D.

7.3.2. Spännarmering

K163659

f_{yk} - respektive f_{stu} -värden ska bestämmas som de värden som använts vid den ursprungliga dimensioneringen justerade efter kriterier som anges i varje fall.

Råd

Om värde på $f_{0,1}$ inte är tillgängligt kan värdet för $f_{0,2}$ användas som ett värde på $f_{0,1}$.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

7.4. Konstruktionsstål

7.4.1. Materialprovning

K163663

Om beställaren så anger ska stålets sammansättning provas bland annat för att bedöma dess seghetsegenskaper. Detta gäller för broar byggda 1970 och tidigare. Antalet prov bestäms enligt TDOK 2012:23 "Brottseghet och kemisk analys av stål" (Trafikverket).

7.4.2. Hållfasthet

7.4.2.1. Broar byggda efter 1955

K163666

Värde på f_{yk} och f_{uk} hämtas från tabell 7-7 eller 7-8.

Tabell 7-7 Karakteristiska hållfasthetsvärden för SS-stål

Kvalitetsklass SS-stål						Godstjocklek (mm)		Karakteristisk hållfasthet	
								f_{yk} (MPa)	f_{uk} (MPa)
	1232						-100	200	310
1300							-100	170	290
1310	1311	1312	1313			(40)	-40 -100	240 230	360 360
	1421	1422	1423	1424		(40)	-40 -100	220 210	410 410
	1411	1412	1413	1414		(40)	-40 -100	270 260	430 430
2110						(40)	-40 -100	270 260	470 470
	2171	2172	2173	2174		(16) (40)	-16 -40 -100	320 310 300	470 470 470
1510				2114		(16) (40)	-16 -40 -100	310 300 290	510 510 510
		2132	2133	2134	2135	(16) (35) (50)	-16 -35 -50 -70	360 350 340 330	470 470 470 470
		2142	2143	2144	2145	(16) (35) (50)	-16 -35 -50 -100	390 380 370 360	490 490 490 490

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

				2614	2615	6 (50)	-50 -70	500 480	610 610
				2624	2625	6 (50)	-50 -70	690 670	770 770
		2632		2634		1,6	-16	280	350
		2642		2644		1,6	-16	350	420
		2652		2654		1,6	-16	420	480
		2662		2664		1,6	-16	490	550

Tabell 7-8 Karakteristiska hållfasthetsvärden för EN-stål

Stålsort EN-stål				Godstjocklek	Karakteristisk hållfasthet	
B	C	D	E	(mm)	(MPa)	(MPa)
S275JR	S275J0	S275J2		– 16	275	410
				(16) – 40	265	410
				(40) – 63	255	410
				(63) – 80	245	410
				(80) – 100	235	410
		S355J2/N	S355NL	– 16	355	470
				(16) – 40	345	470
				(40) – 63	335	470
				(63) – 80	325	470
				(80) – 100	315	470
		S420N/M	S420NL/ML	– 16	420	520
				(16) – 40	400	520
				(40) – 63	390	520/500 ¹
				(63) – 80	370	520/480 ¹
				(80) – 100	360	520/470 ¹
		S460N/M	S460NL/ML	– 16	460	540
				(16) – 40	440	540
				(40) – 63	430	540/530 ¹
				(63) – 80	410	540/510 ¹
				(80) – 100	400	540/500 ¹
		S460QL	S460QL1	– 50	460	550
				(50) – 100	440	550

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

		S500QL	S500QL1	– 50	500	590
				(50) – 100	480	590
		S550QL	S550QL1	– 50	550	640
				(50) – 100	530	640
		S620QL	S620QL1	– 50	620	700
				(50) – 100	580	700
		S690QL	S690QL1	– 50	690	770
				(50) – 100	650	760
S260NC		S260NC		1,5 – 20	260	370
S315MC		S315MC		1,5 – 20	315	390
S315NC		S315NC		1,5 – 20	315	430
S355MC		S355MC		1,5 – 20	355	430
S355NC		S355NC		1,5 – 20	355	470
S420MC		S420MC		1,5 – 20	420	480
S420NC		S420NC		1,5 – 20	420	530
S500MC		S500MC		1,5 – 20	500	550

¹ Det högre värdet gäller stålsort med leveranstillstånd N.

7.4.2.2. Broar byggda 1919 - 1955

K163668

För stål i broar byggda 1919-1955 ska värden på f_{yk} och f_{uk} väljas enligt nedan.

- För stål med beteckningar enligt SS 1311 etc. erhålls värden på f_{yk} och f_{uk} direkt ur tabell 7-7.
- För St 00 gäller värden enligt 1300 i tabell 7-7.
- För St 37 gäller värden enligt 1311 i tabell 7-7.
- För St 44 gäller värden enligt 1412 i tabell 7-7.
- För St 48S gäller värden enligt 2110 i tabell 7-7.
- För St 52 gäller värden enligt 2114 i tabell 7-7.

För övriga stål fastställs värden på f_{yk} i varje fall, vanligen som det lägsta garanterade sträckgränsvärdet.

7.4.2.3. Broar byggda 1901 - 1918
Förutsättning
För stål i broar byggda 1901-1918 gäller följande.

K163670

Stål, utom götjärn klass A, ska antas motsvara St 37. För dessa stål ska värden enligt 1311 i tabell 7-7 multipliceras med faktorn 0,8.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K224204

Götjärn klass A ska antas motsvara St 44. För dessa stål ska värden enligt 1412 i tabell 7-7 multipliceras med faktorn 0,8.

7.4.2.4. Broar byggda före 1901

K163672

För stål i broar byggda före 1901 ska värden enligt 1311 i tabell 7-7 multipliceras med faktorn 0,55.

7.4.2.5. Provattest

K224795

Om beställaren så anger ska resultat från provattester utvärderas.

K163674

Om uppgift om provattest avseende uppmätt hållfasthet finns ska f_{yk} - och f_{uk} -värdena bestämmas enligt SS-EN 1990, bilaga D. Verksattest likställs med provattest.

7.4.2.6. Provtagning

K224796

Om beställaren så anger ska materialprover tas ut och utvärderas.

K163676

Provtagning har gjorts i befintlig konstruktion genom att provstycken tagits ut i aktuell konstruktionsdel och därefter provats. I detta fall ska f_{yk} - och f_{uk} -värdena bestämmas enligt SS-EN 1990, bilaga D.

Råd

Proven bör tas ur fläns och liv för att undvika systematiska fel. Dessutom bör proven ha samma tjocklek.

7.4.3. Elasticitetsmodul och skjuvmodul

K163679

Val av elasticitetsmodul och skjuvmodul ska göras enligt SS-EN 1993-1-1.

7.4.4. Skjuvförbindare

K163681

I tabell 7-9 anges för svetsbult dimensioneringsvärden för skjuvkraftskapacitet, F_{rd} , i brottgränstillstånd samt kapacitet för skjuvkraftsvidd, F_{hrd} , vid beräkning med hänsyn till utmattning. Värdena gäller för broar dimensionerade enligt 1988 års vägtrafiklastbestämmelser till och med 2004 års vägtrafiklastbestämmelser samt 1990 års järnvägstrafiklastbestämmelser till och med 2008 års järnvägstrafiklastbestämmelser.


Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

Tabell 7-9 Dimensioneringsvärden för svetsbultar

Bulldiameter (mm)	F_{rd} (kN)	F_{hrd} (kN)			
		$n_t = 10^5$ $\kappa = 1$	$n_t = 4 \cdot 10^5$ $\kappa = 1$	$n_t = 1 \cdot 10^6$ $\kappa = 2/3$	$n_t = 1 \cdot 10^6$ $\kappa = 5/6$
19	77	22	14	15	12
22	100	30	19	20	16
25	127	38	24	26	21

Råd

Tabellens värden gäller för säkerhetsklass 3.

K224205

För broar dimensionerade för 2009 års trafiklastbestämmelser och senare ska karakteristiska hållfasthetsvärden hämtas från ursprunglig beräkning.

K224206

För andra typer av skjuvförbindare anges de karakteristiska hållfasthetsvärdena av beställaren.

7.4.5. Nitar

K163684

 För broar dimensionerade för 1947 års vägtrafiklastbestämmelser eller 1919 års järnvägstrafikbestämmelser och senare ska $f_{buk} = 330$ MPa tillämpas för nitar i nitförband.

K224207

 För broar dimensionerade tidigare än 1947 års vägtrafiklastbestämmelser eller 1919 års järnvägstrafikbestämmelser ska $f_{buk} = 270$ MPa tillämpas för nitar i nitförband.

K224208

För nitar ingående i skarv eller infästning av stång eller balk ska dimensioneringsvärdena på hållfastheten i brottgränstillstånd reduceras med 15 %.

7.4.6. Skruvförband

K163686

 Karakteristiska värdet på skruvars brotthållfasthet f_{buk} ska bestämmas enligt tabell 7-10.

Tabell 7-10 Karakteristiska hållfasthetsvärden för skruvar

Beteckning	f_{buk} (MPa)
Skruv 4.6	400
Skruv 8.8	800
Skruv 10.9	1000

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

7.5. Trä

K163688

Det hållfasthetsvärde som anges på ritning ska användas. Om inte något hållfasthetsvärde finns angivet ska hållfasthetsvärden motsvarande K24 respektive L30 användas.

K224209

Hållfasthetsvärden och styvhetsvärden för broar dimensionerade för 2004 års vägtrafikbestämmelse och tidigare ska bestämmas enligt tabell 7-11 samt tabell 7-12.

Tabell 7-11 Karakteristiska hållfasthetsvärden och styvhetsvärden (MPa) för beräkning av bärförmåga och styvhet hos konstruktionsvirke

Konstruktionsvirke	K12	K18	K24	K30	K35
<i>Hållfasthetsvärden</i>					
Böjning parallellt fibrerna f_{mk}	12	18	24	30	35
Dragning parallellt fibrerna f_{tk}	8	11	16	20	21
Dragning vinkelrätt fibrerna f_{t90k}	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Tryck parallellt fibrerna f_{ck}	14	17	23	29	30
Tryck vinkelrätt fibrerna f_{c90k}	7	7	7	7	7
Längsskjuvning f_{vk}^1	3	3	3	3	3
<i>Styvhetsvärden för bärförmågeberäkningar</i>					
Elasticitetsmodul E_{Rk}	4 200	5 100	6 900	8 700	9 000
Skjuvmodul G_{Rk}	300	350	450	600	610
<i>Styvhetsvärden för deformationsberäkningar</i>					
Elasticitetsmodul parallellt fibrerna E_k	8 000	9 000	10 500	12 000	13 000
Elasticitetsmodul vinkelrätt fibrerna E_{90k}	250	300	350	400	430
Skjuvmodul G_k	500	600	700	800	810

¹ Värden för tvärskjuvning ska sättas lika med halva värdet för längsskjuvning.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

Tabell 7-12 Karakteristiska hållfasthetsvärden och styvhetsvärden (MPa) för beräkning av bärförmåga och styvhet hos limträ och limmat konstruktionsvirke

	Limträ ²			Limmat konstruktionsvirke	
	L20	L30	L40	LK20	LK30
<i>Hållfasthetsvärden</i>					
Böjning parallellt fibrerna f_{mk}	24	26 ³	33 ³	24	30
Dragning parallellt fibrerna f_{tk}	16	17	23	16	20
Dragning vinkelrätt fibrerna f_{t90k}	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Tryck parallellt fibrerna f_{ck}	23	29	36	23	29
Tryck vinkelrätt fibrerna f_{c90k}	7	7	8	7	7
Längsskjuvning f_{vk} ¹	3	3	4 ⁴	3	3
<i>Styvhetsvärden för bärförmågeberäkningar</i>					
Elasticitetsmodul E_{Rk}	6 900	8 700	10 400	6 900	8 700
Skjuvmodul G_{Rk}	600	600	700	450	600
<i>Styvhetsvärden för deformationsberäkningar</i>					
Elasticitetsmodul parallellt fibrerna E_k	9 000	12 000	13 000	10 500	12 000
Elasticitetsmodul vinkelrätt fibrerna E_{90k}	300	400	450	350	400
Skjuvmodul G_k	600	800	850	700	800

¹ Värden för tvärskjuvning ska sättas lika med halva värdet för längsskjuvning.

² Angivna karakteristiska värden för limträ avser balktvärsnitt med höjden ≥ 600 mm.

³ Vid böjning med momentvektorn vinkelrätt mot limfogsplanen ska f_{mk} sättas till högst 26 MPa för L40 och högst 21 MPa för L30.

⁴ Angivet värde avser balkar med rektangulär sektion. För balkar med icke rektangulär sektion gäller $f_{vk} = 3$ MPa.

K224210

Karakteristiska materialvärden för broar som är dimensionerade enligt 2009 års vägtrafiklastbestämmelser och senare ska bestämmas enligt SS-EN 1995-1-1.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

7.5.1. Klimatklass

K163527

Vid tillämpning av klimatklasser ska konstruktionsdelar av trä hänföras till klimatklass 3. Under förutsättning att de är ventilerade ska följande konstruktionsdelar hänföras till klimatklass 2:

- konstruktionsdelar skyddade av brobaneplatta eller av tak
- brobaneplattor med tätskikt
- konstruktionsdelar skyddade av intäckning.

7.6. Aluminium**7.6.1. Hållfasthet**

K163691

För aluminiumkonstruktioner ska hållfasthetsvärden enligt ursprunglig beräkning tillämpas.

K224797

Om beställaren så anger ska resultat från provattester utvärderas.

K224211

Om det finns uppgift om en provattest avseende uppmätt hållfasthet ska värden på f_{yk} och f_{uk} bestämmas enligt SS-EN 1990, bilaga D.

K224798

Om beställaren så anger ska materialprover utvärderas.

K224212

Om provtagning har gjorts i befintlig konstruktion genom att provstycken tagits ut i den aktuella konstruktionsdelen och därefter provats ska värden på f_{yk} och f_{uk} bestämmas enligt SS-EN 1990, bilaga D.

Råd

Proven tas ur fläns och liv och bör ha samma tjocklek.


Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

7.7. Brolager

K163694

För brolager av stål ska, om materialparametrar saknas för aktuell bro, materialparametrar enligt 7.4 samt tabell 7-13 till 7-15 användas. Om aktuell stålsort inte finns med bestäms materialparametrarna i varje fall.

Tabell 7-13 Karakteristiska hållfasthetsvärden för SIS-stål

Hållfasthets- klass enligt SIS	f_{yk} [N/mm ²] Nominell tjocklek [mm]								f_{uk} [N/mm ²] Nominell tjocklek [mm]		
	≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 200	> 200 ≤ 300	≥ 3 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 300
1550	295	285	275	265	255	245	235	225	470	450	440
1650	335	325	315	305	295	275	265	255	570	550	540
1655	360	355	345	335	325	305	295	285	670	650	640

Tabell 7-14 Karakteristiska hållfasthetsvärden för gjutstål

Hållfasthets- klass	f_{yk} [N/mm ²]	f_{uk} [N/mm ²]
SIS 1305	200	380
SIS 1505	260	520
SIS1605	300	600

Tabell 7-15 Karakteristiska hållfasthetsvärden för stålgjutgods

Hållfasthets- klass	f_{yk} [N/mm ²]	f_{uk} [N/mm ²]
Stg 40	200	400
Stg 50	250	500
Stg 65	320	650

K224213

För brolager av gummi bestäms materialparametrarna i varje fall.

7.8. Grundläggning

Förutsättning

Använt material för grundläggning framgår av brons ritningar samt det geotekniska utlåtandet.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K185767

Utvärdering av karakteristiska värden ska göras enligt TRVINFRA-00230
"Geokonstruktion, Dimensionering och utformning" (Trafikverket).

Råd

För broar som är beräknade med "tillåtna påkänningar" avser befintliga uppgifter på ritningar om grundtryck och pållast vanligen beräknade värden.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

8 Lastförutsättningar

8.1. Allmänt

K163700

Uppdelningen i permanenta laster, variabla laster och olyckslaster bygger på de principer som är definierade i SS-EN 1990. De laster som anges i 8.2 – 8.4 ska betraktas som karakteristiska laster.

K224214

All bärighetsberäkning ska utföras med laster och lastkombinationer enligt detta kapitel.

8.2. Permanenta laster

8.2.1. Egentyngd

K163703

Med egentyngd ska avses den bärande konstruktionens tyngd inklusive räcken, spåranläggning etc. Till egentyngd ska inte ballast, beläggning eller överfyllnad räknas.

K223583

Vid beräkning av egentyngder ska tungheter enligt tabell 8-1 förutsättas.

Tabell 8-1 Tungheter

Material	Tunghet (kN/m ³)
Betong, oarmerad	22 (23)
Betong, armerad	24 (25)
Murverk av sten	27
Stål	77 (78)
Aluminium	27
Konstruktionsvirke Limträ	Se SS-EN 1991-1-1, bilaga A Se SS-EN 1991-1-1, bilaga A
Jord (motfyllning)	Enligt tabell 8-2

Värden inom parentes ska för betong tillämpas för broar dimensionerade enligt 2002 års trafiklastbestämmelser och senare. För stål ska värdena tillämpas för broar dimensionerade enligt 2009 års trafiklastbestämmelser och senare.

Råd

Värden på egentyngden för övriga material kan i många fall hämtas från ursprunglig beräkning eller tidigare bärighetsberäkning.

8.2.2. Beläggning och överfyllnad samt ballast

8.2.2.1. Beläggning

Förutsättning

Beställaren anger tjockleken på beläggningen.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K163707

Tungheten ska förutsättas vara 22 kN/m³ vid asfaltbeläggningar och 23 kN/m³ vid betongbeläggningar.

8.2.2.2. Överfyllnad på väg- samt gång- och cykelbroar*Förutsättning**Beställaren anger tjockleken på överfyllnaden.*

K163710

Med överfyllnad ska avses fyllning på broplattan utöver beläggningen.

K224823

Då beläggningstjockleken överstiger 0,15 m ska den överstigande tjockleken anses vara överfyllnad.

K224824

För överfyllnad ska tungheten 20 kN/m³ användas.

8.2.2.3. Ballast på järnvägsbroar*Förutsättning**Beställaren anger tjockleken på ballasten.*

K163713

Ballastens tunghet ska förutsättas vara 18 kN/m³.

8.2.3. Jordtryck**8.2.3.1. Allmänt**

K163716

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

Jordtrycket ska beräknas med hänsyn tagen till jordens beskaffenhet, grundvattennivåer, den stödjande konstruktionens utformning och styvhet samt rörelsemöjligheter.

*Råd**Det jordtryck en konstruktion utsätts för är orsakat av jordens egentyngd.**En ökning av jordtrycket på grund av en konstruktions rörelse mot fyllningen hänförs alltid till det eller de på konstruktionen verkande lastfall, som ger upphov till denna rörelse. Lastantaganden för detta lastfall och för överlast anges i 8.3.2.4, 8.3.3.3.4, 8.3.4.4 respektive 8.3.5.*

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

8.2.3.2. Tungheter och jordtryckskoefficienter

K163719

För motfyllning av stenmaterial samt lättklinker och cellplast ska tungheter och jordtryckskoefficienter enligt tabell 8-2 användas. Om materialet inte är känt ska det förutsättas att det har egenskaper motsvarande sand.

Tabell 8-2 Tungheter och jordtryckskoefficienter

Material	Tunghet		Koefficienter för jordtryck		
	över grundvattenytan	under grundvattenytan	vilo-jordtryck K_o	aktivt jordtryck K_a	passivt jordtryck K_p
Krossad sprängsten	18	11	0,34	0,17	5,83
Förstärkningslagermaterial	22	12	0,29	0,22	4,60
Sprängsten	17	10	0,29	0,17	5,83
Grus	19	12	0,40	0,25	4,02
Sand	18	11	0,43	0,27	3,70
Lättklinker	5	0	0,43	0,27	-
Cellplast	1	0	0,14	0,05	-

8.2.3.3. Vilojordtryckets horisontella komponent

K163721

Vilojordtryckets horisontella komponent av jordtryckets intensitet vid horisontell markyta ska beräknas med koefficienter enligt tabell 8-2.

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

8.2.3.4. Valvbildning i slänt

K163723

Vid bestämning av jordtryck mot 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 8-3 angivna gränsvärdet.

Tabell 8-3 Gränsvärden för släntlutning

Fyllning	Släntlutning
Sprängsten	1:1,3
Grus	1:1,7
Sand	1:2

Råd

Pelare till plattbroar är ett exempel på en uppdelad konstruktion.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K223584

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

K223585

Vid brantare släntlutning än det i tabell 8-3 angivna gränsvärdet ska den uppdelade konstruktionen, 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 tre gånger den sammanlagda bredden av den uppdelade konstruktionen
- B summan av pelarbredderna, ökad med halva summan av de fria avstånden mellan de uppdelade konstruktionerna

Bredden B ska högst ges värde lika med stödets (brobaneplattans) totala bredd.

K223586

Eventuell valvbildning i höjddled ska beaktas på principiellt likartat sätt som ovan.

8.2.3.5. Eftergivlighet

K163726

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

8.2.4. Vattentryck

K163728

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

Råd

Vattentrycket är uppdelat i två delar. En del räknas som permanent last och anges under 8.2.4. Den del som räknas som variabel last anges under 8.3.12.

8.2.5. Stödförskjutning

K163731

Om beställaren så anger ska stödförskjutning medräknas.

8.2.6. Betongens krympning

K163733

Inverkan av krympning ska beaktas i spännbetongbroar och samverkansbroar.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

8.2.7. Spännkraft

K163735

SS-EN 1992-1-1 ska tillämpas. För spännarmering av tråd eller lina ska klass 1 tillämpas för broar byggda 1978 och tidigare och klass 2 för övriga. Friktionsvärdena μ och k ska hämtas från ursprunglig beräkning. Om dessa inte finns angivna ska $\mu = 0,25$ och $k = 0,0030$ användas.

Varaktigheten för temperatur ska sättas till fem dagar.

Råd

Uppgifter i spännlistor kan ge värdefulla underlag till beräkningen.

8.2.8. Påhängslast pålar

K163737

Om beställaren så anger ska inverkan av påhängslaster beaktas.

Råd

Vägledning för hur påhängslaster beaktas kan hämtas från TRVINFRA-00230 "Geokonstruktion, Dimensionering och utformning" (Trafikverket).

8.3. Variabla laster**8.3.1. Allmänt**

K163741

Med variabla laster avses lasterna i detta avsnitt, varvid var och en av dessa betraktas som en last.

8.3.2. Trafiklast - vägbroar**8.3.2.1. Allmänt**

K163744

Med trafiklast ska avses trafikens inverkan i vertikal och horisontell riktning på vägbana, vägren, gångbana och cykelbana.

8.3.2.2. Vertikal trafiklast**8.3.2.2.1. Typfordon**

K163747

Inverkan av fordon ska beräknas på grundval av i kapitel 19, bilaga 1, angivna typfordon.

K224830

Den jämnt utbredda lasten q i kapitel 19, bilaga 1, ska sättas till 0 alternativt 5 kN/m och är jämnt fördelad över lastfältets bredd.

K224831

Om bron är belägen på motorväg ska avståndet i typfordon j, k och l sättas till 25,0 m och till 45,0 m annars. Vid beräkning av nya broar ska dock avståndet alltid sättas till 25,0 m.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

Råd

På motorvägar kan kolonnkörning bli aktuellt. Med kolonnkörning menas när flera fordonståg åker efter varandra med korta avstånd.

K223617

Varje bärverksdel ska kontrolleras för det typfordon som ger ogynnsammaste inverkan.

K223616

Typfordonen ska förutsättas belasta med vägbanans längdriktning parallella ytor, kallade lastfält, vardera med bredden 3 m. Typfordonens axlar är alltid centriskt placerade inom lastfältet.

K223615

Lastfältens antal och placering ska i varje enskilt fall väljas så att ogynnsammaste inverkan erhålls. Antalet lastfält med typfordon ska vara högst två. Ena lastfältets typfordon ska multipliceras med faktorn 1,0 och det andra lastfältets typfordon med faktorn 0,8. Övriga lastfält ska ha en jämnt fördelad last q . Denna ska vara 0 alternativt 5 kN/m och är jämnt fördelad över lastfältets bredd.

Antalet lastfält ska vara lika med det antal som ryms inom vägbanorna, dock högst fyra.

K223614

Vid broar som trafikerar i mer än ett plan, t.ex. slutna plattrambroar, ska begränsningarna avseende antalet lastfält och antalet lastfält med typfordon gälla för respektive plan.

K223613

Vid lokal analys ska hjullasterna spridas. För broar med betong- eller träplatta ska spridningen göras till mitten av plattan. För stål- och aluminiumdäck ska spridningen endast göras till däckets överkant. Lutningen ska antas vara 1:1.

K223612

Vid global analys ska axellasterna spridas i längdled. Spridningen ska göras ned till plattans överkant om tjockleken av beläggning och överfyllnad överstiger 0,15 m.

Lutningen ska antas vara 1:1 för broar dimensionerade för 1975 års vägtrafiklastbestämmelser och tidigare och 2:1 för övriga broar.

8.3.2.2.2. Dynamiskt tillskott

K163750

Dynamiskt tillskott D enligt uttryck (8-1) ska läggas till samtliga punktlaster enligt 8.3.2.2.1 vid beräkning i längd- och tvärled. Det dynamiska tillskottet ska maximeras till 35 %.

$$D = \frac{180 + 8(v - 10)}{20 + L} [\%] \quad (8-1)$$

där

L bestäms enligt kapitel 20, bilaga 2

v ska sättas till 80 km/h



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K223618

För snedvinkliga plattbärverk ska det dynamiska tillskottet som används för beräkning i längdled även användas vid beräkning i tvärled.

K223619

Då tjockleken av beläggning och överfyllnad tillsammans överstiger 0,5 m ska det dynamiska tillskottet minskas. Vid tjockleken 3,0 m ska det dynamiska tillskottet sättas till 0. För tjocklekar mellan 0,5 och 3,0 m ska rätlinjig interpolation tillämpas.

8.3.2.2.3. Hjullast

K163752

Hjullastens utbredning ska i tvärled sättas till 0,3 m och i längdled till 0,2 m.

K224833

Centrumavståndet mellan hjullasterna ska förutsättas variera godtyckligt mellan 1,7 m och 2,3 m.

K223620

Vid beräkning av framkomligheten i vägbanemitt ska centrumavståndet mellan hjullasterna förutsättas vara 2,0 m.

8.3.2.2.4. Utmattningslast

K163754

I längdled ska som utmattningslast förutsättas ett lastfält belastat med ett av typfordonen enligt kapitel 19, bilaga 1. I detta fall ska typfordonet anses bestå av endast punktlaster och ska placeras så att största spänningsvidd erhålls för betraktad bärverksdel.

K223622

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

K223621

Vid bärighetsberäkning av öppningsbara broar ska ett av nedanstående alternativ tillämpas.

1. Lastkollektiv av trafiklast och lastkollektiv av broöppning överlagras enligt Palmgrens delskadehypotes. För broöppning ska $\kappa = 1$ och $n_t = 10^5$ tillämpas.
2. Lastkollektiven för broöppning och trafiklast beräknas var för sig, varvid summan av de båda kvoterna mellan aktuell spänningsvidd, σ_{rd} , och dimensionerande spänningsvidd, f_{rd} , ska uppgå till högst 1,2.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

8.3.2.2.5. Vridning

K163756

Vid bärighetsberäkning med hänsyn till vridning förutsätts x lastfält belastat med ett av typfordonen enligt kapitel, 19 bilaga 1. Typfordonet ska placeras så att störst vridning erhålls för belastad bärverksdel.

För broar byggda för 1947 års vägtrafiklastbestämmelser och senare ska x sättas till 2.

Multiplikation enligt 8.3.2.2.1 ska göras. För övriga broar ska x sättas till 1.

I detta fall ska centrumavståndet mellan hjullasterna förutsättas vara 2,0 m.

8.3.2.2.6. Gång- och cykelbana

K163758

Vid beräkning av bärighet för vägbanor ska en gång- och cykelbana belastas med en ytlast q_{fk} enligt uttryck (8-2) till (8-4).

$$q_{fk} = 2 + \frac{160}{L + 30} \quad (8-2)$$

$$q_{fk} \geq 2,5 \text{ kN/m}^2 \quad (8-3)$$

$$q_{fk} \leq 4,0 \text{ kN/m}^2 \quad (8-4)$$

där

L belastad längd, dock högst lika med två gånger den längsta spännvidden.

K223623

Gång- eller cykelbana som är förlagd i samma plan som vägbanan och som inte är avskild med räcke ska i belastningshänseende räknas som vägbanan.

K224055

Körbar gång- och cykelbana som är förlagda i annat plan än vägbanan eller avskilda med räcke ska belastas med typfordon och utbredd last enligt 8.3.4.2.1 och 8.3.4.2.2.

8.3.2.3. Bromskraft, sidokraft och centrifugalkraft

8.3.2.3.1. Bromskraft

K163761

Inverkan av typfordonens bromsning och acceleration ska anses motsvara en horisontalkraft (bromskraft) som bestäms till x gånger tyngden, utan dynamiskt tillskott, av det tyngsta typfordonets punktlaster.

$x = 0,35$ för broar dimensionerade enligt 1975 års vägtrafiklast och senare.

$x = 0,25$ för övriga broar.

Råd

Med det tyngsta typfordonet avses det typfordon där summan av B blir störst för de axlar som får plats på brolängden.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K223625

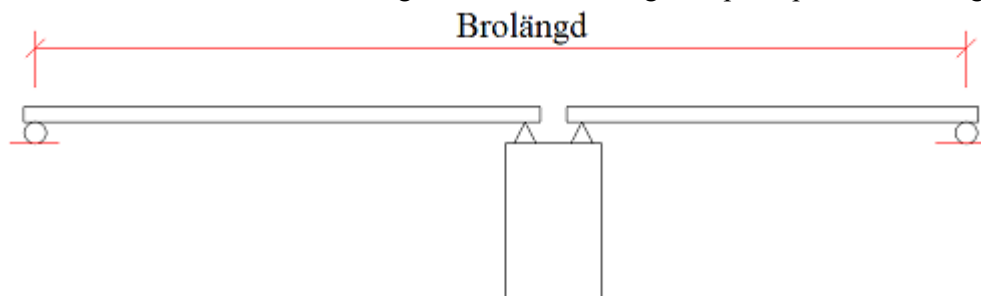
Då beläggningen och överfyllnaden tillsammans har en tjocklek som överstiger 0,5 m ska inverkan av bromskraften minskas. Vid tjockleken 3,0 m ska inverkan av bromskraften sättas till 0. För tjocklekar mellan 0,5 m och 3,0 m ska inverkan av bromskraften bestämmas genom rätlinjig interpolering.

K223628

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

K223627

Vid bestämning av bromskraften avses med brolängd avståndet mellan närliggande fogar som inte överför horisontalkraft. För bärverksdelar som kan belastas av bromskraft från två eller flera brodelar ska brolängden bestämmas enligt den princip som visas i figur 8-1.



Figur 8-1 Bestämning av brolängd

K223626

Vid kontroll av sådan konstruktionsdel som förutsätts belastad av endast en axellast, ska bromskraften antas vara 70 kN och uppdelad i två delkrafter om 35 kN med centrumavståndet 2,0 m.

Råd

Bromskraften kan anses jämnt fördelad på hela brobredden.

8.3.2.3.2. Sidokraft

K163764

Vid bärighetsberäkning av en överbyggnad ska sidokraft endast medräknas för bågbroar.

K223629

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 8.3.2.3.1.

K223630

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



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

8.3.2.3.3. Centrifugalkraft

K163766

Vid bärighetsberäkning av en överbyggnad ska centrifugalkraft inte medräknas.

K223631

Inverkan av centrifugalkraft från typfordonen ska anses motsvara en horisontell kraft Q_{tk} .
Denna ska bestämmas enligt uttryck (8-5).

$$Q_{tk} = \frac{40}{R} \cdot V \text{ (kN)} \quad (8-5)$$

dock högst $0,2 \cdot V \text{ (kN)}$

där

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

Centrifugalkraften ska hänföras till det lastfall som ger upphov till denna.
Då R är minst 1 500 m ska hänsyn till centrifugalkraft inte tas.

*Råd**Centrifugalkraften kan förutsättas verka i nivå med beläggnings överkant.***8.3.2.4. Last på vägbank (överlast)**

K163769

Överlasten ska bestämmas genom att typfordonen ställs ut på vägbanan i vägens
längdriktning precis bakom brons ytterstöd.

K224827

Varje typfordons respektive axellast sprids genom jorden. Lutningen ska antas vara 1:1
för broar dimensionerade enligt 1975 års vägtrafiklastbestämmelser och tidigare och 2:1
för övriga broar.

K224828

Spridning ska göras både i längdled och i tvärled.

K224829

Spridningen i tvärled ska begränsas till brons bredd.

K223633

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

K224826

Vid uppdelad stödkonstruktion ska hänsyn tas till valvbildning enligt 8.2.3.4.

K224825

Vid bärighetsberäkning av en överbyggnad ska endast dubbelsidig överlast medräknas.

K223634

Vid bärighetsberäkning av ett grusskift ska överlasten sättas till 5 kN/m².

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

8.3.3. Trafiklast - järnvägsbro**8.3.3.1. Allmänt**

K163778

Med trafiklast avses trafikens inverkan på bron i vertikal och horisontell riktning.

8.3.3.2. Vertikal trafiklast**8.3.3.2.1. Allmänt**

K163781

Inverkan av vertikal trafiklast ska beräknas för nedan angivna tåglaster TLM1, TLM2, TLM3 respektive TLM4:

- Axellasten för tåglasten TLM1 (Q_1) beräknas med vagnsgeometri enligt tabell 8-5 inklusive dynamikfaktorer enligt 8.3.3.2.5 vid hastigheten $v = 120$ km/h.
- Axellasten för tåglasten TLM2 (Q_2) beräknas med vagnsgeometri enligt tabell 8-5 inklusive dynamikfaktorer enligt 8.3.3.2.5 vid hastigheten $v = 120$ km/h.
- För broar belägna längs Malmbanan ersätter tåglast TLM3 tåglasten TLM2. Axellasten för tåglast TLM3 (Q_3) beräknas med vagnsgeometri enligt tabell 8-5 inklusive dynamikfaktor enligt 8.3.3.2.5 vid hastigheten $v = 60$ km/h.
- För kontinuerliga broar kompletterar tåglast TLM4 tåglasten TLM1 och TLM2. Axellasten för tåglast TLM4 (Q_4) beräknas med vagnsgeometri enligt tabell 2-5 inklusive dynamikfaktor enligt 8.3.3.2.5 vid hastigheten $v = 30$ km/h.
- Största tillåtna linjekategorin av A - E5 bestäms med utformning enligt TDOK 2014:0078 "Linjekategorier - hantering av samverkan mellan järnvägsfordons axellaster och infrastruktur" (Trafikverket). I de fall där TLM3 ersätter TLM2 ska även linjekategorierna G₁₂ och H₁₃ kontrolleras. Linjekategorin bestäms vid hastigheten $v = 120$ km/h för TLM1 och TLM2 och $v = 60$ km/h för TLM3. Dynamikfaktor bestäms enligt 8.3.3.2.5.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

Råd

Med Malmbanan avses här de sträckor som trafikeras med malmtransporter dvs. bandelar enligt tabell 8-4.

Tabell 8-4 Malmbanan

Bandel	Omfattning
111	Peuravaara – Riksgränsen
112	Kiruna malmbangård - Peuravaara
113	Gällivare – Peuravaara
114	Gällivare – Koskullskulle
116	Råtsi – Svappavaara
117	Murjek - Gällivare, Koijuvaara – Aitik
118	Buddbyn – Murjek
119	Boden C – Luleå
120	Buddbyn – Boden C – Bodens S
122	Luleå inkl. mbg

Om aktuellt objekt klarar en linjekategori, exempelvis E4, behöver kontroll inte utföras för linjekategorier med lägre axellaster, exempelvis D2.

Utöver de nämnda tåglasterna kan en beräkning i vissa fall kompletteras med alternativa tåglaster, till exempel kan detta vara aktuellt på banor med tung trafik.

K223637

Vagnar enligt tabell 8-5 ska kopplas samman på ogynnsammaste sätt och kombineras med tomvagnar med samma vagnslängd och axellasten 50 kN. Detta krav gäller inte för tåglasten TLM4. Endast vagnar av samma tåglast enligt tabell 8-5 ska kopplas samman.

K224294

För broar med fler än två spår bestäms tåglasten i varje fall.

K223636

Broar med två spår ska vid beräkning av TLM1, TLM2 och TLM3 beräknas för tåglast på båda spåren.

K224295

Broar med två spår ska vid beräkning av tåglast TLM4 beräknas med en linjelast av 64 kN/m. Linjelasten ska dock sättas till 0 kN/m om det ger ogynnsammare inverkan.

K223635

Om beställaren så anger ska beräkningen kompletteras med alternativa tåglaster.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

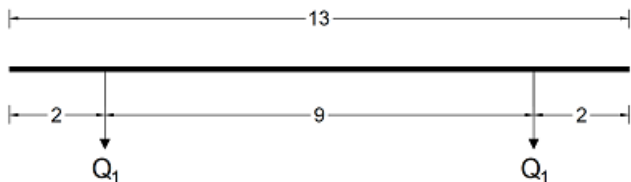
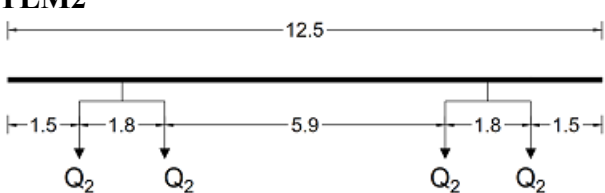
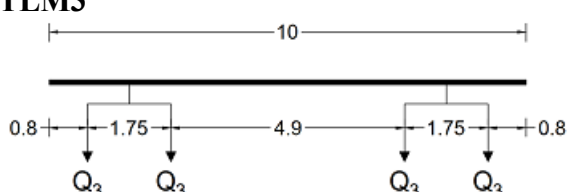
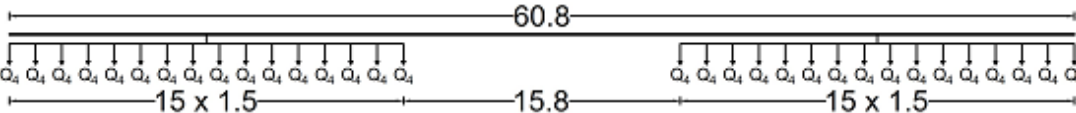
1.0

8.3.3.2.2. Tåglast

K163784

Vagneometri för tåglasterna TLM1, TLM2, TLM 3 och TLM4 framgår av tabell 8-5.

Tabell 8-5 Vagneometri för tåglast TLM1, TLM2, TLM3 och TLM4. Mått i m.

TLM1 
TLM2 
TLM3 
TLM4 

8.3.3.2.3. Tåglastens placering i tvärlädd

K163786

Uppmätt avvikelse mellan centrumlinje bro och spårmittpå grund av spårjustering ska beaktas. Om uppmätt värde saknas ska minst 0,10 m användas.

K224320

Om spårjustering inte är möjlig på grund av bronns utformning ska minst 0,05 m användas

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

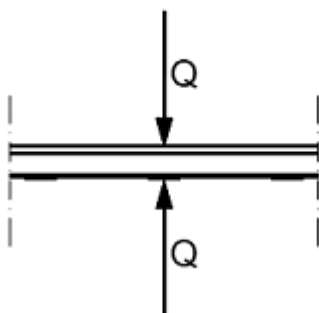
Råd

För bro med platta bärande i längdled och försedd med ballast kan vanligen avståndet mellan spårmittpunkt och fast hinder i höjd med RÖK med hänsyn till eventuell spårrombyggnad antas kunna minskas till 2,12 m.

8.3.3.2.4. Axellasters fördelning

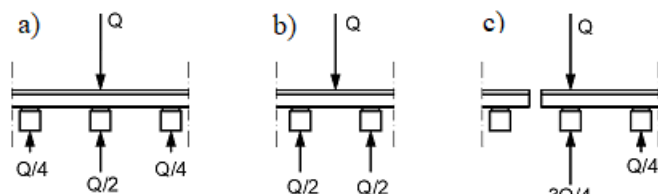
K163789

Axellast mot räler med direkt infästning i stålkonstruktion ska antas vara fördelad i spårets riktning enligt figur 8-2.


Figur 8-2 Fördelning av axellast mot räler med direkt infästning i stålkonstruktion

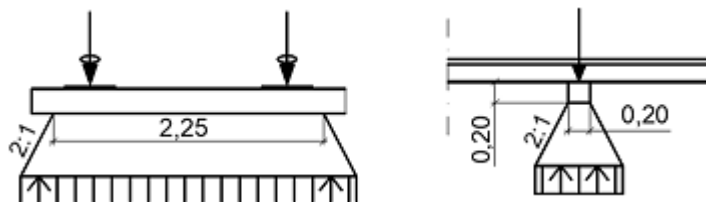
K221247

Axellast mot räler på sliprar ska antas vara fördelad i spårets riktning enligt figur 8-3.


Figur 8-3 Fördelning av axellast mot räler på sliprar

K221248

Vid sliper i ballast ska lasten antas vara fördelad enligt figur 8-4.


Figur 8-4 Lastfördelning vid sliper i ballast. Mått i m
Råd

Vid spår i ballast är sliperavståndet normalt 0,65 m. Vid räler på brosliprar direkt upplagda på stålbalkar är sliperavståndet normalt 0,45 m.

8.3.3.2.5. Beräkning av dynamikfaktorer

K163792

Tåglast enligt 8.3.3.2.2 ska multipliceras med en dynamikfaktor, D , enligt nedan.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K224321

Dynamikfaktorn ska inte medräknas om den ger gynnsam inverkan.

K223678

För snedvinkliga plattbärverk ska den dynamikfaktorn som används för beräkning i längdled användas även vid beräkning i tvärled.

K223679

Om avståndet h mellan RUK och brobaneplattans överyta överstiger 1,0 m ska dynamikfaktorn minskas enligt uttryck (8-6).

$$\Delta d = 0,1 \cdot (h - 1,0) \quad (8-6)$$

Den reducerade dynamikfaktorn ska vara minst 1,0.

K223680

Bottenplatta ska beräknas med dynamikfaktor. Markpåkänning, pållast vid pålgrupp med minst fyra pålar samt deformationer ska beräknas utan dynamikfaktor.

K224834

Tåglasten ska multipliceras med en dynamikfaktor som är en funktion av bestämmande längd och tåghastighet enligt uttryck (8-7) till (8-14).

$$D = 1 + \varphi = 1 + \varphi' + 0,5 \varphi'' \quad (8-7)$$

$$\varphi' = \frac{k}{1-k+k^4} \text{ för } k < 0,76 \quad (8-8)$$

$$\varphi' = 1,325 \text{ för } k \geq 0,76 \quad (8-9)$$

där

$$k = \frac{v}{2 \cdot L \cdot n_0} \quad (8-10)$$

$$\varphi'' = \frac{\alpha}{100} \cdot \left[56 \cdot e^{-\left(\frac{L}{10}\right)^2} + 50 \cdot \left(\frac{n_0 \cdot L}{80} - 1\right) \cdot e^{-\left(\frac{L}{20}\right)^2} \right] \quad (8-11)$$

$$\varphi'' \geq 0 \quad (8-12)$$

med

$$\alpha = v / 22 \text{ om } v \leq 22 \text{ m/s} \quad (8-13)$$

$$\alpha = 1,0 \text{ om } v > 22 \text{ m/s} \quad (8-14)$$

där

 v maximalt tillåten tåghastighet [m/s]

 n_0 lägsta egenfrekvensen för bron endast belastad med permanenta laster [Hz]

 L bestämmande längden i m enligt kapitel 20 bilaga 2

 α koefficient för hastighet

Om inte lägsta egenfrekvensen är känd ska φ' och φ'' bestämmas för övre och undre värdet på egenfrekvensen n_0 enligt uttryck (8-15) till (8-17).

Det övre värdet på n_0 ges av uttryck (8-15).

$$n_0 = 94,76 \cdot L^{-0,748} \quad (8-15)$$

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

Det undre värdet på n_0 ges av uttryck (8-16) - (8-17).

$$n_0 = 80 / L \text{ för } 4 \text{ m} \leq L \leq 20 \text{ m} \quad (8-16)$$

$$n_0 = 23,76 \cdot L^{-0,592} \text{ för } 20 \text{ m} < L < 100 \text{ m} \quad (8-17)$$

Det värde på n_0 , enligt uttryck (8-15) eller uttryck (8-16) och (8-17), som ger högst värde på D enligt uttryck (8-7) ska tillämpas.

K223677

Endast snittstorheter och lagerreaktioner som härrör från tåglastens inverkan ska multipliceras med dynamikfaktorn. Övriga laster (broms- och accelerationskraft, sidokraft, centrifugalkraft, friktionskraft) ska inte påverkas.

8.3.3.2.6. Bestämmande längd vid beräkning av dynamikfaktor

K163794

Bestämmande längd vid beräkning av dynamikfaktor ska bestämmas enligt kapitel 20, bilaga 2.

8.3.3.2.7. Utmattningslast

K163796

Utmattningsberäkning ska utföras för linjekategorierna E4, D2, C2 respektive A, utom för broar belägna längs Malmбанan där beräkningen ska utföras för linjekategorierna G₁₂ och H₁₃, vid beräkning med typiserat spänningskollektiv eller för laster enligt kapitel 22, bilaga 4.

Råd

Utformning av linjekategorier framgår av TDOK 2014:0078 "Linjekategorier - hantering av samverkan mellan järnvägsfordons axellaster och infrastruktur" (Trafikverket).

K223638

Vid dubbelspår ska utmattning med tåglast enbart räknas på ett spår.

K223639

Karaktäristisk utmattningshållfasthet vid typiserat spänningskollektiv ska bestämmas med kollektivparametern $\kappa = 5/6$ för Malmбанan och $\kappa = 2/3$ för övriga banor, varvid antal spänningscykler ska antas vara:

- $1 \cdot 10^6$ spänningscykler för huvudbärverk med bestämmande längd ≥ 12 m (Malmбанan)
- $1 \cdot 10^6$ spänningscykler för huvudbärverk med bestämmande längd ≥ 6 m (övriga banor)
- $10 \cdot 10^6$ spänningscykler för huvudbärverk med bestämmande längd < 12 m samt sekundärbärverk (Malmбанan)
- $10 \cdot 10^6$ spänningscykler för huvudbärverk med bestämmande längd < 6 m samt sekundärbärverk (övriga banor)

K223640

Om beställaren så anger ska även utmattningsanalys enligt kapitel 22, bilaga 4 utföras.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

8.3.3.3. Trafiklastens inverkan i horisontalld**8.3.3.3.1. Broms- och accelerationskraft**

K163799

Broms- och accelerationskraft ska antas vara jämnt fördelad på belastad längd och verka i jämnhöjd med RÖK i spårmitt i spårets riktning. Broms- och accelerationskrafter ska vara kopplade till tillhörande vertikal trafiklast enligt 8.3.3.2.

K223642

Broms- och accelerationskraft av tåglast enligt tabell 8-5, ska räknas som 1/7 av den på bron verkande tåglasten med axellasten 300 kN för TLM1 och TLM2, dock högst 4000 kN, samt 350 kN för TLM3, dock högst 6000 kN.

K224299

Broms- och accelerationskraft ska inte beaktas för tåglast TLM4.

K223643

Broar med fler än ett spår ska beräknas för bromskraft eller accelerationskraft på ett spår och för accelerationskraft på ytterligare ett spår.

K223644

På grund av samverkan mellan bron och spåröverbyggnaden överförs en del av broms- och accelerationskrafterna till bankroppen utanför bron. För broar med ballast och spår av genomgående helsvetsade räler (inga dilatationsanordningar) ska framräknade broms- och accelerationskrafter reduceras med 50 %, dock högst 600 kN. Vid broar med dilatationsanordning endast vid ena broänden ska krafterna reduceras med 25 %, dock högst 300 kN.

K223645

Broms- och accelerationskraft mot påldäck ska reduceras genom multiplikation med en faktor enligt uttryck (8-18).

$$(6,2 - h) / 5,4 \quad (8-18)$$

där

h avståndet mellan RÖK och påldäckets överyta

Reduktionen får endast göras om krafterna kan överföras och upptas av anslutande bank.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

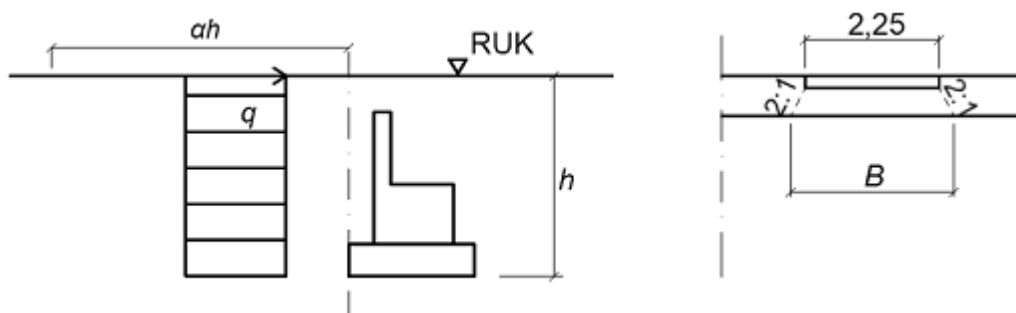
Ej känslig

Version

1.0

K223646

Broms- och accelerationskraft mot frontmur och liknande konstruktioner ska antas härröra från en längd av ah i spårets riktning från ett vertikalkplan genom konstruktionsdelens bakre kant/yta, där h är avståndet mellan RUK (rälsunderkant) och konstruktionens underyta. Faktorn α bestäms med hänsyn till motfyllningens materialegenskaper. Utan särskild beräkning får α sättas till 1,5. Denna kraft ska inte antas belasta en konstruktionsdel som påverkas av bromskraft från överbyggnaden. Broms- och accelerationskraften får antas påverka frontmuren enligt figur 8-5.



Figur 8-5 Broms- och accelerationskraft mot frontmur. Mått i m

K223647

Vid broar med fritt upplagd brobaneplatta och överbyggnadslängd kortare än 10 m och med helsvetsade räler i ballast behöver bromskraft och accelerationskraft inte medräknas. Även om brobanan är kortare än 10 m ska frontmur belastas med bromskraft enligt föregående stycke.

K223648

Vid beräkning av broms- och accelerationskraft med eventuell reduktion, betraktas varje konstruktionsdel, t.ex. landfäste och överbyggnad, var för sig.

8.3.3.3.2. Sidokraft

K163801

Broar utan ballast ska beräknas för en vinkelrätt mot spåret i jämnhöjd med RÖK verkande enstaka fri sidokraft. Sidokrafterna som ska kontrolleras är 80 kN respektive 40 kN.

8.3.3.3.3. Centrifugalkraft

K163803

Centrifugalkraft ska antas verka på 1,8 m höjd över RÖK.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K224322

Centrifugalkraftens påverkan fås ur vertikal tåglast multiplicerad med faktorn C enligt uttryck (8-19).

$$C = \frac{v^2}{127 \cdot R} \quad (8-19)$$

där

 v hastighet [km/h] R kurvradie [m]

K223649

Centrifugalkraft av tåglaster enligt tabell 8-5 ska bestämmas utgående från:

- hastigheten 120 km/h samt axellasten 300 kN för TLM1 och TLM2
- hastigheten 60 km/h samt axellasten 350 kN för TLM3
- hastigheten 30 km/h samt axellasten 200 kN för TLM4

K223650

Faktorn C ska sättas till 0 om detta ger ogynnsammare inverkan. Centrifugalkraft och sidokraft ska antas kunna verka samtidigt.

K223651

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

8.3.3.3.4. Tågöverlast

K163805

Horisontellt jordtryck av överlast ska beräknas utgående från tåglast enligt tabell 8-6.

Tabell 8-6 Jordtryck av överlast vid olika tåglaster

Tåglast enligt 8.3.3.1	Last [kN/m]
TLM3	200
TLM1, TLM2, TLM4	140

K224323

Överlasten bakom landfäste, ramben eller liknande konstruktion ska antas motsvara en jämnt fördelad ytlast p_t .

K224324

På djupet h meter under RUK ska överlasten antas vara jämnt fördelad på en bredd av $h + 2,25$ m centriskt under spårmitt (lastspredning 2:1). Om ogynnsammare inverkan erhålls, ska överlasten fördelas på en bredd av $2h + 2,25$ m (lastspredning 1:1). Vid fler än ett spår ska dock hälften av överlasten mellan spåren vara fördelad på en bredd av högst 2,25 m (= halva spåravståndet) från spårmitt.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K224325

Överlasten ska antas ge upphov till ett jordtryck i horisontalld mot en vertikal yta enligt uttryck (8-20).

$$p = K \cdot p_t \quad (8-20)$$

$$K = K_0, \text{ alternativt } K_a$$

K223652

Jordtryck mot landfäste av tåglast får inte antas verka på större bredd än landfästets. Vid uppdelad stödkonstruktion ska hänsyn tas till valvbildning enligt 8.2.3.4.

8.3.4. Trafiklast – gång- och cykelbroar

8.3.4.1. Allmänt

Förutsättning

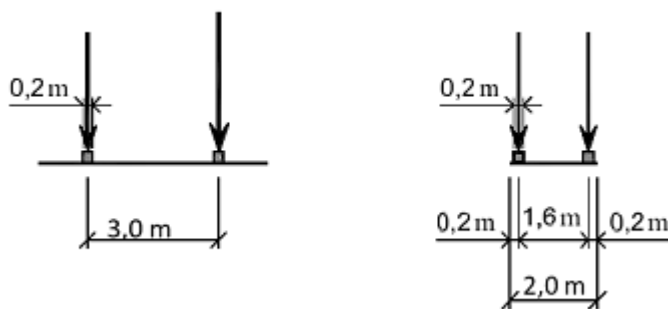
Med trafiklast avses trafikens inverkan i vertikal och horisontell riktning på en gång- och cykelbro.

8.3.4.2. Vertikal trafiklast

8.3.4.2.1. Typfordon

K163811

För broar där brobanan är förlagd i samma plan som en anslutande gång- och cykelväg eller via en körbar ramp är ansluten till en väg, ska inverkan av fordon beräknas på grundval av i figur 8-6 angivet typfordon. Endast ett typfordon ska belasta bron.



Figur 8-6 Typfordon

K223683

Typfordonets tyngd anges med parametern R. Fordonet består av två axellaster om 0,3 R respektive 0,7 R med axelavståndet 3,0 m. Axellasterna består av två hjullaster om 0,15 R respektive 0,35 R med ett centrumavstånd av 1,6 m. Hjullastens lastyta är en kvadrat med 0,2 m sida. Bredden på typfordonet är 2,0 m. Dynamiska effekter ska anses ingå i axellasterna.

K223684

Vid lokal analys ska hjullasterna spridas. För broar med betong- eller träplatta ska spridningen göras till mitten av plattan. För stål- och aluminiumdäck ska spridningen endast göras till däckets överkant. Lutningen ska antas vara 1:1.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K223685

Vid global analys ska axellasterna spridas i längdled. Spridningen ska göras ned till plattans överkant om tjockleken av beläggning och överfyllnad överstiger 0,15 m. Lutningen ska antas vara 1:1 för broar dimensionerade för 1975 års vägtrafiklastbestämmelser och tidigare och 2:1 för övriga broar.

8.3.4.2.2. Ytlast

K163813

Alla gång- och cykelbroar ska belastas med en ytlast p kN/m². Ytlasten ska inte antas belasta bron samtidigt som typfordonet.

8.3.4.3. Bromskraft

K163815

Gång- och cykelbroar ska beräknas för en bromskraft som uppgår till 50 kN. Gång- och cykelbroar, som inte beräknas för inverkan av typfordon, ska dock beräknas för en horisontalkraft av 10 kN.

K223689

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

K223690

Då beläggningen och överfyllnaden tillsammans har en tjocklek som överstiger 0,5 m ska inverkan av bromskraften minskas. Vid tjockleken 3,0 m ska inverkan av bromskraften sättas till 0. För tjocklekar mellan 0,5 m och 3,0 m ska inverkan av bromskraften bestämmas genom rätlinjig interpolering.

*Råd**Bromskraften kan anses jämnt fördelad på hela brobredden.***8.3.4.4. Last på vägbank (överlast)**

K163818

Med last på vägbank ska avses en tillfällig last på vägen intill konstruktionen, vanligen trafiklast. Överlasten ska, för broar som beräknas för typfordon antas ha en intensitet $p_t = 10$ kN/m². För övriga broar ska p_t antas vara 4 kN/m².

K223686

Överlasten ska antas ge upphov till ett tryck i horisontal led, som mot en vertikal yta beräknas enligt uttryck (8-21).

$$p = K_0 \cdot p_t \quad (8-21)$$

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

K223687

Vid uppdelad stödkonstruktion ska hänsyn tas till valvbildning enligt 8.2.3.4.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K223688

Vid bärighetsberäkning av en överbyggnad ska endast dubbelsidig överlast medräknas.

8.3.5. Ökat jordtryck orsakat av konstruktionsdels rörelse mot jord

K163820

Vid bärighetsberäkning av ramkonstruktioners överbyggnad ska ökat jordtryck förorsakat av bromskraft och jämn temperaturändring inte beaktas.

K224326

De ökade jordtrycken enligt 8.3.5.1 och 8.3.5.2 ska hänföras till det lastfall, som ger upphov till rörelserna.

K224327

Om förskjutningen δ orsakas av temperaturändring, ska δ svara mot förskjutningen av temperaturskillnaden $T^+ - T^-$, se 8.3.8.

Råd

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.

8.3.5.1. Ramben, pelare i jordfyllning, pålar m.m.

K163823

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

K223691

Ökningen av jordtrycket utöver vilojordtrycket som orsakas av förskjutningen ska beräknas enligt uttryck (8-22) och (8-23). Uttrycket (8-22) gäller ned till nivån $z = h / 2$. Under denna nivå ska jordtrycket antas avta rätlinjigt till 0 vid nivån $z = h$ (triangulär fördelning).

$$\Delta p = c \cdot \gamma \cdot z \cdot \beta \quad (\text{kN/m}^2) \quad (8-22)$$

$$\beta = \delta / h \quad (8-23)$$

där

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
γ	ordmaterialets tunghet (medelvärde) från markytan ned till djupet z , se tabell 8-2
z	djup under markytan (m)
δ	konstruktionsdelens horisontella förskjutning upptill i riktning mot jorden
h	rambenets höjd


Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

Råd
Vilojordtrycket tillsammans med Δp kan högst uppgå till passivt jordtryck.
8.3.5.2. Ändskärm

K163826

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

K224835

Vid beräkningen ska det totala jordtrycket, p , bestämmas enligt uttryck (8-24) till (8-26).

$$p = p_0 \quad \text{om } \delta = 0 \quad (8-24)$$

$$p = p_0 + c_1 \delta \frac{200}{H} p_1 \quad \text{om } 0 < \delta < H/200 \quad (8-25)$$

$$p = p_0 + c_1 p_1 \quad \text{om } \delta \geq H/200 \quad (8-26)$$

där

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
p_1	$p_p - p_0$
H	ändskärmens höjd
δ	konstruktionens horisontella förskjutning i riktning mot jorden

K223692

För broar byggda enligt 1975 års vägtrafiklastbestämmelser och tidigare ska det ökade jordtrycket av ändskärmens rörelse mot jord reduceras enligt följande.

Vid ändskärmens underkant ska konstruktionens horisontella förskjutning δ reduceras med ändskärmens böjdeformation för summan av vilojordtryck och det ökade jordtrycket av ändskärmens rörelse mot jord.

Vid överbyggnadens underkant ska det ökade jordtrycket av ändskärmens rörelse mot jord beräknas utan reduktion av δ .

Mellan dessa punkter ska det ökade jordtrycket av ändskärmens rörelse mot jord bestämmas genom rätlinjig interpolation.

I brottgränstillståndet ska för det passiva jordtrycket användas

lastkoefficienten $\psi\gamma$ bestämd som ett sammanvägt värde av de lastfaktorer som gäller för respektive ingående last. Den last som gett största deformationen ska ges den högre lastkoefficienten enligt tabell 8-12. Den sammanvägda lastkoefficienten ska dock alltid minst ha värdet 1,0.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

8.3.6. Lagerfriktion

K163828

Vid bärighetsberäkning av en överbyggnad ska lagerfriktion inte beaktas.

K223693

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

K223694

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

K223695

Vid bestämning av inverkan på fasta upplag till följd av friktion i rörliga lager ska motriktade friktionskrafter från temperaturlast enligt 8.3.8 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 behöver högst 10 rörliga lager medräknas.

Råd

Uppdelning av friktionskraften på de fasta upplagen kan göras.

8.3.7. Snölast

K163830

Snölast ska beaktas för broar med takkonstruktion och för broar för skidåkning. Denna ska bestämmas som tyngden per horisontell area.

K221249

Snölasten ska bestämmas enligt SS-EN 1991-1-3.

8.3.8. Temperaturlast**8.3.8.1. Allmänt**

K163833

Inverkan av temperatur ska beräknas för temperaturlast enligt avsnitt 8.3.8.2 kombinerat med temperaturlast enligt avsnitt 8.3.8.3 enligt uttryck (8-27) och (8-28).

$$(8.3.8.2) + 0,75 \cdot (8.3.8.3.1) \quad (8-27)$$

$$0,35 \cdot (8.3.8.2) + (8.3.8.3.1) \quad (2-28)$$

Det mest ogynnsamma av uttrycken (8-27) och (8-28) ska tillämpas. Utöver det ska inverkan enligt 8.3.8.4 beaktas.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K224015

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

8.3.8.2. Jämnt fördelad temperaturkomponent

K163835

Konstruktionen ska beräknas för en över hela konstruktionen eller konstruktionsdelen lika stor jämnt fördelad temperaturkomponent (T^+ respektive T^-).

K224016

För broar dimensionerade enligt 1975 års vägtrafiklastbestämmelser eller 1960 års järnvägslastbestämmelser och tidigare ska T^+ -värden enligt tabell 8-7 användas och T^- -värden hämtas från tabell 8-7 med dygnsmedelvärden $T_o(-)$ för låga temperaturer enligt figur 8-7 som ingångsvärde.

Tabell 8-7 Jämnt fördelad temperaturkomponent

Konstruktionstyp	Medeltemperatur i konstruktionen ($^{\circ}\text{C}$)	
	T^+	T^-
Aluminium eller stålbroana på låd- eller I-balkar av stål	45	$T_o(-)-10$
Betong- eller träbroana på låd- eller I-balkar av stål	45	$T_o(-)-5$
Betongbroana på betongbalkar (även lådbalkar). Gäller även plattbroar	25	$T_o(-)$
Träbroana på balkar av trä	25	$T_o(-)$
Stålbros med direkt slipersuppläggning eller ståltråg	45	$T_o(-)-10$

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

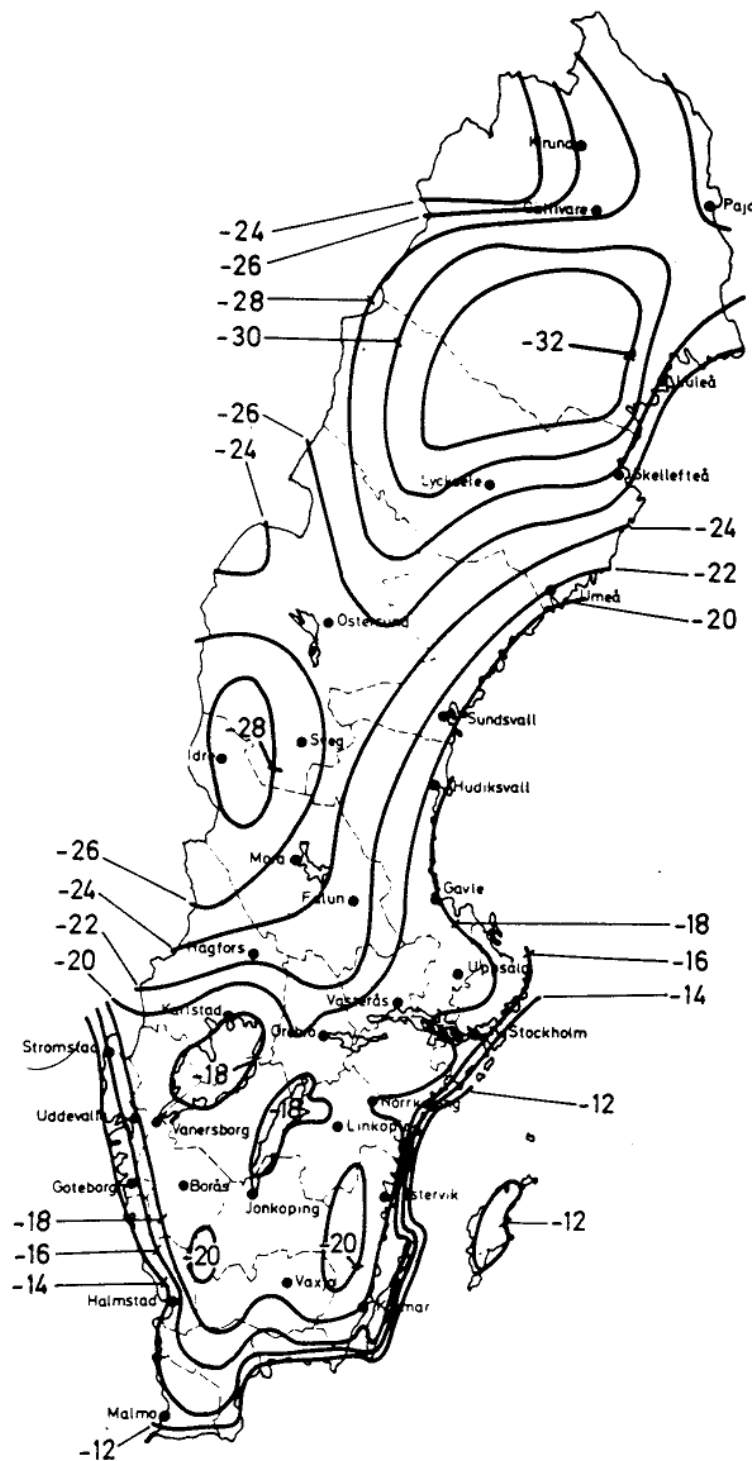
Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

Då tjockleken av beläggning/ballast och överfyllnad tillsammans är minst 0,5 m får T^+ - och T^- -värdena halveras.



Figur 8-7 Dygnsmedelvärden $T_0(-)$ för låga temperaturer


Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K224017

För broar dimensionerade enligt 1987 års vägtrafiklastbestämmelser eller 1990 års järnvägslastbestämmelser och senare ska jämnt fördelad temperaturkomponent beräknas med T^+ - och T^- -värden enligt ursprunglig beräkning.

Råd

Vid systemberäkningen kan betongens och stålets temperatur vanligen antas vara 10°C.

8.3.8.3. Temperaturskillnad
8.3.8.3.1. Vertikal och linjär temperaturskillnad

K163838

Om inget annat anges nedan ska inverkan av temperaturskillnad mellan broöverbyggnads översida och undersida, ΔT , beaktas och temperaturskillnad enligt tabell 8-8 tillämpas.

Tabell 8-8 Ojämn temperaturfördelning

Konstruktionstyp	Temperaturskillnad °C (positiv vid den högre temperaturen överst)	
	ΔT^+	ΔT^-
Stålbros med direkt slipersuppläggning eller ståltråg	+20	– 5
Betong- eller träbrobana på låd- eller I-balkar av stål	+10	– 5
Betongbrobana på betongbalkar (även lådbalkar). Gäller även plattbroar	+10	– 5

K224019

För broar dimensionerade enligt 1960 års trafiklastbestämmelser eller tidigare ska vertikal och linjär temperaturskillnad endast beaktas vid konstruktioner där tjockleken av beläggning/ballast och överfyllnad tillsammans överstiger 0,5 m. Värdet på ΔT ska då sättas till + 5°C.

K224020

För vägbroar eller gång- och cykelbroar dimensionerade enligt 1975 års vägtrafiklastbestämmelser och senare ska värde på vertikal och linjär temperaturskillnad, ΔT , sättas till värde enligt ursprunglig beräkning.

K224021

För järnvägsbroar dimensionerade 1976 eller senare ska vertikal och linjär temperaturskillnad beaktas. ΔT^+ ska sättas till värde enligt ursprunglig beräkning eller enligt tabell 8-8.

K224022

Vid betongöverbyggnad med ballast ska ΔT^+ enligt tabell 8-8 väljas till + 5°C. Detta ska inte tillämpas för samverkansbroar eller betongbroar med bärande balkar som inte skyddas av ballast.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

8.3.8.3.2. Temperaturskillnad inom tvärsnittsdelar

K163840

För broar med lådsektion av betong ska konstruktionen beräknas för en temperaturskillnad, ΔT , mellan konstruktionsdelarnas ytter- och innersidor. ΔT hämtas från tabell 8-9.

Tabell 8-9 Temperaturskillnad inom tvärsnittsdelar

Vägtrafiklastbestämmelse	Järnvägstrafiklastbestämmelse	ΔT
1960 och tidigare	1960 och tidigare	0
1975 och 1987	Broar byggda 1976 -1989	5°C
1988 och 1994	1990 och 1999	10°C
2002 och senare	2002 och senare	15°C

8.3.9. Vindlast

K163842

För broar dimensionerade enligt 1960 års trafiklastbestämmelser och tidigare ska vindlast inte beaktas vid bärighetsberäkning av överbyggnader. Hänsyn till vindlastens inverkan på överbyggnader ska dock alltid tas för:

- hängbroar, snedkabelbroar och bågbroar samt
- balkbroar med bullerskärmar.

Lastförutsättningarna redovisade i 8.3.9.1 och 8.3.9.2 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 beställaren så anger ska andra lastförutsättningar användas.

8.3.9.1. Allmänt

K163844

För broar dimensionerade enligt 1975 års vägtrafiklastbestämmelser eller 1960 års järnvägstrafiklastbestämmelser och tidigare ska vindlasten sättas till värde enligt nedan.

K223697

Om beställaren inte anger annat ska för broar med maximal höjd 50 m över omgivande terräng eller vattenyta vindlasten sättas till 1,4 kN/m² upp till en höjd av 12 m. Vid höjden 30 m ska vindlasten sättas till 1,7 kN/m² och vid höjden 50 m till 1,8 kN/m². För mellanliggande höjder ska rätlinjig interpolering tillämpas.

För broar med en större höjd än 50 m över omgivande terräng eller vattenyta ska beställaren ange värden på vindlasten.

K223698

För järnvägsbroar ska med bro utan trafik dock avses att det finns en samtidigt verkande vertikal tåglast (tomvagnar enligt 8.3.3.2.1). Vid utmattningsberäkning av järnvägsbroar ska vindlasten anses verka endast mot bron.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K223696

Vid samtidig vindlast och trafiklast ska vindytan på vägtrafiken anses motsvara en längsgående rektangel med höjden 2,0 m ovan beläggningens överkant. För järnvägsbroar ska höjden 4,0 m över RÖK tillämpas. För gång- och cykelbroar ska höjden 1,5 m ovan beläggningens överkant tillämpas. Vindlasten på bro med trafik ska antas uppgå till 60 % av värdet mot bron utan trafik.

K222558

För broar dimensionerade enligt 1987 års vägtrafiklastbestämmelser eller 1990 års järnvägstrafiklastbestämmelser och senare ska vindlasten sättas till värde enligt ursprunglig beräkning.

8.3.9.2. Öppningsbar bro

K163846

Med ändring av vad som anges i 8.3.9.1 ska, för öppningsbar bro i rörelse, vindlasten i bronns längdriktning (vägriktning) antas vara 0,7 kN/m².

Svängbro i rörelse ska beräknas under förutsättning att den ena armen, vid olika längd den längre, antas vara påverkad av vindlasten 0,7 kN/m² och den andra av vindlasten 0,4 kN/m².

8.3.10. Is- och strömtryck

K163848

Is- och strömtryck ska inte beaktas vid bärighetsberäkningar av överbyggnader.

8.3.10.1. Istryck

K163850

Vid beräkningen ska istryck i tvärled mot ett stöd inte antas verka samtidigt som istryck i stödets längdriktning.

Stöd i vatten ska, om inte högre värde anges i den ursprungliga beräkningen, beräknas för ett istryck motsvarande en kraft av 200 kN verkande i stödets längdriktning och 200 kN verkande vinkelrät däremot. I horisontalplanet ska krafterna anses angripa dels på nivån MHW och dels på nivån MLW.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

8.3.10.2. Strömtryck

K163852

I strömriktningen verkande kraft F av strömtrycket på ett stöd ska beräknas enligt uttryck (8-29).

$$F = k \rho A v^2 \text{ (N)} \quad (8-29)$$

där

- A det i vattnet befintliga stödets projektion i m² på ett vertikalt plan vinkelrät mot strömriktningen
- v vattenhastigheten i m/s. Beställaren ska ange vilken vattenhastighet som ska förutsättas.
- 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
- ρ vattnets densitet (1000 kg/m³)

8.3.11. Last från övergångskonstruktion på väg- och GC-broar

K163855

Horisontalkraft från övergångskonstruktioner ska beaktas. Horisontalkraften ska förutsättas vara 10 kN/m eller enligt ursprunglig beräkning.

8.3.12. Vattentryck

K163858

Skillnaden mellan vattentrycket vid förekommande vattenstånd och vattentrycket enligt 8.2.4 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 SS-EN 1990.

8.4. Olyckslaster

K163860

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

- påkörningskraft av fordon enligt 8.4.1
- påseglingskraft av fartyg enligt 8.4.2
- ofrivillig uppkörning enligt 8.4.3
- avslagen hängare/avslaget hängstag enligt 8.4.4
- brott i kabel till snedkabelbro enligt 8.4.5
- tågurspårningslast enligt 8.4.6



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

8.4.1. Påkörningskraft av fordon**8.4.1.1. Stöd**

K163863

Påkörningskraften ska anses vara en statiskt verkande horisontalkraft F i underliggande vägs eller järnvägs längdriktning och $0,5 F$ vinkelrät denna. Krafterna ska antas angripa på nivån 1,0 m över vägbana eller rälsöverkant och ska inte förutsättas uppträda samtidigt.

K223699

För bro över väg ska F sättas lika med 1000 kN.

K223701

Lastytan för påkörning av vägfordon ska sättas till 0,5 m (höjd) gånger 2,5 m (bredd, dock maximalt bärverksdelens bredd).

K223705

För bro över järnväg ska F sättas lika med 4000 kN om avståndet från stöd till spårmittpunkt är högst 5 m och lika med 2000 kN om avståndet mellan stöd och spårmittpunkt är större än 5 m.

K223700

Ett godtagbart alternativ till beräkning för påkörningskraft enligt ovan är att två intilliggande pelare i ett mellanstöd ska förutsättas vara avslagna. Överbyggnaden ska då kontrolleras för detta lastfall.

8.4.1.2. Överbyggnad

K163865

Påkörningskraften från vägtrafik mot en överbyggnad som är horisontell eller nästan horisontell ska sättas till x kN. x bestäms enligt tabell 8-10.

Tabell 8-10 Värde på x

Vägstandard	x
Väg med nr under 100	500
Övriga allmänna vägar	375
Övriga vägar	250

K223702

Påkörningskraften ska anses ha en lastyta av 2 000x100 mm, med måttet 2 000 mm i brons längdled.

K223703

Påkörningskraften ska antas verka på överbyggnaden vinkelrät mot brons längdriktning och vara godtyckligt placerad inom ett område som begränsas av vägbanebredden utökad med 3,0 m på bägge håll. Kraftens resultant ska inte anses angripa högre än 5,2 m över vägbanan.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K223704

Påkörningskraften ska anses angripa i en vinkel av 10° uppåt om det är ogynnsamt.

8.4.1.3. Brostöd skyddat av plattform

K163867

För att ett brostöd ska anses vara skyddat av en plattform ska det horisontella avståndet mellan plattformskant och brostödet vara minst 1,3 m samt det vertikala avståndet mellan RÖK och plattformskantens överyta vara minst 0,38 m när plattformskanten är som lägst längs spåret.

K223706

Brostöd inom området 3,5 - 10 m från spårmitte och skyddat av plattform ska beräknas för en påkörningskraft av 500 kN. Kraften ska antas angripa på nivån 1 m över plattformen.

K223707

Brostöd skyddat av plattform, men närmare spårmitte än 3,5 m ska beräknas för en påkörningskraft av 2000 kN parallellt spåret och 1000 kN vinkelrätt spåret. Kraften ska antas angripa på nivån 1 m över RÖK.

K223708

Påkörningskrafterna parallellt och vinkelrätt spåret ska inte förutsättas verka samtidigt.

8.4.2. Påseglingskraft av fartyg**8.4.2.1. Stöd**

K163870

Påseglingskraften är en statiskt verkande horisontalkraft dels parallellt farleden (F_x) och dels vinkelrätt denna (F_y). Krafterna ska antas angripa i nivå med medelvattenytan och förutsätts inte uppträda samtidigt.

Största värde på F_x respektive F_y ska bestämmas.

8.4.2.2. Överbyggnad

K163872

En bros överbyggnad ska beräknas för en påseglingskraft parallellt farleden av minst 1 % av påseglingskraften enligt 8.4.2.1. Denna påseglingskraft ska placeras på ogynnsammaste plats inom farleden. Kraften ska anses angripa i underkant på brons överbyggnad.

8.4.3. Ofrivillig uppkörning

K163874

Gång- och cykelbana som inte är skyddad av en skyddsanordning ska beräknas för trafiklast enligt 8.3.2.2.1 – 8.3.2.2.3. Skyddsanordningen ska minst uppfylla kapacitetsklass H2.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

8.4.4. Avslagen hängare/avslaget hängstag

K163876

Båg- och hängbroar ska beräknas med förutsättningen att ett godtyckligt placerat hängstag är avslaget respektive att en godtyckligt placerad hängare är avslagen. Om hängare/hängstag är dubblerad ska kravet gälla båda delhängarna/delhängarstagen.

K223709

Hänsyn ska tas till dynamiska effekter av brottet.

K223710

Om så anges av beställaren ska två intilliggande hängare/hängstag betraktas som avslagna.

Råd

Med intilliggande hängare/hängstag avses två hela hängare/hängstag placerade bredvid varandra i längdled.

8.4.5. Brott i kabel till snedkabelbro

K163878

En snedkabelbro ska beräknas för brott i en godtyckligt placerad kabel. Om en kabel består av två separata enheter ska båda antas vara överksamma.

K223711

Hänsyn ska tas till dynamiska effekter av brottet.

K223712

Om så anges av beställaren så ska två intilliggande kablar betraktas som överksamma.

Råd

Med intilliggande kablar avses två hela kablar placerade bredvid varandra i längdled.

8.4.6. Tågurspårningslast

K163880

Broar ska beräknas för urspårningslast motsvarande två med spåret parallella vertikala linjelaster enligt tabell 8-11 vardera med 10 m längd och på avståndet 1,5 m. Centrumlinjen mellan linjelasterna ska förskjutas 1,5 m från spårmitte, dock högst 0,75 m intill kantbalk. I de fall bron är försedd med skyddsräler ska centrumlinjen förutsättas förskjuten 0,5 meter. Övriga delar av bron ska förutsättas vara belastade av respektive tåglast.

Tabell 8-11 Urspårningslast för olika tåglaster

Tåglast	Urspårningslast, q (kN/m)
TLM1	30
TLM2	50
TLM3	60

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

8.5. Lastkombinationer

8.5.1. Allmänt

K163883

De i 8.2 – 8.4 angivna lasterna ska kombineras så att ogynnsammaste inverkan för olika bärverksdelar erhålls.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

8.5.2. Lastkombination A - F

K163885

Beräkningen ska ske med de i tabell 8-12 angivna lastkoefficienterna $\psi\gamma$ och de där angivna lastkombinationerna.

Vid beräkningen ska bromskraft och lagerfriktion inte kombineras.

Tabell 8-12 Lastkoefficienter för respektive lastkombination $\psi\gamma$

Laster	Lastkombinationer						
	A	B:a	B:b	B:c	C	D	F
<u>Permanent laster</u>							
Egentyngd (8.2.1)	1,2	1	1		1	1	1,2
Beläggning (8.2.2.1)	1,2	1	1		1	1	1,2
Överfyllnad (8.2.2.2)	1,2	1	1		1	1	1,2
Ballast (8.2.2.3)	1,3	1,1	1,1		1,1	1,1	
Jordtryck (8.2.3)	1,2	1	1		1	1	1,2
Vattentryck (8.2.4)	1,2	1	1			1	1,2
Stödförskjutning (8.2.5)	1,2	1	1		1	1	1,2
Krympning (8.2.6)	1,2	1			0,5		1,2
Spännkraft (8.2.7)	1,2	1	1		1	1	1,2
Påhängslast (8.2.8)	1,2		1				1,2
<u>Variabla laster</u>							
Vägtypfordon (8.3.2.2.1)	0,7/1,5	1		1	1	0,7	
Gångbanelast (8.3.2.2.6)	0,4	0,4					
Vägbromskraft (8.3.2.3.1)	0,7/1,5	0,7					
Vägsidokraft (8.3.2.3.2)	0,7/1,5	0,7					
Vägöverlast (8.3.2.4)	0,7/1,5	0,7					
Tåglast (8.3.3.2)	0,7/1,5	1		1	0,8	0,7	
Tägbromskraft (8.3.3.3.1)	0,4/1,4	0,4					
Tägsidokraft (8.3.3.3.2)	0,4/1,5	0,4					
Tågöverlast (8.3.3.3.4)	0,7/1,5	0,7		1	1		
GC-typfordon (8.3.4.2.1)	0,7/1,5	1		1		0,7	0,7/1,5
GC-ytlast (8.3.4.2.2)	0,7/1,5	1				0,7	0,7/1,5
GC-bromskraft (8.3.4.3)	0,7/1,5	0,7					0,7/1,5
GC-överlast (8.3.4.4)	0,7/1,5	0,7					0,7/1,5
Snölast (8.3.7)	0,6/1,5	0,6	0,2				0,6/1,5
Temperaturlast (8.3.8.2 + 8.3.8.3.1)	0,6/1,5 ^a	0,6	0,2/0,6 ^b				0,6/1,5
Temperaturlast (8.3.8.3.2)	0,6/1,5 ^a	0,6	0,2/0,6 ^b				0,6/1,5
Vindlast (8.3.9)	0,6/1,5	0,6		0,4	0,6		0,6/1,5
Is- och strömtryck (8.3.10)	0,6/1,5	0,6					0,6/1,5
Last från övergångskonstruktion (8.3.11)	0,4/1,5	0,4					0,4/1,5
Vattentryck (8.3.12)	0,8/1,5	0,8	0,3				0,8/1,5
<u>Olyckslaster</u>							
Påkörningskraft (8.4.1)						1	



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

Påseglingskraft (8.4.2)						1	
Ofrivillig uppkörning (8.4.3)						1	
Avslagen hängare (8.4.4)						1	
Brott i kabel (8.4.5)						1	
Tågurspårningslast (8.4.6)						1	
^a Se 8.5.2							
^b Värdet 0,2 gäller för väg- samt GC-broar, värdet 0,6 gäller för järnvägsbroar							

8.5.2.1. Lastkombination A

K164463

Lastkombination A är belastningsfall i brottgränstillståndet.

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

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

8.5.2.2. Lastkombination B

K164465

Lastkombination B är uppdelad i tre dellastkombinationer.

8.5.2.2.1. Lastkombination B:a

K164467

Lastkombination B:a är huvudbelastningsfall i bruksgränstillståndet.

8.5.2.2.2. Lastkombination B:b

K164469

Lastkombination B:b används för beräkning av sprickbredder i bruksgränstillståndet.

8.5.2.2.3. Lastkombination B:c

K164471

Lastkombination B:c används för beräkning med hänsyn till nedböjning samt för järnvägsbroar konstruktionens vertikalförskjutning vid fri ände. Dynamiskt tillskott enligt 8.3.2.2.2 får försummas för broar som är dimensionerade för 1960 års vägtrafiklastbestämmelser och tidigare. Dynamiskt tillskott enligt 8.3.3.2.5 får försummas för järnvägsbroar.

8.5.2.3. Lastkombination C

K164473

Lastkombination C används för utmattningsberäkning.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

8.5.2.4. Lastkombination D

K164475

Lastkombination D används för beräkning för olyckslast. En beräkning görs för varje olyckslast.

8.5.2.5. Lastkombination F

K164479

Lastkombination F används för beräkning i brottgränstillstånd av en körbar gång- och cykelbana.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

9 Grundläggning

9.1. Allmänt

K164487

Jordarter ska indelas med avseende på kornstorleksfördelning, benämnas och betecknas enligt TRVINFRA-00230 "Geokonstruktion, Dimensionering och utformning" (Trafikverket).

9.2. Beräkningsförutsättningar

9.2.1. Beräkningsmodell

K164491

Vid beräkning av bärförmågan för grundläggning ska SS-EN 1997-1 tillämpas med tillhörande svenska nationella val enligt "Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av eurokoder", TSFS 2018:57. Utöver det ska ändringar och tillägg enligt nedan tillämpas.

9.2.1.1. Plattgrundläggning

9.2.1.1.1. Allmänt

K164494

Vid bärighetsberäkning av en plattgrundlagd bottenplatta ska rektangulärt fördelad tryckspänning i kontaktytan mellan bottenplatta och undergrund antas.

9.2.1.1.2. Glidyteberäkning

K164496

För en bro som är grundlagd i slänt ska släntens totalstabilitet kontrolleras med en glidyteberäkning enligt TRVINFRA-00230 "Geokonstruktion, Dimensionering och utformning" (Trafikverket).

9.2.1.2. Pålgrundläggning

9.2.1.2.1. Allmänt

K164500

För pålgrundläggning med färre än åtta pålar ska pålgruppen beräknas som en rymdram, inspänd i omgivande jord och i bottenplatta. För gång- och cykelbroar gäller samma krav för en pålgrupp med mindre än fyra pålar.

K185360

För broar som är byggda inom de senaste fem åren ska pålar, slagna i torrskorpelera, antas sakna sidostöd från jorden på de översta tre metrarna, om detta är ogynnsamt.

K185361

En stålrörspåle med en diameter $\geq 0,30$ m ska betraktas som en grov stålrörspåle och om diametern är $< 0,30$ m ska pålen betraktas som en slank stålrörspåle.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

9.2.1.2.2. Påles bärförmåga

K164502

Vid bestämning av en påles bärförmåga ska det lägsta av den konstruktiva bärförmågan och den geotekniska bärförmågan användas.

Råd

Inverkan av stoppslagningen kan påverka pålens konstruktiva bärförmåga.

K185362

Om pålarna i en pålgrupp antas inspända i bottenplattan ska denna liksom pålarna beräknas för de uppträdande momenten och krafterna. Vidare ska det visas att jorden kan uppta motsvarande sidokrafter.

9.2.2. Dimensioneringsvärden**9.2.2.1. Allmänt**

K164505

Grundvattennivå och portryck ska bestämmas enligt TRVINFRA-00230 "Geokonstruktion, Dimensionering och utformning" (Trafikverket).

9.2.2.2. Karakteristiska vinkeländringsmoduler**9.2.2.2.1. Plattgrundläggning**

K164508

Den karakteristiska vinkeländringsmodulen, $k_{\theta k}$, för en plattgrundläggning ska beräknas enligt uttryck (9-1) och (9-2) om jordvolymen under grundläggningsnivån kan förutsättas vara homogen vad avser elasticitetsmodul till ett djup som minst motsvarar bottenplattans dubbla bredd.

i plattans veka riktning:

$$k_{\theta k} = \frac{E_k B^2 L}{5} \quad [\text{kNm/rad}] \quad (9-1)$$

i plattans styva riktning:

$$k_{\theta k} = \frac{E_k L^2 B}{5} \quad [\text{kNm/rad}] \quad (9-2)$$

där

E_k elasticitetsmodul enligt TRVINFRA-00230 [kPa]

B plattans hela bredd [m]

L plattans hela längd [m]

9.2.2.2.2. Pålgrundläggning

K164510

Karakteristisk styvhet ska beräknas med utgångspunkt från pålgruppens utformning, pålarnas tvärsnitt och längd samt pålarnas elasticitetsmodul.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

9.2.2.3. Jords hållfasthets- och deformationsegenskaper

K164512

Jords hållfasthets- och deformationsegenskaper ska bestämmas enligt TRVINFRA-00230 "Geokonstruktion, Dimensionering och utformning" (Trafikverket).

9.3. Brottgränstillstånd**9.3.1. Plattgrundläggning****9.3.1.1. Vertikal bärförmåga**

K164516

Bärförmågan hos plattgrundläggning ska bestämmas enligt TRVINFRA-00230 "Geokonstruktion, Dimensionering och utformning" (Trafikverket).

Råd

För broar som dimensionerats enligt partialkoefficientmetoden kan värden på bärförmågan hämtas från den ursprungliga beräkningen.

K185364

För olika jordförhållanden ska beräkning av vertikal bärförmåga utföras under antagande av odränerade respektive dränerade förhållanden.

K185363

Vid grundläggning på berg ska den dimensionerande bärförmågan bestämmas med hänsyn till bergmassans totalstabilitet samt bergartens hållfasthet och beständighet.

9.3.1.2. Glidning

K164519

Plattgrundläggningar ska beräknas med hänsyn till risken för glidning för samtliga gränssnitt där glidning kan inträffa. Beräkningar ska göras enligt TRVINFRA-00230 "Geokonstruktion, Dimensionering och utformning" (Trafikverket).

K185365

Om geotextil används vid grundläggningen ska karakteristisk friktionskoefficient enligt tillverkarens provning användas eller så begränsas friktionskoefficienten till högst 0,25.

Råd

För slutna ramar och rörbroar, dock inte valvbågar, får geotextil användas utan kontroll av friktionskoefficienten.

Råd

Värden på μ_k och c_{uk} kan ofta hämtas från brons ursprungliga tekniska beskrivning.

9.3.1.3. Stjälpning

K164522

Risken för stjälpning ska beräknas enligt TRVINFRA-00230 "Geokonstruktion, Dimensionering och utformning" (Trafikverket).

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

9.3.2. Pålgrundläggning**9.3.2.1. Konstruktiv bärförmåga****9.3.2.1.1. Betong- och stålpålar**

K164526

Vid beräkning av påles konstruktiva bärförmåga får inte spännarmeringen i betongpålar tillgodoräknas.

K185367

Betong- och stålpålers konstruktiva bärförmåga för tryckkraft ska bestämmas enligt Supplement nr 1 till rapport 96-1 "Dimensioneringsprinciper för pålar – Lastkapacitet" (Pålkommissionen). Dessutom ska sidomotstånd mot pålar beräknas enligt 9.3.2.1.3. För grävpålar utförda under vatten ska även 10.1.2.4 tillämpas.

K185368

En slank stålpåles karakteristiska konstruktiva bärförmåga ska bestämmas enligt IEG rapport 8:2008 "Tillämpningsdokument - EN 1997-1 kapitel 7, Pålgrundläggning" (SGF), Supplement nr 1 till rapport 84a "Beräkning av dimensionerande lastkapacitet för slagna pålar med hänsyn till pålmaterial och omgivande jord" (Pålkommissionen), Supplement nr 1 till rapport 96:1 "Dimensioneringsprinciper för pålar lastkapacitet" (Pålkommissionen) och Supplement nr 1 till rapport 101 "Transversalbelastade pålar – statiskt verknings sätt och dimensioneringsanvisningar" (Pålkommissionen).

K185369

En stålrörspåles karakteristiska bärförmåga ska bestämmas enligt TRVINFRA-00230 "Geokonstruktion, Dimensionering och utformning" (Trafikverket), och rapport 104 "Borrade stålrörspålar - Anvisningar för projektering, dimensionering, utförande och kontroll" (Pålkommissionen). Om samverkan mellan betong och stålröret utnyttjas ska detta ske genom vidhäftning och friktion eller mekanisk skjuvförbindare. Dock godtas inte större värde än 0,4 MPa på dimensionerande skjuvhållfasthet med avseende på vidhäftning och friktion. Excentricitet i bergdubben ska för en stålrörspåle medräknas till ett värde av minst 25 % av dubbens diameter.

K185370

Beräkning av konstruktiv bärförmåga för betong- respektive stålpålar avseende dragkraft ska göras enligt SS-EN 1992-1-1 respektive SS-EN 1993-1-1. Om beställaren så anger ska hänsyn tas till korrosion.

9.3.2.1.2. Träpålar

K164528

Träpålars konstruktiva bärförmåga för tryckkraft ska bestämmas enligt Supplement nr 1 till rapport 96-1 "Dimensioneringsprinciper för pålar – Lastkapacitet" (Pålkommissionen). Sidomotstånd mot pålar ska beräknas enligt 9.3.2.1.3. Klimatklass 3 ska förutsättas. Vidare ska för alla laster varaktigheten Permanent tillämpas.

K185371

Beräkning av konstruktiv bärförmåga för träpålar avseende dragkraft ska göras enligt SS-EN 1995-1-1.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K185372

För träpåle som skarvats enligt ritning 581:1 S-gp eller motsvarande ska högst 80 % av kapaciteten i det oskarvade snittet tillgodoräknas.

Råd

Ritning 581:1S-gp finns att hitta via Information/Standardritningar i BaTMan.

9.3.2.1.3. Sidomotstånd mot pålar

K164530

Beräkning avseende knäckning ska göras enligt IEG rapport 8:2008, Rev 3, "Tillämpningsdokument - EN 1997-1 kapitel 7, Pålgrundläggning" (SGF), Supplement nr 1 till rapport 84a "Beräkning av dimensionerande lastkapacitet för slagna pålar med hänsyn till pålmaterial och omgivande jord" (Pålkommissionen), Supplement nr 1 till rapport 96:1 Dimensioneringsprinciper för pålar lastkapacitet (Pålkommissionen) och Supplement nr 1 till rapport 101 Transversalbelastade pålar – statiskt verkningsätt och dimensioneringsanvisningar (Pålkommissionen).

Råd

Värdena i tabell 9-2 avser medelhög relativ fasthet hos naturligt lagrad jord. Vid annan relativ fasthet kan proportionering göras med hjälp av tabell 9-1.

K164533

Sidomotståndet mot en påles mantelyta ska beräknas med hjälp av bäddmodulen k_k [kraft/längd³]. Vid rörelser större än gränstrycket ska sidomotståndet antas vara konstant.

Råd

Tillämpbara värden för k_k och q_k för några vanligt förekommande jordlagerförhållanden och belastningsfall redovisas nedan. Nedan angivna k_k -värden är medelvärden och kan användas för rörelser upp till gränstrycket q_k [kraft/längd²].

Råd

För normalkonsoliderad lera och långtidsförhållanden kan uttryck (9-3) och (9-4) användas.

$$k_k = 50 c_{uk} / d \quad [\text{MN/m}^3] \quad (9-3)$$

$$q_k = 6 c_{uk} \quad [\text{MPa}] \quad (9-4)$$

där

k_k bäddmodul

q_k gränstryck

c_{uk} lerans odränerade skjuvhållfasthet (reducerat värde)

d påles tvärmått

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

Råd

För normalkonsoliderad lera och korttidsförhållanden kan uttryck (9-5) och (9-6) användas.

$$k_k = 200 c_{uk} / d \quad [MN/m^3] \quad (9-5)$$

$$q_k = 9 c_{uk} \quad [MPa] \quad (9-6)$$

där k_k bäddmodul q_k gränstryck c_{uk} lerans odränerade skjuvhållfasthet (reducerat värde) d påles tvärmått



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

Råd

För friktionsjord och såväl kort- som långtidsförhållanden kan uttryck (9-7) och (9-8) användas.

$$k_k = \frac{n_h \cdot z}{d} \quad [\text{MN/m}^3] \quad (9-7)$$

där

k_k bäddmodul

n_h tillväxtfaktor enligt tabell 9-1

z jorddjup

d påles tvärmått

För överlagrande jord med lägre tunghet än friktionsjord minskas jorddjupet i proportion till kvoten mellan de effektiva tungheterna.

Värdet $k_k d$ begränsas till värden enligt tabell 9-2.

$$q_k = 3 K_{pk} \sigma'_v \quad (9-8)$$

där

K_{pk} jordens passiva jordtryckskoefficient beräknad enligt klassisk jordtrycksteori med karakteristisk inre friktionsvinkel

σ'_v jordens effektiva vertikalspänning

Tabell 9-1 Värden på n_h [MN/m³]

Relativ fasthet	mycket låg	låg	medel- hög	hög	mycket hög
över grundvattenytan	2,5	4,5	7,0	12,0	18,0
under grundvattenytan	1,5	3,0	4,5	7,5	11,0

Tabell 9-2 Maximalt värde för $k_k d$ över grundvattenytan

Jordart	$k_k d$ [MN/m ²]
Morän	30
Grus	25
Sand	12
Silt	6
Packad sprängstensfyllning	50
Packad morän	30
Packad friktionsjord	30
Packad finjord	10



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

9.3.2.2. Geoteknisk bärförmåga**9.3.2.2.1. Allmänt**

K164543

Totallasten på en grupp av mantelburna pålar, räknad som en enhet, ska kunna överföras till omgivande jordlager med minst samma säkerhet som gäller för den enstaka pålen.

K185374

För mantelburen påle ska den geotekniska bärförmågan bestämmas genom beräkning enligt TRVINFRA-00230 "Geokonstruktion, Dimensionering och utformning" (Trafikverket). Finns uppgifter från statisk eller dynamisk provning ska dessa resultat i första hand utnyttjas för bestämning av den geotekniska bärförmågan.

Råd

Sättning hos en grupp av mantelburna pålar är vanligen större än för en enstaka påle belastad med medellasten på en påle i gruppen.

K185375

För spetsburna betong- eller stålplålar ska den geotekniska bärförmågan bestämmas efter utredning i varje fall eller till värde enligt ursprunglig beräkning.

K185376

För påle ska eventuella påhängslasters storlek utredas.

K185757

Vid bestämning av pålens dragkraftskapacitet ska pålens effektiva egentvångskomponent i pålens längdriktning tillgodoräknas.

K185758

Bestämning av grävda och i jorden gjutna pålars karakteristiska bärförmåga ska ske enligt TRVINFRA-00230 "Geokonstruktion, Dimensionering och utformning" (Trafikverket) och rapport 106 "Verifiering av geoteknisk bärförmåga för pålar enligt Eurokod" (Pålkommissionen).

K185759

Bestämning av stålörspålars geotekniska bärförmåga ska ske enligt rapport 106 "Verifiering av geoteknisk bärförmåga för pålar enligt Eurokod" (Pålkommissionen).

9.3.2.2.2. Dragkraft

K164546

Dimensionerande geoteknisk bärförmåga för dragkraft ska bestämmas genom provning, statisk beräkning eller hävdvunna metoder enligt TRVINFRA-00230 "Geokonstruktion, Dimensionering och utformning" (Trafikverket).

**Titel**

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K185760

Resultat från provning genom tryckbelastning godtas som underlag för att bestämma den dimensionerande geotekniska bärförmågan för dragkraft under förutsättning att mantelmotståndet vid provningen kan särskiljas ur den totala bärförmågan och används som ingångsvärde vid beräkning av den geotekniska bärförmågan för dragkraft enligt nedan.

K185761

För en påle i kohesionsjord ska den dimensionerande bärförmågan för dragkraft bestämmas genom att den dimensionerande geotekniska mantelbärförmågan för tryckkraft multipliceras med en faktor 0,7.

K185762

För en påle i friktionsjord ska den dimensionerande bärförmågan för dragkraft bestämmas genom att den dimensionerande geotekniska mantelbärförmågan för tryckkraft multipliceras med en faktor 0,5.

9.4. Olyckslast**9.4.1. Plattgrundläggning****9.4.1.1. Lastresultanter****K164550**

För platta grundlagd på berg ska lastresultanten på grundläggningsnivån ligga minst 0,10 m från plattkant.

K185764

För platta grundlagd på annat material än berg ska lastresultanten på grundläggningsnivån ligga minst 0,30 m från plattkant.

9.4.1.2. Grundtryck**K164552**

Vid grundläggning på berg ska den dimensionerande bärförmågan ökas med 50 % jämfört med angivet värde i brottgränstillståndet.

9.4.2. Pålgrundläggning**K164554**

Utnyttjande av större sidomotstånd än vad som motsvarar karakteristiskt passivt jordtryck godtas inte.

Råd

Vid beräkning av pålgrupp för olyckslast enligt 8.4.1 eller 8.4.2 behöver konstruktiv och geoteknisk bärförmåga inte begränsas för dragna pålar.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K185765

Vid beräkning för olyckslast ska pålens karakteristiska geotekniska bärförmåga användas. Betong- och stålpåles konstruktiva bärförmåga ska bestämmas enligt SS-EN 1992-1-1 och SS-EN 1993-1-1. Träpåles konstruktiva bärförmåga ska bestämmas enligt SS-EN 1995-1-1.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

10 Betongkonstruktioner

10.1. Beräkningsförutsättningar

10.1.1. Beräkningssnitt

K164558

Beräkning ska utföras i de snitt som är nödvändiga med hänsyn till konstruktionstypen och påverkande last.

*Råd**Nedanstående kan ses som en minimirekommendation.*

- Vid beräkning med hänsyn till böj- och vridmoment kontrolleras samtliga snitt i en bärverksdel.
- Vid beräkning med hänsyn till tvärkraft kontrolleras stödsnitt, votslut samt andra snitt som är kritiska på grund av geometriska förändringar eller armeringsavkortning.
- Vid beräkning med hänsyn till utmattningsmoment med avseende på moment kontrolleras stödsnitt, snitt med maximala fältmoment och det i brottgränstillståndet dimensionerande snittet.
- Vid beräkning med hänsyn till tvärkraft kontrolleras det i brottgränstillståndet dimensionerande snittet.

10.1.2. Beräkningsmodell

10.1.2.1. Allmänt

K164562

Vid beräkning av bärförmågan för betongkonstruktioner ska SS-EN 1992-1-1 och SS-EN 1992-2 tillämpas med tillhörande svenska nationella val enligt TSFS 2018:57. Utöver det ska ändringar och tillägg enligt nedan tillämpas.

K224215

Om det i SS-EN 1992 hänvisas till frekvent respektive kvasipermanent lastkombination ska lastkombination enligt 8.5.2.2.1 respektive 8.5.2.2.2 tillämpas.

K224216

För broar som är beräknad enligt 2009 års trafiklastbestämmelser och senare ska SS-EN 1992-2, avsnitt 5.10.1 5(P) och (6), metod A tillämpas.

10.1.2.2. Fördelning av krafter och moment

K219826

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



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

10.1.2.2.1. Böjande moment och tvärkraft

K164565

Fördelning av krafter och moment i brottgränstillstånd och bruksgränstillstånd ska:

- för broar som är dimensionerade för 1960 års trafiklastbestämmelser och tidigare bestämmas enligt elasticitetsteori eller med begränsad omfördelning enligt SS-EN 1992-2, avsnitt 5.5
- för övriga broar bestämmas enligt elasticitetsteori.

*Förutsättning**Om beställaren inte anger annat ska elasticitetsteori tillämpas.*

K224217

Fördelning av krafter och moment i lastfall som innefattar olyckslast ska bestämmas enligt elasticitetsteori eller gränslastteori.

10.1.2.2.2. Vridmoment

K164569

Fördelning av vridmoment ska bestämmas med elasticitetsteori.

K224218

Bärförmågan för vridmoment ska bestämmas med plasticitetsteori.

*Råd**Bärverksdelar vars funktion inte är beroende av bärförmågan för vridning kan tillsammans med angränsande konstruktionsdelar beräknas under förutsättning att vridstyvheten är noll.*

K219782

Vid beräkning av vridmoment och lastfördelning ska vridstyvheten sättas till $0,3 \cdot G_c C_0$ i betong med ospänd armering. Vid beräkning av betongtråg i järnvägsbro i brottgränstillstånd ska även kontroll vid vridstyvheten $0,03 \cdot G_c C_0$ utföras.**10.1.2.3. Betong gjuten mot jord**

K164572

För betongkonstruktion gjuten direkt mot jord ska de yttersta 50 mm av det täckande betongskiktet betraktas som statiskt överksam.

K224219

För pålgrundlagd bottenplatta ska den del som är belägen under pålavskärningsplanet betraktas som statiskt överksam med undantag av utnyttjande av torrhetsgjuten betong som tryckzon ner till 50 mm från underkant.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

10.1.2.4. Undervattensgjuten betong

K164574

För broar utan tillsats av AUV-medel ska följande dimensioneringsvärden tillämpas:

- K20 ska förutsättas för broar som är dimensionerade för 1960 års trafiklastbestämmelser och tidigare.
- K25 ska förutsättas för broar som är dimensionerade för 1975 års trafiklastbestämmelser och senare.

K224220

Om AUV-medel har använts får K30 tillämpas. För broar dimensionerade för 2002 års trafiklastbestämmelser och senare får C25/30 förutsättas.

K224221

För undervattensgjuten oarmerad konstruktionsdel ska krav enligt 10.2.8 vara uppfyllda.

K224222

Karaktäristiska värden på tryck- och draghållfasthet ska hämtas från tabell 7-1.

10.1.2.5. Plattbärverk

K164576

Vid utvärdering av krafter och moment beräknade med tredimensionella analyser ska toppvärden fördelas på ett sådant sätt att beräkningsmodellens jämviktsvillkor uppfylls, se "Recommendations for finite element analysis for the design of reinforced concrete slabs" (KTH).

10.1.2.5.1. Beräkning med längsgående strimlor

K164578

Vid beräkning av plattbärverk ska lasteffekter och bärförmåga beräknas för en meter breda strimlor.

K224223

Medverkande bredd för spridning av tåglast i brons längsriktning ska antas vara 4,5 m om inte annat visas vara riktigare.

K224224

För broar som är dimensionerade med en meter breda strimlor ska bärighetsberäkningen utföras på samma sätt.

Råd

Att en bro dimensioneras med en meter breda strimlor innebär att systemanalys och dimensionering av tvärsnitt är utförda för en eller flera en meter breda strimlor belastade med 1/3 av trafiklasten i ett lastfält på en vägbro eller 1/4,5 av trafiklasten för ett spår på en järnvägsbro. Metoden var före övergången till FEM mycket vanlig för plattbroar och plattrambroar.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

10.1.2.5.2. Inarmerade tvärbalkar

K164580

Vid beräkning av inarmerade tvärbalkar över stöd i plattbroar ska armeringen inom fem gånger plattans tjocklek vid mellanstöd och 2,5 gånger plattans tjocklek plus kantavståndet vid ändstöd medräknas. Vid mellanstöd förutsätts sträckan vara centriskt belägen över stöd.

10.1.2.5.3. Fördelning av boggilaster

Förutsättning

Metoden nedan är avsedd att användas för inverkan av hjultryck från en trippelaxel på en brobaneplatta mellan balkar.

K164582

För fördelning av tvärkraften från flera lika stora punktlaster ska följande användas. För tre lika stora punktlaster vars effektiva bredder överlappar varandra, se figur 10-1, bestäms effektiva bredden för dessa som b_{ef} för enskild punktlast ökad med avståndet $2c$ mellan de yttre lasterna. Bredden b_{ef} bestäms som det största värdet av uttryck (10-1).

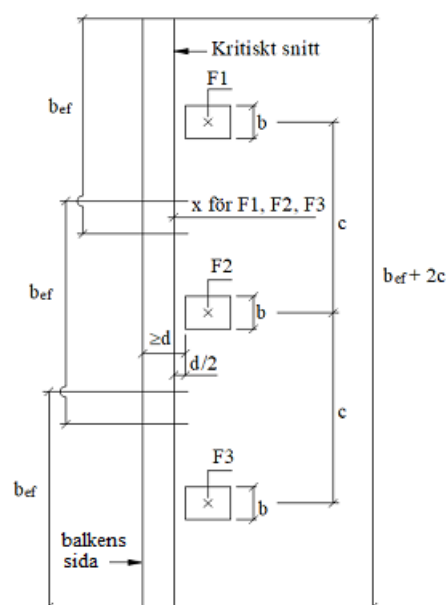
$$b_{ef} = \begin{cases} 7d + b + t \\ 10d + 1,3x \end{cases} \quad (10-1)$$

där

 b lastbredden

 d plattans effektiva höjd

 t tjocklek av beläggningen

 x avstånd från lastcentrum till dimensioneringssnitt, vilket anses ligga på avståndet $d/2$ utanför lastutbredningens begränsning närmast upplaget


Figur 10-1 Effektiv bredd för tre närliggande punktlaster



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

10.1.2.5.4. Snedvinkliga plattbärverk

K164584

Snedvinkliga plattkonstruktioner ska kontrolleras med hänsyn tagen till snittkrafter i såväl längd- som tvärled. Detta gäller såväl överbyggnad som underbyggnad och grundläggning.

Råd

Om snedvinkligheten är högst 10° kan bron beräknas som rätvinklig. Den teoretiska spännvidden sätts då lika med den parallella spännvidden.

För broar dimensionerade för 1960 års belastningsbestämmelser och tidigare kan även följande alternativ tillämpas:

- *För plattramar med snedvinklighet mellan 10° och 30° och huvudarmeringen parallell med kantbalken kan kapitel 21, bilaga 3, tillämpas om bron ursprungligen inte är dimensionerad enligt "Dimensionering av snedvinkliga plattramar" (Vägverket).*
- *För plattramar med huvudarmeringen vinkelrät mot frontmuren och där bron ursprungligen inte är dimensionerad enligt "Dimensionering av snedvinkliga plattramar" (Vägverket), kan bärighetsberäkningen utföras med approximationen att bron är rätvinklig med den teoretiska spännvidden lika med den vinkelräta spännvidden. Detta gäller inte om armeringen är solfjäderformad i spetsigt hörn. Kantbalken kan räknas som bärande.*
- *För kontinuerliga plattbroar med snedvinklighet mellan 10° och 40° och där bron ursprungligen inte är dimensionerad enligt "Dimensionering av snedvinkliga plattbroar" (Vägverket), kan beräkningen utföras med den teoretiska spännvidden lika med den parallella spännvidden. Sekundärarmering och förskjutning av momentkurvor behöver då inte beaktas.*
- *För övriga kontinuerliga plattbroar där snedvinkligheten ligger mellan 10° och 40° får principerna i "Dimensionering av snedvinkliga plattbroar" (Vägverket) tillämpas.*

10.1.2.5.5. Plattbärverk med viktreducerande ursparningar

K208136

I plattbärverk med viktreducerande ursparningar ska liv mellan sparkropparna beräknas med avseende på tvärkraft i livets längdriktning samt tvärkraft och böjmoment i livets tvärriktning.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

Råd

Motiv till beräkningen av liveen mellan ursparningar är att om liveen överbelastas kan en laminering som reducerar bärformågan i plattbärverkets huvudriktning uppstå. Tvärkraft och böjande moment i plattbärverkets tvärriktning i liveen mellan sparkropparna kan beräknas med en modell som visar vilka snittkrafter som uppstår när området med sparkroppar belastas med trafiklast enligt följande. En balkmodell för en 3 m bred strimla i tvärled upprättas där balkelementen representerar flänsar (plattans över-/underkant) och liv (betong mellan ursparningarna). Modellen utformas som en vierendeelbalk som antas upplagd på fjädrar mitt under varje liv. Fjädrarna ges en styvhet som motsvarar brobaneplattans "styvhet" (egentligen deformation för en enhetslast) för en bredd lika med ursparningarnas centrumavstånd i det betraktade spannets mitt. Vierendeelbalken belastas för bestämning av B med typfordon f i ett lastfält och i två lastfält. Balklive betraktas om vertikal armering saknas som oarmerade konstruktionselement och kontrolleras för vertikala normalspänningar och för tvärkraft tvärs livet.

10.1.2.6. Linjebärverk**10.1.2.6.1. Lastfördelning**

K219821

Trafiklastens fördelning i bärverket ska beakta bärverkets verkningsätt.

*Råd**Vid beräkning av lastfördelning för vägtrafiklast kan*

- *filfaktorer bestämmas i fjärddelssnitten*
- *balkarnas styvhet bestämmas genom beräkning med endast en axellast.*

10.1.2.6.2. Effektiv flänsbredd

K164590

Kantbalkar ska inte medräknas för väg- samt gång- och cykelbroar.

10.1.2.7. Ramkonstruktioner**10.1.2.7.1. Fast ram**

K164593

Vid beräkning av snittkrafter i rambroar ska fast ram förutsättas för trafiklast enligt 8.3.2, 8.3.3 och 8.3.4.

*Råd**Med rambro avses plattram eller balkram i ett eller flera spann med momentstyva ramhörn.*

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

10.1.2.7.2. Inspänning i grunden

K164596

Ramkonstruktioners inspänning i grunden ska beaktas. Detta krav gäller inte vid beräkning av överbyggnad för broar dimensionerade för 1988 års vägtrafiklastbestämmelser eller 1990 års järnvägstrafiklastbestämmelser och tidigare vid grundläggning på jord eller pålar av trä.

Råd

Vid beräkning av överbyggnad för broar dimensionerade för 1988 års vägtrafiklastbestämmelser eller 1990 års järnvägstrafiklastbestämmelser och tidigare vid grundläggning på jord eller pålar av trä kan grundläggningen modelleras som ledad i bottenplattas underkant.

10.1.2.8. Brobaneplattor**10.1.2.8.1. Momentfördelning i brobaneplatta mellan huvudbalkar**

K164599

För bestämning av böjande moment i tvärled i brobaneplattor av betong ska uttryck (10-2) tillämpas för vägbroar. Plattans medverkande bredd i meter antas enligt uttryck (10-2) dock högst enligt uttryck (10-3).

$$0,75 \cdot L + b + f \quad (10-2)$$

$$2,70 + f \quad (10-3)$$

där

 L centrumavståndet mellan balkar b hjulets utbredning i brons längdled f summan av överfyllnadshöjd och beläggningstjocklek inklusive tätskikt

För två eller tre lika stora punktlaster ökas fördelningsbredden med avståndet mellan punktlaster om influenserna av dessa överlappar varandra.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K224225

Följande ska tillämpas för järnvägsbroar vid bestämning av böjande moment i tvärled i brobaneplattor av betong:

Plattans medverkande bredd i meter antas enligt uttryck (10-4) dock högst enligt uttryck (10-5).

$$(0,75 \cdot L + 0,8 \text{ m} + H_f) \quad (10-4)$$

$$(3,3 \text{ m} + H_f) \quad (10-5)$$

där

L centrumavståndet mellan balkar

H_f ballastdjup utöver 0,6 m

För två eller tre lika stora punktlaster ökas fördelningsbredden med avståndet mellan punktlaster om influenserna av dessa överlappar varandra.

10.1.2.8.2. Tillämpning av brottlinjeteori för vägbroar

K164601

Om brottlinjeteori tillämpas ska en utmattningsberäkning utföras.

K208232

För broar dimensionerade enligt 1960 års vägtrafiklastbestämmelser och tidigare ska brottlinjeteori (gränslastmetod) tillämpas vid beräkning av brobaneplattor till balkbroar.

10.1.2.9. Valvkonstruktioner

K164603

För valvkonstruktioner ska lastspredningen beräknas enligt 8.3.3.3.4, där h är avståndet från valvets överkant till RUK, dock maximalt valvets bredd.

K164604

För valvkonstruktioner dimensionerade enligt 1987 års vägtrafiklastbestämmelser och tidigare ska lastfördelningen beräknas enligt kapitel 24, bilaga 6.

10.1.2.10. Förtillverkade konstruktioner

K164606

Vid kontroll av lastöverföring mellan element i plattelement- och betongbalkelementbroar dimensionerade enligt 1987 års vägtrafiklastbestämmelse och tidigare ska medverkande bredd b_{mb} (m) längs elementfogen beräknas enligt uttryck (10-6).

$$b_{mb} = v + 2f \quad (10-6)$$

där

v hjultryckets bredd enligt 8.3.2.2.3

f tjocklek av beläggning och överfyllnad



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

10.1.3. Krypning och krympning

K164608

Vid tillämpningen av SS-EN 1992-1-1, 3.1.4 ska följande tillämpas:

- t_0 lika med 30 dagar,
- klass N,
- ett K-värde på betongens tryckhållfasthet lika med $f_{ck, kub}$.

Varaktigheten ska sättas till 70 år för broar dimensionerade för 1987 års vägtrafiklastbestämmelser och tidigare eller 1960 års järnvägstrafikbestämmelser och tidigare. För övriga broar ska den sättas till 120 år.

10.2. Brottgränstillstånd

10.2.1. Icke-linjära metoder

K164611

Om beställaren så anger ska icke-linjära metoder tillämpas.

10.2.2. Tvärkraft

K164613

Vid beräkning av tvärkraftskapacitet i ett tvärsnitt med tvärkraftsarmering i broar dimensionerade för 1975 års vägtrafiklastbestämmelser eller 2008 års järnvägslastbestämmelser och tidigare ska kapaciteten sättas till det minsta värdet av uttryck (10-7) och (10-8).

$$V_{Rd} + V_c \quad (10-7)$$

$$V_{Rd, max} \quad (10-8)$$

där

V_{Rd} beräknas enligt SS-EN 1992-1-1, avsnitt 6.2.1(2)

$V_{Rd, max}$ beräknas enligt SS-EN 1992-1-1, avsnitt 6.2.3(4), ekvation (6.14).

V_c beräknas enligt BBK 04, avsnitt 3.7.3.2 varvid f_{ct} ska sättas till f_{ctd} enligt SS-EN 1992-2, 3.1.6(102). Tillägg enligt BBK 04 "Boverkets handbok om betongkonstruktioner" (Boverket), avsnitt 3.7.3.4 och 3.7.3.5 ska göras. Tillägg enligt BBK 04 "Boverkets handbok om betongkonstruktioner" (Boverket), avsnitt 3.7.3.3 och 3.7.3.6 ska inte göras.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K224226

Vid beräkning av böjarmeringens inverkan på tvärkraftskapaciteten för broar dimensionerade enligt 1960 års trafiklastbestämmelser och tidigare ska A_{sl} sättas till det totala böjarmeringsinnehållet för negativt och positivt moment i betraktat snitt. Armeringen ska ha en längd l utanför snittet åt bägge håll. Armering som inte har längden l utanför snittet ska medräknas i proportion till aktuell längd. Längden l ska sättas till det största av:

- halva effektiva höjden
- skarv- och förankringslängden enligt 10.2.3.1

10.2.3. Förankring, skarvning och avslutning av armering**10.2.3.1. Skarv- och förankringslängder**

K164616

För broar dimensionerade för 1950 års vägtrafiklastbestämmelser och tidigare ska η_1 enligt SS-EN 1992-1-1, avsnitt 8.4.2 alltid sättas till 1,0. För släta stänger ska BBK 04 "Boverkets handbok om betongkonstruktioner" (Boverket), avsnitt 3.9 tillämpas.

Råd

Om konstruktionen har korrosionsskador kan hänsyn tas till armeringskorrosionens effekt på skarv- och förankringslängder med metod beskriven i Lundgren m. fl. (Structure and Infrastructure Engineering). På säkra sidan tillämpas "all other conditions". För buntad armering anses två eller flera skarvar ligga i samma tvärsnitt då avståndet mellan skarvcentra är mindre än skarvområdets längd.

10.2.3.2. Skarvning i samma snitt**10.2.3.2.1. Slät stång**

K164620

Om mer än 50 % av armeringen har skarvats i samma snitt ska för släta stänger f_{yd} reduceras med en faktor k enligt nedan.

 $k = 1$ om 50 % har skarvats $k = 0,7$ om 100 % har skarvats

För mellanliggande värden ska rätlinjig interpolering tillämpas.

10.2.3.2.2. Kamstång

K164623

Vid korsande armeringsstänger som inte är fullt förankrade i korsningspunkten ska det område där avståndet mellan de båda armeringsplanen är mindre än 50 mm betraktas som skarv. Är längden på detta avsnitt mindre än tvärsnittets effektiva höjd ska reduktion inte göras i skarvsnittet.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

10.2.3.3. Avslutning av armering

K164625

För broar dimensionerade för 1960 års trafiklastbestämmelser och tidigare ska vid tillämpning av SS-EN 1992-1-1, 6.2.2, a_1 sättas till $0,5d$.

10.2.4. Lokalt tryck**10.2.4.1. Prägling**

K164628

Med ändring av vad som anges i SS-EN 1992-1-1, 6.7, ska den lokala tryckspänningen högst uppgå till $2,0 f_{cd} \cdot A_{c0}$.

För beräkning av lokalt tryck av undergjutning mot lagerpall ska lagerplattans kontaktspanning spridas inom begränsningslinjer lutande 2:1 från lagerplattans kant ned till undergjutningens underyta.

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

Råd

Mothåll i undergjutningen kan anses finnas om undergjutningen är så bred att en linje 1:1 från lagerplattans ytterkant hamnar inom ursparingen.

10.2.4.2. Spjälkning

K164630

Vid beräkning för spjälkning, avseende broar dimensionerande för 1975 års vägtrafiklastbestämmelser och senare eller 1990 års järnvägstrafikbestämmelser och senare, ska f_{yd} begränsas till 250 MPa.

10.2.5. Upphållningsarmering

K208394

Där en balk är upplagd på en balk i samma plan ska bärigheten för upphållningsarmering enligt SS-EN 1992-1-1, 9.2.5(2) beräknas. Detta krav gäller inte för upplag i broar dimensionerade för 1975 års vägtrafiklastbestämmelser och tidigare eller 1990 års järnvägstrafikbestämmelser och tidigare om dimensionerande tvärkraft i båda balkarna på alla sidor om upplaget är mindre än tvärkraftskapacitet beräknad enligt SS-EN 1992-1-1, avsnitt 6.2.2.

10.2.6. Genomstansning**10.2.6.1. Tätt pelarplacering**

K164633

Om fria avståndet mellan pelare är större än två gånger plattans effektiva höjd ska beräkning med hänsyn till genomstansning genomföras.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

10.2.6.2. Armering

K164635

För broar dimensionerade enligt 1960 års trafiklastbestämmelser och tidigare ska armering som inte har längden l_b utanför snittet medräknas i proportion till aktuell längd utanför snittet.

10.2.6.3. Tvärkraftsarmering som inte omsluter böjarmering

K164637

För plattor med en tjocklek större än 0,50 m ska byglar intill pelarstöd tillgodoräknas som tvärkraftsarmering även om de inte omsluter böjarmeringen i tryckt kant.

10.2.7. Bågar

K164639

Bågens kritiska bärförmåga N_{cr} , med hänsyn till knäckning enligt elasticitetsteori, ska vad gäller utknäckning vinkelrät mot bågplanet vara minst dubbelt så stor som aktuell tryckkraft i bågen.

K224227

Vid beräkning av en båge för tryck och böjning ska såväl last i bågens plan som horisontallast vinkelrät mot bågens plan beaktas. Vid beräkning av bågens slankhetsparameter för knäckning i bågplanet ska de snitt som har störst utböjning vid knäckning användas.

K224228

Hänsyn ska alltid tas till andra ordningens effekter.

10.2.8. Spricksäkerhet i oarmerad betong

K164641

Oarmerad konstruktion som inte är undervattensgjutna bottenplattor ska påvisas vara osprucken enligt SS-EN 1992-1-1, avsnitt 12, för laster enligt 8.5.2.1.

K224229

Utöver användandet av $\alpha_{cd, pl}$ ska en extra säkerhetsfaktor användas för broar dimensionerade för 1994 års vägtrafikbestämmelser och senare eller 1998 års järnvägstrafiklastbestämmelser och senare. Denna faktor ska sättas till 1,25.

K219854

Oarmerade undervattensgjutna bottenplattor ska påvisas vara ospruckna för böjdragspänningar beräknade enligt Navier. En spricksäkerhetsfaktor = 2,5 ska tillämpas. Hänsyn ska inte tas till minimiarmering i bottenplattans underkant.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

10.2.9. Betongled

10.2.9.1. Kontakttryck

10.2.9.1.1. Spjälkning

K164645

För broar dimensionerade enligt 1960 års trafiklastbestämmelser och tidigare ska verklig anliggningsbredd utnyttjas vid kontroll av spjälkning i till leden anslutande betongkonstruktioner. För broar dimensionerade enligt senare belastningsbestämmelser ska anliggningsbredden sättas till noll.

10.2.9.1.2. Betongled med bred skål och klack

K164647

Det ska visas att klacken inte lyfts ur skålen.

För vägbroar dimensionerade enligt 1975 års vägtrafiklastbestämmelser och senare samt för samtliga järnvägsbroar ska kontakttrycket i skålens botten understiga $2,0 f_{cd}$.

Kontakttrycket mot övriga ytor ska understiga f_{cd} .

Råd

De olika ledtyperna framgår av TRVINFRA-00227 "Bro och broliknande konstruktion, Byggnad" (Trafikverket) kapitel 12, bilaga 2.

Exempel på fördelning av maximala kontakttryck ges i figur 10-2.



Figur 10-2 Kontakttryck i betongled

10.2.9.2. Betongled med ledhals

10.2.9.2.1. Tvärkraft

K164651

Tvärkraften i en betongled med ledhals ska begränsas enligt SS-EN 1992-1-1, avsnitt 6.25. Betongleden ska betraktas som fog med skrovlig rengjord yta.

10.2.9.2.2. Upptagning av ledkraft

K164653

För vägbroar dimensionerade enligt 1975 års vägtrafiklastbestämmelser och senare samt för järnvägsbroar byggda 1976 och senare ska följande gälla. För en betongled med ledhals ska armeringen, utan hänsyn till betongens medverkan, beräknas för hela ledkraften, tvärkraften samt i förekommande fall för moment i ledhalsens längdriktning. Påkänningen ska högst uppgå till f_{yk} .



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

10.2.10. Flänsskjuvning

K208397

För broar dimensionerade för 1960 års trafiklastbestämmelser och tidigare ska, med ändring av SS-EN 1992-1-1 och SS-EN 1992-2, avsnitt 6.2.4, beräkning av armering för flänsskjuvning inte utföras om flänsen påvisas vara osprucken för huvuddragspänningen i flänsen beräknad med normal- och skjuvspänningar i flänsens plan. Spricksäkerhetsfaktor enligt 10.2.8 ska användas.

10.2.11. Momentkapacitet för enstaka punktlast

K164655

En brobaneplatta ska i brottgränstillståndet beräknas för momentet $F/2\pi$ per breddenhet.

K224230

I både längs- och tvärled ska armeringen i under- och överkant tillgodoräknas enligt uttryck (10-9) till (10-11).

$$m + m' = \frac{F}{2\pi} \quad (10-9)$$

$$m = \sqrt{m_{\parallel} \cdot m_{\perp}} \quad (10-10)$$

$$m' = \sqrt{m'_{\parallel} \cdot m'_{\perp}} \quad (10-11)$$

där

m momentkapaciteten bestämd på grundval av underkantsarmeringen

m' momentkapaciteten bestämd på grundval av överkantsarmeringen

F halva axellasten av vägtrafik multiplicerad med dynamiskt tillskott och med $\psi\gamma = 1,5$

10.3. Bruksgränstillstånd

10.3.1. Begränsning av spänningar och sprickbredder

10.3.1.1. Järnvägsbroar

K164659

För broar dimensionerade för 1960 års järnvägstrafiklastbestämmelser och tidigare ska exponeringsklass XC2 tillämpas.

K224231

För broar dimensionerade för 1990, 1998 och 1999 års järnvägstrafiklastbestämmelser ska exponeringsklass XC3, XC4 tillämpas.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K224232

För broar dimensionerade för 2002 års järnvägstrafiklastbestämmelser och senare ska den exponeringsklass som bärverksdelen ursprungligen är dimensionerad för tillämpas.

10.3.1.2. Vägbroar samt gång- och cykelbroar

K164661

För broar dimensionerade för 1960 års vägtrafiklastbestämmelser och tidigare ska exponeringsklass XC2 tillämpas.

K224233

För broar dimensionerade för 1975 och 1987 års vägtrafiklastbestämmelser ska exponeringsklass XC3, XC4 tillämpas.

K224234

För broar dimensionerade för 1988 och 1994 års vägtrafiklastbestämmelser ska exponeringsklass XD1 tillämpas.

K224235

För broar dimensionerade för 2002 års vägtrafiklastbestämmelser och senare ska den exponeringsklass som bärverksdelen ursprungligen är dimensionerad för tillämpas.

10.3.1.3. Begränsning av sprickbredder

K164663

För broar dimensionerade för 1975 års vägtrafiklastbestämmelser eller 1990 års järnvägstrafiklastbestämmelser och senare ska sprickbredder beräknas.

10.3.1.4. Livslängdsklass

K164665

Den livslängdsklass som bärverksdelen ursprungligen är dimensionerad för ska tillämpas vid beräkning av betongkonstruktioner dimensionerade för 1994 års vägtrafiklastbestämmelser samt 1990 års järnvägstrafiklastbestämmelser och senare.

K224236

För betongkonstruktioner dimensionerade för 1975, 1987 och 1988 års vägtrafiklastbestämmelser ska livslängdsklass L50 tillämpas.

K224237

För betongkonstruktioner dimensionerade för 1960 års väg- och järnvägstrafiklastbestämmelser och tidigare ska livslängdsklass L20 tillämpas. För järnvägsbroar byggda mellan 1975 och 1990 ska livslängdsklass L50 tillämpas.

10.3.1.5. Flera armeringslager

K164667

För laster enligt 8.5.2.2.1 ska inte f_{yk} överskridas i det yttersta armeringslagret.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

10.3.2. Begränsning av deformationer

10.3.2.1. Böjstyvhet

K164670

Vid beräkning av deformationer ska osprucken betong antas ha en böjstyvhet $E_c I_c / (1 + \varphi)$ och uppsprucken betong 60 % av detta värde.

10.3.2.2. Nedböjning

K164672

Beräknad nedböjning av trafiklast enligt 8.5.2.2.3 ska högst vara 1/300 för en vägbro, och högst 1/800 för en järnvägsbro, av den teoretiska spännvidden. För vägbroar dimensionerade enligt 1975 års vägtrafiklastbestämmelser och senare ska beräknad nedböjning vara högst 1/400 av den teoretiska spännvidden.

10.3.2.3. Vinkelrörelse

K164674

Vinkelrörelse i betongled ska för laster enligt 8.5.2.2.1 begränsas till 10 ‰ räknat från läget vid gjutningen.

Råd

Vinkelrörelser, definierade som vinkeländringar mellan lagers över- och underdel och bestämda av rörelser och deformationer av över- och underbyggnad, kan beräknas enligt uttryck (10-12).

$$\Delta\varphi = \Delta\varphi_T + \Delta\varphi_{krymp} + \Delta\varphi_{kryp} + \Delta\varphi_{grund} + \Delta\varphi_{last} \quad (10-12)$$

där

$\Delta\varphi$ totala beräknade rörelsen

$\Delta\varphi_T$ beräknad total temperaturrörelse hos konstruktionen

$\Delta\varphi_{krymp}$ rörelse på grund av krympning

$\Delta\varphi_{kryp}$ rörelse på grund av krypning

$\Delta\varphi_{grund}$ tillägg för eventuell rörelse i grunden under stödstrukturen

Tillägget ska väljas med hänsyn till grundläggningen av det aktuella stödet eller det stöd som har fast lager, varvid det ogynnsammaste stödet är avgörande.

Tillägget sätts till minst:

$\pm 0,10$ % vid grundläggning på berg

$\pm 0,20$ % vid grundläggning på friktionsjord med minst medelhög relativ fasthet

$\pm 0,30$ % vid grundläggning på annat material eller på pålar.

För GC-broar kan $\Delta\varphi_{grund}$ sättas till $\pm 0,10$ %.

$\Delta\varphi_{last}$ rörelse av laster som tillkommer efter monteringen som egentygnd, motfyllning, förspänning och variabel last



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

10.3.2.4. Överbyggnads vertikalrörelse

K164677

För järnvägsbroar ska överbyggnadens rörelse i vertikalled uppåt eller nedåt för laster enligt 8.5.2.2.3 inte överstiga 5 mm vid fri ände.

10.4. Utmattning

10.4.1. Vägbroar

K164679

Vid tillämpning av SS-EN 1992-1-1, tabell 6.2 ska K-värdet sättas lika med $f_{ck, kub}$ -värdet.

10.4.2. Järnvägsbroar

K212433

Järnvägsbroar av armerad betong ska beräknas med hänsyn till deras bärförmåga vid utmattningslast enligt 6.4.2 och 8.5.2.3.

Villkor enligt uttryck (10-13) ska vara uppfyllt.

$$(\sigma_1 - \sigma_2) \leq \Delta f_{st} / 2 \quad (10-13)$$

där

$(\sigma_1 - \sigma_2)$ aktuell spänningsvidd

Δf_{st} grundvärde för spänningsvidd

Råd

Risk för utmattningsbrott vid n spänningscykler mellan gränserna σ_1 och σ_2 antas inte föreligga om villkor enligt uttryck (10-13) är uppfyllt.

K212435

Om aktuell bro inte uppfyller villkoret enligt uttryck (10-13) ska antalet cykler n till där risk för brott föreligger bestämmas, utgående från aktuell spänningsvidd och tabell 10-1 samt tabell 10-2.

Dimensionerande cykel ska anges för bron (t. ex. axel, boggi, koppel (två närliggande boggier), vagn, tåg etc).

Δf_{st} är spänningsvidden som beror av armeringstyp och antal spänningscykler n enligt tabell 10-1 och för mellanliggande värden på n ska rätlinjig interpolation mot $\log n$ utföras.

Om så krävs ska rätlinjig extrapolering vid $n \geq 2 \cdot 10^6$ utföras.

För $n \leq 1000$ ska det antas att hållfastheten är opåverkad av utmattning.


Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

Tabell 10-1 Grundvärden för spänningsvidd Δf_{st} (MPa) i armering vid n spänningscykler

Armering		n				
		10^4	10^5	$6 \cdot 10^5$	10^6	$2 \cdot 10^6$
Släta stänger	Ss 260 S ¹	260	260	190	170	150
Kamstänger	B500B	400	270	200	180	160
	Ks 600S	400	270	200	180	160
Profilerade stänger	Ps 500	420	280	190	170	170

¹ Värdena på denna rad gäller som utgångsvärden för Δf_{st} för skarv- och fixeringssvetsad armering.

Värdena enligt tabell 10-1 gäller vid spänningskollektiv med kollektivparametern $\chi = 1$ dvs vid konstanta spänningsgränser σ_1 och σ_2 . Vid andra värden på χ , ska Δf_{st} bestämmas ur tabell 10-2 för ett reducerat antal spänningscykler n_f enligt uttryck (10-14).

$$n_f = g_n \cdot n \quad (10-14)$$

där

 χ kollektivparameter

 g_n beror av χ enligt tabell 10-2

Om så krävs ska rätlinjig interpolation mellan värden i tabell 10-2 göras.

Tabell 10-2 g för olika värden på kollektivparametern χ

χ	1	5/6	2/3	1/2	1/3
g	1	0,60	0,30	0,10	0,03



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

11 Stål- och aluminiumkonstruktioner

11.1. Beräkningsförutsättningar

K164682

Bärighetsberäkningar ska utföras i de snitt som är nödvändiga med hänsyn till konstruktionstypen och påverkande last.

*Råd**Nedanstående kan ses som en minimirekommendation.**Vid beräkning med hänsyn till böjmoment kontrolleras stödsnitt, snitt med maximala fältmoment samt övriga snitt som är kritiska med hänsyn till sektionförändringar.**Vid beräkning med hänsyn till tvärkraft och vridmoment kontrolleras stödsnitt, votslut samt övriga snitt som är kritiska med hänsyn till sektionförändringar.**Vid beräkning med hänsyn till utmattning med avseende på moment kontrolleras stödsnitt, snitt med maximala fältmoment, det i brottgränstillståndet dimensionerande snittet samt övriga snitt som är kritiska med hänsyn till anvisningsverkan.**Vid beräkning med hänsyn till utmattning med avseende på tvärkraft kontrolleras stödsnitt, det i brottgränstillståndet dimensionerande snittet samt övriga snitt som är kritiska med hänsyn till anvisningsverkan.**Vid beräkning av fackverkskonstruktioner ingår även att ta hänsyn till knutplåtarnas bärförmåga.*

11.2. Stålkonstruktioner

11.2.1. Beräkningsmodell

K208416

Vid beräkning av bärförmågan för stålkonstruktioner ska SS-EN 1993-1-1, 1993-1-5, 1993-1-8, 1993-1-9, 1993-1-11, 1993-1-12 och SS-EN 1993-2 tillämpas med tillhörande svenska nationella val enligt TSFS 2018:57. Utöver det ska ändringar och tillägg enligt nedan tillämpas.

Hänsyn ska tas till mängden svets, nitar, tilläggsplåtar etc.

Med ändring av vad som anges i SS-EN 1993-2, avsnitt 6.1 ska γ_{M0} sättas till 1,1 för stål i broar byggda före 1919.

11.2.1.1. Beräkning av krafter och moment

11.2.1.1.1. Fördelning

K164690

Fördelning av krafter och moment ska bestämmas enligt elasticitetsteori, se dock

11.2.1.3. För lastfall som innefattar olyckslast godtas dock gränslastmetod.

11.2.1.1.2. Huvud- och tvärbalk

K164694

Huvud- och tvärbalk ska kontrolleras med beaktande av sin funktion, vid balkrost t.ex. som kontinuerlig balk på fjädrande stöd.

Mellan tvärförband ska uppträdande deformationer av huvudbalkarnas tvärsnitt beaktas.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

Råd

Vid system med två huvudbalkar kan tvärbalkarna kontrolleras som fritt upplagda på huvudbalkarna. Om infästningen utgörs av ett böjstyvt svets- eller skruvförband kan tvärbalken beräknas för ett inspänningsmoment minst lika med en fjärdedel av största fältmomentet vid fri uppläggning. En spännvidd lika med avståndet mellan huvudbalkarnas tyngdpunktslinjer kan antas.

11.2.1.1.3. Bågbroar

K164697

I bågbroar ska krafter och moment beräknas med hänsyn tagen till både bågens och avstyvningsbalkens styvhet.

Råd

Uppträdande moment fördelas mellan båge och balk.

11.2.2. Brottränstillstånd**11.2.2.1. Prägling**

K164711

Vid dimensionering med hänsyn till lokalt tryck enligt Hertz ska dimensioneringsvärdet för präglingshållfastheten sättas lika med det lägsta av värdena $4,5 f_{yd}$ och $2,0 f_{uk}$. Kontroll av utmattningslast får utelämnas. För stålsorter utan garanterad brotthållfasthet ska f_{uk} sättas lika med $1,1 f_{yk}$.

11.2.2.2. Omfördelning av moment

K164713

En begränsad omfördelning av moment enligt nedanstående beräkningsmodell godtas om följande villkor är uppfyllda:

- balken är en I-balk
- rotationen sker vid mellanstöd
- tvärkraften V_{sd} vid det aktuella stödet får vara högst 80 % av kapaciteten
- underflänsen är stagad mot vippning.

K164715

Fördelning av krafter och moment ska bestämmas med elasticitetsteori.

Momentomlagring från stöd till fält ska göras genom att utnyttja plastiska deformationer vid stöd. Balkens tillgängliga rotationskapacitet får inte överskridas.

Råd

Beräkningsmetodiken framgår av "Sustainable bridges, Background document, Updated assessment methods for riveted structures" (LTU).



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

11.2.2.2.1. Balkens rotationskapacitet i mrad

K164718

Rotationskapaciteten ska bestämmas enligt uttryck (11-1) till (11-5).

$$\theta_{0,1,0} = \left[3 + \frac{10}{\lambda_w^{2,6}} \right] \kappa_{f,1,0} \quad \text{för } M_{\text{ref}} = M_{Rd} \quad (11-1)$$

$$\lambda_w = \sqrt{\frac{f_{yk}}{\sigma_{cr}}} = \frac{c}{28,4t\epsilon\sqrt{k_\sigma}} \quad (11-2)$$

$$\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_{yk}}} \quad \text{med } f_{yk} \text{ i MPa} \quad (11-3)$$

där

c livets bredd mellan hålkäl eller svets enligt SS-EN 1993-1-1, tabell 5.2, blad 1

t livtjocklek

k_σ bucklingsfaktor enligt SS-EN 1993-1-5, tabell 4.1. För lika stora drag- och tryckspänningar i livets yttre kanter är $k_\sigma = 23,9$.

och

$$\kappa_{f,1,0} = \frac{\theta_0}{63} = 3,8 - 5,9\lambda_f \quad (11-4)$$

$$0 \leq \kappa_{f,1,0} \leq 1,0$$

$$\lambda_f = c/(18,6 t \epsilon) \quad (11-5)$$

där

c flänsens utstående del enligt SS-EN 1993-1-1, tabell 5.2, blad 2

t flänsens tjocklek enligt SS-EN 1993-1-1, tabell 5.2, blad 2

11.2.3. Bruksgränstillstånd

11.2.3.1. Begränsningar av deformationer

K164721

Om beställaren inte anger annat ska krav enligt 10.3.2.2, 10.3.2.3 och 10.3.2.4 uppfyllas.

11.2.4. Utmattning

11.2.4.1. Allmänt

K164724

Beräkning av utmattningshållfasthet ska göras enligt SS-EN 1993-1-9, avsnitt 7 med förbandsklasser enligt SS-EN 1993-1-9, tabell 8.1 – 8.9, se även 11.2.3.2.

K224238

Vid friktionsförband ska spänningsvidden beräknas utgående från bruttoarean och vid övriga skruvförbandsklasser från nettoarean.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K224239

Vid högt förspända förband med skruvar påverkade av yttre dragkraft får variationen av dragkraften i skruvarna antas svara mot 30 %, av den yttre dragkraftens variation, om inte annat visas vara riktigare.

11.2.4.2. Dimensioneringsvillkor

K164726

Dimensioneringsvillkoret med hänsyn till utmattning vid en ren normalspänning ska bestämmas enligt uttryck (11-6) och (11-7).

$$\sigma_{rd} \leq f_{rd} \quad (11-6)$$

$$f_{rd} = \Delta\sigma_R / 1,1 \quad (11-7)$$

där

 f_{rd} dimensioneringsvärdet för utmattningshållfastheten enligt 11.2.4.4 $\Delta\sigma_R$ utmattningshållfastheten beräknad enligt SS-EN 1993-1-9. σ_{rd} spänningsvidd, avser skillnaden mellan maximi- och minimispänningen i lastkombination C för den studerade punkten i ett tvärsnitt, varvid spänningarna beräknas som nominella spänningar utan hänsyn till lokala spänningsvariationer orsakade t. ex. av svetsars detaljgeometri.

K224240

Om spänningsvidden utgörs av enbart skjuvspänningar ska dimensioneringsvillkoret bestämmas enligt uttryck (11-8) och (11-9).

$$\tau_{rd} \leq f_{rzd} \quad (11-8)$$

$$f_{rzd} = \Delta\sigma_R / 1,1 \quad (11-9)$$

där

 $\Delta\tau_R$ utmattningshållfastheten för skjuvning beräknad enligt SS-EN 1993-1-9. I fall där lämplig förbandsklass för skjuvning inte finns i SS-EN 1993-1-9, tabell 8.1 t.o.m. 8.8 får $f_{rzd} = 0,6 \Delta\sigma_R / 1,1$ användas. τ_{rd} skjuvspänningsvidd, avser skillnaden mellan maximi- och minimiskjuvspänningen i lastkombination C för den studerade punkten i ett tvärsnitt, varvid spänningarna beräknas som nominella spänningar utan hänsyn till lokala spänningsvariationer orsakade t. ex. av svetsars detaljgeometri.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

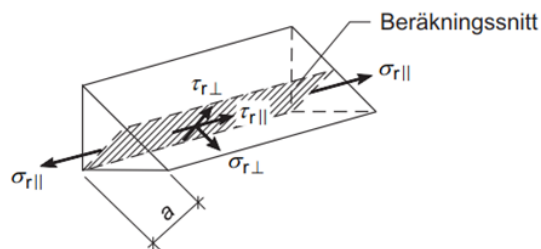
Version

1.0

K224241

Vid fleraxligt spänningstillstånd med spänningsvidderna $\sigma_{r\parallel}$, $\tau_{r\parallel}$, $\sigma_{r\perp}$ och $\tau_{r\perp}$ ska utöver villkoren enligt uttryck (11-6) och (11-8) för varje enskild spänningskomponent även uttryck (11-10) uppfyllas. Se figur 11-1.

$$\sqrt{\frac{\sigma_{rd\parallel}^2}{f_{rd}^2} + \frac{\sigma_{rd\perp}^2}{f_{rd}^2} + \frac{\tau_{rd\parallel}^2}{f_{rvd}^2} + \frac{\tau_{rd\perp}^2}{f_{rvd}^2}} \leq 1,10 \quad (11-10)$$



Figur 11-1

Råd

För vissa förbandstyper har fleraxligheten i spänningstillståndet beaktats vid bestämningen av C-värdet. I dessa fall behöver inte villkoret enligt uttryck (11-10) uppfyllas.

11.2.4.3. Förbandsklass**11.2.4.3.1. Allmänt**

K164729

Förbandsklasser ska för broar dimensionerade enligt 2009 trafiklastbestämmelser och senare väljas enligt SS-EN 1993-1-9, tabell 8.1 t.o.m. 8.9 om förbandet är utfört enligt beskrivningen och kraven i tabellerna.

K224242

För

- broar dimensionerade för 1975 t.o.m. 2004 års vägtrafiklastbestämmelser samt
- broar dimensionerade för 1960 t.o.m. 2002 års järnvägtrafiklastbestämmelser och byggda 1975 och senare

ska de lägsta värdena enligt tabell 8.1 t.o.m. 8.9 användas, där det finns flera kvalitetsnivåer för samma förband. Om det framgår på ritning etc. att en svets är utförd i svetsklass WA eller svetsklass Sv 3 ska en förbandsklass högre användas.

K224243

För övriga broar ska förbandsklasserna antas motsvara den lägsta förbandsklassen enligt tabell 8.1. t.o.m. 8.9 minskat med ett steg.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

11.2.4.3.2. Kompletterande krav

K164731

Där förbandsklassen inte framgår av SS-EN 1993-1-9, t.ex. vid korsande svetsar, ska förbandsklassen vid två eller flera samverkande anvisningar bestämmas enligt följande:

- Vid två samverkande anvisningar ska förbandsklassen anses svara mot det lägsta C-värdet för de två anvisningarna minskat med ett steg i serien av C-värden enligt SS-EN 1993-1-9, figur 7.1.
- Vid fler än två samverkande anvisningar ska förbandsklassen anses svara mot det lägsta C-värdet minskat med två steg.
- Ett hål i närheten av en svets ska förutsättas inverka på svetsens utmattningshållfasthet om avståndet mellan hålets kant och svetskanten är mindre än hålets diameter. Hålets inverkan ska beaktas i beräkningen genom att den beräknade nominella spänningsvidden ökas genom multiplikation med faktorn 200/C, där C är förbandsklassen för hålet, bestämd enligt SS-EN 1993-1-9.

11.2.4.4. Beräkning av utmattningshållfasthet vid konstant spänningskollektiv

K164733

För beräkning med typiserade spänningskollektiv, enligt 8.3.3.2.7, ska den karakteristiska utmattningshållfastheten f_{rk} vid kollektivparametrar $\kappa = 5/6$ och $\kappa = 2/3$ beräknas genom att multiplicera värden beräknade enligt SS-EN 1993-1-9 med 1,2 respektive 1,4. Beräkningen ska utföras enligt uttryck (11-6) och (11-8) varvid σ_{rd} respektive τ_{rd} är den största nominella spänningsvidden i det betraktade spänningskollektivet i lastkombination C.

11.2.4.5. Modifiering av utmattningshållfastheten

K164735

Utmattningshållfastheten för grundmaterial som inte påverkas av svets eller termisk skärning ska ökas genom att f_{rk} multipliceras med materialfaktorn γ_m enligt tabell 11-1. Grundmaterialet ska anses opåverkat av svets eller termisk skärning om avståndet till svetskant eller skärkant är minst 3t eller minst 50 mm, varvid t är grundmaterialets tjocklek.

Tabell 11-1 Materialfaktor för grundmaterial opåverkat av svets eller termisk skärning

Brottgräns (MPa)	Materialfaktor (γ_m)
$340 \leq f_{uk} < 410$	1,0
$410 \leq f_{uk} < 450$	1,10
$450 \leq f_{uk} < 490$	1,15
$490 \leq f_{uk} < 600$	1,20
$600 \leq f_{uk}$	1,25

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

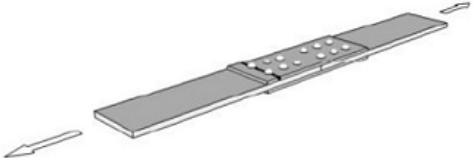
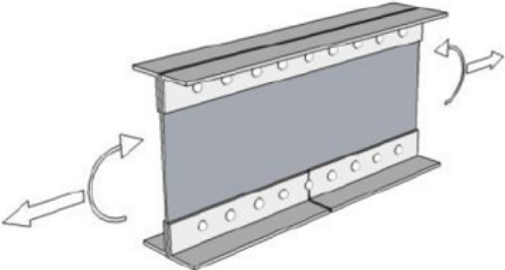
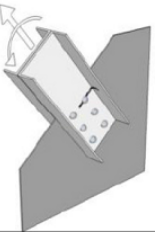
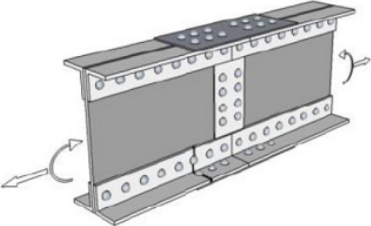
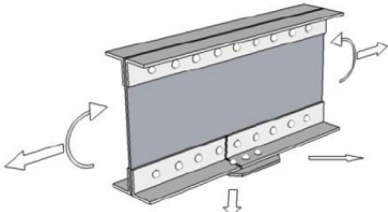
11.2.4.6. Nitförband

K164737

För utmattning av nitförband ska tabell 11-2 tillämpas, där de nominella spänningarna beräknas på nettotvårsnitt. För utmattningskapaciteten av själva niten ska följande förbandsklasser användas.

- för skjuvpåverkad nit i enskärigt förband, $C = 80$
- för skjuvpåverkad nit i flerskärigt förband, $C = 100$

Tabell 11-2 Förbandsklass C för nitade förband (figurerna är hämtade från IRS 70778-2 (UIC))

Nr.	Förband	C	Anmärkning
1		80	Skarv med skarvplåt på båda sidor
2		80	Förband mellan L-järn och liv-plåt samt mellan L-järn och flänsplåt i uppbyggd balk. Nitar belastade av skjuvkrafter p.g.a. moment.
3		71	Förband i fackverk.
4		71	Skarv med skarvplåtar endast på en sida.
5		71	Infästning av förband i dragen fläns.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

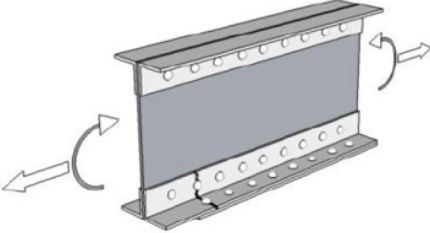
TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

6		71	De fem första nitraderna vid ändarna av en flänsplåt.
---	---	----	---

11.3. Samverkanskonstruktioner

11.3.1. Beräkningsförutsättningar

K164740

Vid beräkning av bärförmågan för samverkanskonstruktioner ska SS-EN 1994-2 tillämpas med tillhörande svenska nationella val enligt TSFS 2018:57. Utöver det ska ändringar och tillägg enligt nedan tillämpas. Hänsyn ska också tas till kapitel 10.

11.3.1.1. Samverkan

K164742

Med full samverkan avses en balk som är utformad så att bärförmågan hos betong och stål tillsammans bestämmer tvärsnittskapaciteten. Förbindningen mellan stål och betong ska betraktas som stel och överstark.

11.3.1.2. Brobaneplattans medverkan

K164744

För stålbroar med brobaneplatta av betong utan skjuvförbindare får inte brobaneplattan medräknas i tvärsnittet vid bestämning av snittkraftsfördelning och tvärsnittskapacitet.

K212898

För stålbroar med brobaneplatta av betong med skjuvförbindare i form av svetsbultar får brobaneplattan medräknas i tvärsnittet vid bestämning av tvärsnittskrafter och tvärsnittskapaciteter, om villkoren i 11.3.1.3 och i SS-EN 1994-2, 6.6.5 är uppfyllda.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K212899

För stålbroar med brobaneplatta av betong med skjuvförbindare utformade enligt figur 11-2 kan skjuvkraftskapaciteten mellan stål och betong beräknas enligt följande:

- Skjuvförbindarnas dragkraftskapacitet och påkänning vinkelrätt brobaneplattans plan ska beräknas och redovisas.
- Skjuvförbindarna kan beräknas som blockförbindare om fronten i kraftriktningen inte är kilformad och att styvheten är så stor att en jämn tryckfördelning mot betongen kan antas jämnt fördelad i brottgränstillstånd.

Den kraftöverförande kapaciteten för blockförbindare kan beräknas enligt uttryck (11-11) och (11-12).

$$P_{Rd_b} = \eta A_{f1} f_{ck} \quad (11-11)$$

$$\eta = \sqrt{A_{f2}/A_{f1}} \quad (11-12)$$

men inte större än 2,5 för normal betong och 2,0 för lättviktsbetong

där

A_{f1} arean av den belastade ytan enligt figur 11-2

A_{f2} arean A_{f1} förstorad med en faktor 1:5 av längden till närmast framförliggande skjuvförbindares bekare yta. Endast den del av ytan som hamnar inom betongens tvärsnitt medräknas.

Den kraftöverförande kapaciteten för förankringsjärn ska beräknas enligt uttryck (11-13).

$$P_{Rd_f} = \frac{A_s f_y}{\sqrt{1 + \sin^2(\alpha)}} \quad (11-13)$$

där

f_y den karakteristiska sträckgränsen för förankringsjärnet

- Om blockförbindare och förankringsjärnet delar på kraftupptagningen ska deras relativa styvhet beaktas vid fördelning av krafter. Om inte en mer noggrann beräkning görs ska den sammanlagda kraftöverförande kapaciteten beräknas enligt uttryck (11-14)

$$P_{Rd} = P_{Rd_b} + 0,7 P_{Rd_f} \quad (11-14)$$

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

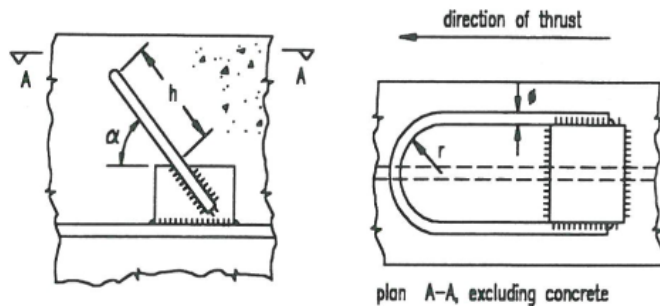
Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

- Skjuvkraftskapaciteten mellan stål och betong begränsas till det minsta av kapaciteten för skjuvförbindare eller svetsar mellan stål och skjuvförbindare. Svetsens kapacitet, beräknad enligt, SS-EN 1993-1-8 ska vara större än $1,2 P_{Rd_b} + P_{Rd_f}$.



Figur 11-2

11.3.1.3. Flänstjocklek

K164746

Svetsbultar som är svetsade mot flänsar som är tunnare än svetsbultdiametern dividerat med 2,5 ska inte förutsättas ta någon last.

K212896

Svetsbultar som är svetsade mot flänsar som är tunnare än svetsbultdiametern dividerat med 1,5 ska inte förutsättas ta någon last om de är dragna och utsatta för utmattningslast.

Råd

För enbart tryckta flänsar som inte uppfyller tjocklekskravet för dragna flänsar enligt ovan görs en bedömning från fall till fall med hänsyn till flänstjockleken och utnyttjandegraden.

11.3.1.4. Krypning

K164748

Vid beräkning av tvärsnittstorheter för samverkanskonstruktioner ska hänsyn tas till krypning. Med ändring av vad som anges i SS-EN 1994-2, avsnitt 5.4.2.2, ska kryptal enligt 10.1.3 användas.

11.3.2. Bruksgränstillstånd**11.3.2.1. Begränsningar av deformationer**

K164756

Om beställaren inte anger annat ska krav enligt 10.3.2.2, 10.3.2.3 och 10.3.2.4 uppfyllas.

11.3.2.2. Begränsning av sprickbredder

K164761

Vid beräkning av sprickbredd i en betongplatta i bruksgränstillståndet ska medelsprickavståndet s_{rm} enligt SS-EN 1992-1-1, uttryck 7.8, sättas lika med avståndet mellan svetsbultarna i längdled om inte annat avstånd visats vara mer riktigt.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

11.4. Aluminiumkonstruktioner**11.4.1. Beräkningsförutsättningar**

K164765

Vid beräkning av bärförmågan för aluminiumkonstruktioner ska SS-EN 1999-1-1 och SS-EN 1999-1-3 tillämpas med tillhörande svenska nationella val enligt TSFS 2018:57. Utöver det ska ändringar och tillägg enligt nedan tillämpas.

11.4.2. Bruksgränstillstånd

K164767

Om inte beställaren anger annat ska krav enligt 10.3.2.2, 10.3.2.3 och 10.3.2.4 uppfyllas.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

12 Träkonstruktioner

12.1. Beräkningsförutsättningar

12.1.1. Beräkningssnitt

K164772

Bärighetsberäkningar ska utföras i de snitt som är nödvändiga med hänsyn till konstruktionstypen och påverkande last.

12.1.2. Beräkningsmodell

12.1.2.1. Beräkning av krafter och moment

K164775

Fördelning av krafter och moment ska bestämmas enligt elasticitetsteori.

K224245

Vid beräkning av bärförmågan för träkonstruktioner ska SS-EN 1995-1-1 och SS-EN 1995-2 tillämpas med tillhörande svenska nationella val enligt TSFS 2018:57. Utöver det ska ändringar och tillägg enligt nedan tillämpas.

K224244

Inverkan av träets fuktrörelser ska beaktas vid beräkning av träöverbyggnader. Den totala fuktrörelsen kan förutsättas vara 5 mm/m vinkelrät fiberriktningen och kan försummas längs fiberriktningen.

12.1.2.2. Spännkraft i tvärsända stag

K164777

Spännkraften i tvärsända stag ska antas vara 40 % av den ursprungliga spännkraften om inget annat kan påvisas vara riktigare.

12.1.2.3. Sekundärt bärverk av trä

12.1.2.3.1. Trädäck med syllar och slitplank

K224248

Fördelningsbredd för last av typfordon enligt kapitel 19, bilaga 1, ska bestämmas enligt nedan.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K164780

Fördelningsbredden b_L i brons längdled vid beräkning av moment och tvärkraft ska bestämmas enligt uttryck (12-1).

$$b_L = 0,20 + 2 \cdot h + H \quad (\text{m}) \quad (12-1)$$

där

 H syllens höjd

 h slitplankens tjocklek

Om spelrum finns mellan syllarna ska b_L reduceras till $b_{L\text{eff}}$

$$b_{L\text{eff}} = \frac{b}{c} \cdot b_L \quad (\text{m}) \quad (12-3)$$

där

 b syllens bredd

 c centrumavstånd mellan syllar

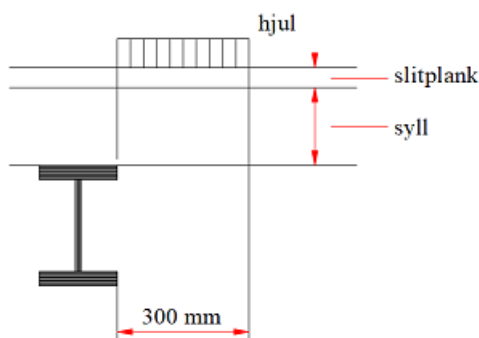
K224246

Fördelningsbredden b_t i brons tvärled vid beräkning av moment ska bestämmas enligt uttryck (12-2) och (12-3).

$$b_t = 0,30 + 2 \cdot h + H \quad (\text{m}) \quad (12-2)$$

K224247

Vid beräkning av tvärkraft ska hjulets kant anses vara placerad mitt över balkflänsens kant, se figur 12-1.


Figur 12-1 Placering av hjul intill balk
12.1.2.3.2. Lamelldäck

K164782

För lamelldäck som är byggda enligt gruppritning 584:7G-a ska fördelningsbredden bestämmas enligt uttryck (12-4).

$$b_{\text{ef}} = 0,60 L_{\text{ccbalk}} \quad (12-4)$$

där

 L_{ccbalk} centrumavståndet mellan huvudbalkarna

**Titel**

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

*Råd**Gruppritning 584:7G-a finns att hitta via Information/Standardritningar i BaTMan.***12.1.2.3.3. Tvärspänd brobaneplatta**

K164784

För en tvärspänd brobaneplatta får värden på fördelningsbredd enligt ursprunglig beräkning användas.

12.2. Brottgränstillstånd

K164786

Vid beräkning av dimensionerande bärförmåga vid böjning enligt SS-EN 1995-1-1, avsnitt 6.3.3, ska den effektiva balklängden vid bestämning av κ_{crit} för trädäck med syllar och slitplank sättas till centrumavståndet mellan balkarna ökat med $2H$. H är syllens höjd i meter.

12.3. Bruksgränstillstånd

K164788

Med ändring av vad som anges i SS-EN 1995-2, avsnitt 7.2, ska krav enligt 10.3.2.2 uppfyllas.

12.4. Utmattning**12.4.1. Gång- och cykelbroar**

K164791

Utmattning med avseende på trafiklast ska inte beaktas för gång- och cykelbroar.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

13 Rörbroar

13.1. Allmänt

K164794

Kraven i kapitel 1 - 11 ska gälla med de tillägg och ändringar som anges i detta kapitel.

13.2. Rörbroar av stål

K164796

Med ändring av vad som anges i kapitel 11 ska bilaga 7 i publikation "Design of soil steel composite bridges" (KTH) tillämpas. Avsnitten B7.6.3 och B7.6.4 i nämnda publikation utgår.

K224249

Skruvförband ska beräknas enligt SS-EN 1993-1-8.

K222565

För järnvägsbroar ska fördelningen av axellaster mot räler på sliprar göras på tre sliprar enligt figur 8-3 a och laster enligt 8.3.3 ska användas.

13.3. Rörbroar av betong

K164798

För rörbroar av betong som uppfyller kravet på styvhetsförhållande enligt publikation "Design of soil steel composite bridges" (KTH), avsnitt 3.3, ska nämnda publikations bilaga 7 tillämpas. Avsnitten B7.6.3 och B7.6.4 i nämnda publikation utgår.

Råd

Vid beräkning i brottgränstillstånd får icke-linjära metoder tillämpas.

13.4. Rörbroar av plast

K164800

För rörbroar av plast som uppfyller kravet på styvhetsförhållande enligt publikation "Design of soil steel composite bridges" (KTH), avsnitt 3.3 ska nämnda publikations bilaga 7 tillämpas.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

14 Brolager

K163529

Brolager ska beräknas med beräkningsmodeller enligt SS-EN 1337-1 till och med -7.

K224250

Hållfasthetsvärden för aktuellt brolager ska användas.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

15 Stenstöd

K221081

En utredning av ett brostöd av sten ska utföras som en bedömning av stenstödet bärighet enligt nedan.

Innan en bärighetsbedömning kan göras måste det finnas inmättningsritningar på bron inklusive stödet.

K221085

Inspektionen ska genomföras gemensamt av en geotekniker och en brotekniker. Speciellt ska skador av följande slag dokumenteras:

- sättningsrörelser i stödet,
- underspolning eller erosion,
- genomspolning eller läckage,
- förskjutning av stenar,
- sprickor i stenar,
- nedbrutet fogbruk,
- frilagda pålar,
- frilagd rustbädd och skador på rustbädden,
- andra väsentliga skador.

K221086

Stödets samtliga sidor och eventuella skador ska dokumenteras genom fotografering.

K221084

Resultatet av bedömningen ska sammanställas i en rapport. Rapporten ska innehålla information om stödet, t.ex.

- grundläggningstyp
- inspektionsresultat
- resultat från tidigare utförda undersökningar inkl. geotekniska undersökningar
- om uppföljning av stenrörelser är nödvändiga.

K221082

Rapporten ska innehålla en rekommendation om aktuell bärighet för stödet. För vägbroar ska bärigheten uttryckas som A/B. För gång- och cykelbroar ska bärigheten uttryckas som R och p. För järnvägsbroar ska bärigheten uttryckas som linjekategori.

Råd

Rapporten avseende brostödet bärighet kan utformas enligt kapitel 23, bilaga 5.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

16 Övriga byggnadsverk

16.1. Stödmur

16.1.1. Giltighetsområde

K224252

Stödmurar som belastas av trafik på marken ovanför stödmuren ska bärighetsberäknas.

K164804

Craven i kapitel 1- 11 ska gälla med de tillägg och ändringar som anges i detta kapitel.

K224251

Beräkning av utmattnin g ska inte göras.

16.1.2. Säkerhetsklass

K164806

Stödmurar ska vid verifi eringen i brottgränstillstånd hänföras till säkerhetsklass 3.

16.1.3. Lastförutsättningar

16.1.3.1. Allmänt

K164809

För stödmurar som belastas av gång- och cykeltrafik ska trafiklast enligt 8.3.4 tillämpas.

För övriga stödmurar ska 8.3.2 tillämpas.

16.1.3.2. Trafiklast - vägtrafik

K164811

Centrumavståndet mellan hjullasterna ska sättas till 2,0 m.

K224253

Överlasten ska bestämmas genom att typfordonen ställs ut på vägbanan i vägens längdriktning. Varje typfordons respektive axellast sprids genom jorden. Lutningen ska antas vara 1:1 för broar dimensionerade för 1975 års vägtrafiklastbestämmelse och tidigare och 2:1 för övriga broar. Spridning ska göras både i längdled och i tvärled. Spridning får inte göras utanför betraktad stödmurs utsträckning.

16.1.3.3. Lastkombinationer

K164813

Stödmurar ska beräknas för lastkombination A, B:a och B:b enligt tabell 14-1.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

Tabell 14-1 Lastkoefficienter för respektive lastkombination $\psi\gamma$

Laster	Lastkombination		
	A	B:a	B:b
<u>Permanenta laster</u>			
Egentyngd (8.2.1)	1,2	1	1
Beläggning (8.2.2.1)	1,2	1	1
Överfyllnad (8.2.2.2)	1,2	1	1
Jordtryck (8.2.3)	1,2	1	1
Vattentryck (8.2.4)	1,2	1	1
Stödförskjutning (8.2.5)	1,2	1	1
Krympning (8.2.6)	1,2	1	
Spännkraft (8.2.7)	1,2	1	1
<u>Variabla laster</u>			
Vägtypfordon (8.3.2.2.1)	0,7/1,5	1	
Sidokraft (8.3.2.3.2)	0,7/1,5	0,7	
Gångbanelast (8.3.2.2.6)	0,4	0,2	
GC-typfordon (8.3.4.2.1)	0,7/1,5	1	
GC-ytlast (8.3.4.2.2)	0,7/1,5	1	
Temperaturlast (8.3.8)	0,6/1,5 ^a	0,6	0,2
Vindlast (8.3.9)	0,6/1,5	0,6	
Vattentryck (8.3.12)	0,8/1,5	0,8	0,3

a) Se 8.5.2

16.2. Båtbrygga och färjeläge

16.2.1. Allmänt

16.2.1.1. Giltighetsområde

K164817

Båtbryggor och färjelägen ska beräknas och kraven i kapitel 1 - 11 ska gälla med de tillägg och ändringar som anges i detta avsnitt.

16.2.1.2. Säkerhetsklass

K164819

Båtbryggor och färjelägen ska vid verifieringen i brottgränstillstånd hänföras till säkerhetsklass 3, utom för konstruktioner med teoretisk spännvidd högst lika med 15,0 m i största spannet som ska hänföras till säkerhetsklass 2.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

16.2.2. Lastförutsättningar**16.2.2.1. Båtbryggor**

K164822

Båtbryggor som är så breda att lastbilar kan vända ska även beräknas under förutsättning av att axellasterna är placerade vinkelrätt mot bryggans längdriktning.

K224254

Vid tillämpningen av 8.3.2.2.2 ska hastigheten sättas till 20 km/h.

16.2.2.2. Färjelägen

K164824

Vid tillämpningen av 8.3.2.2.2 ska hastigheten sättas till 20 km/h.

16.3. Påldäck**16.3.1. Allmänt****16.3.1.1. Giltighetsområde**

K164828

Påldäck ska beräknas.

K224256

Om beställaren så anger ska pålgrundläggningen bärighetsberäknas.

K224255

Kraven i kapitel 1 - 11 ska gälla med de tillägg och ändringar som anges i detta avsnitt.

16.3.1.2. Säkerhetsklass

K164830

Påldäck ska vid verifieringen i brottgränstillstånd hänföras till säkerhetsklass 2.

16.4. Tunnel**16.4.1. Allmänt****16.4.1.1. Giltighetsområde**

K224257

Tunnlar av betong ska beräknas.

K164834

Kraven i kapitel 1 - 11 ska gälla med de tillägg och ändringar som anges i detta avsnitt.

16.4.1.2. Säkerhetsklass

K164836

Tunnlar ska vid verifieringen i brottgränstillstånd hänföras till säkerhetsklass 3.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

16.5. Tråg**16.5.1. Allmänt****16.5.1.1. Giltighetsområde**

K223122

Tråg ska beräknas.

K224258

Kraven i kapitel 1 - 11 ska gälla med de tillägg och ändringar som anges i detta avsnitt.

16.5.1.2. Säkerhetsklass

K223297

Tråg ska vid verifieringen i brottgränstillstånd hänföras till säkerhetsklass 3.

**Titel**

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

17 Bärighetsberäkning, tunga vägtransporter

17.1. Allmänt

17.1.1. Giltighetsområde

K164840

Kapitel 17 ska tillämpas vid bärighetsberäkningar för tunga transporter på det statliga vägnätets byggnadsverk.

K224259

Kraven i kapitel 1 - 15 ska gälla med de tillägg och ändringar som anges i detta kapitel.

K224260

Lager och ramben ska inte bärighetsberäknas, utom vid bärighetsberäkning för färd i markerat körfält då ramben etc. ska beräknas.

17.1.2. Partialkoefficientmetod och säkerhetsklass

K164842

Vid färd i vägbanemitt ensam på bron, i markerat körfält, ska säkerhetsklass 2 tillämpas, dvs. $\gamma_d = 0,91$.

K224261

Laster enligt 17.2 ska tillämpas.

17.1.3. Godtagande av bärighetsberäkning

K164844

Bärighetsberäkningen ska vara godtagen enligt kapitel 5 med följande ändringar.

- En beräkning enligt 17.1.4.2.1 ska inte godtas.
- En beräkning enligt 17.1.4.2.2 ska kontrolleras i efterhand. Kontroll enligt 5.3.3 ska inte utföras.

17.1.4. Bärighetsberäkning, tung transport

17.1.4.1. Allmänt

K164847

En bärighetsberäkning ska antingen utföras som en lasteffektberäkning eller som en kapacitetsberäkning. Kraven för de olika sätten att bestämma bärigheten anges nedan.

17.1.4.2. Lasteffektberäkning

17.1.4.2.1. Beräkning med Brokontroll

K164850

Vid en bärighetsberäkning med Trafikverkets automatiserade Brokontroll görs beräkningar mot respektive bros bärighet uttryckt som A/B enligt fastställda villkor.

**Titel**

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

17.1.4.2.2. Individuell lasteffektberäkning

K164852

Beräkning som utförs som en direkt jämförelse mellan lasteffekter av typfordonen och lasteffekter av aktuell transport för aktuell bro.

17.1.4.3. Kapacitetsberäkning

K164854

Vid en kapacitetsberäkning görs en beräkning där brons bärförmåga kontrolleras för laster enligt 17.2.

17.1.5. Utmattnings och olyckslast

K164856

Beräkning avseende utmattnings och olyckslast ska inte utföras.

17.1.6. Redovisning**17.1.6.1. Allmänt**

K164859

Redovisningen ska uppfylla kraven i kapitel 5 med följande ändringar.

Beräkningen ska inledas med en beskrivning av den tunga transporten samt de förutsättningar för transporten som beräkningen grundar sig på.

17.1.6.2. Kapacitetsberäkning

K164861

Beräkningen enligt 17.1.4.3 ska omfatta lastkombination A samt för spännarmerade betongkonstruktioner även lastkombination B enligt 17.2.3.

17.1.6.3. Lasteffektberäkning

K164863

Beräkningen enligt 17.1.4.2.2 ska omfatta en beräkning där lasteffekten för den tunga transporten jämförs med lasteffekten av typfordonen.

17.1.7. Byggnadsverkets tillstånd

K164865

Vid beräkningen ska hänsyn tas till byggnadsverkets tillstånd. Kravet gäller inte vid bärighetsberäkning med Trafikverkets automatiserade Brokontroll.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

17.2. Lastförutsättningar

17.2.1. Variabla laster

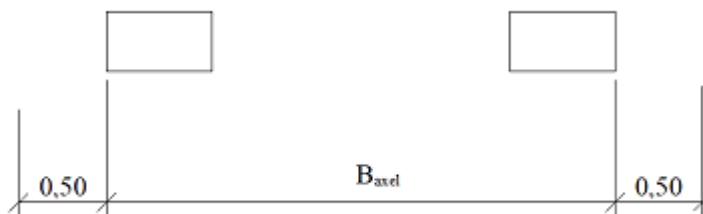
17.2.1.1. Trafiklast - vägbroar

17.2.1.1.1. Vertikal trafiklast

17.2.1.1.1.1. Trafiklast vid färd i eget körfält

K224266

Den tunga transporten ska förutsättas belasta en med vägbanans längdriktning parallell yta, kallat lastfält, med bredden $B_{\text{axel}} + 1,0$ m, dock minst 3,0 m. Se även figur 17-1. Den tunga transporten ska alltid förutsättas vara centriskt placerad inom lastfältet. Lastfältets placering ska väljas på ogynnsammaste sätt.



Figur 17-1 Lastfält vid färd i eget körfält

K224267

I samma lastfält ska, utöver den tunga transporten, även utbredd last q enligt 8.3.2.2.1 placeras. Den utbredda lasten ska placeras i farligaste lastställning framför alternativt bakom den tunga transporten och inte närmare någon av den tunga transportens yttersta axlar än 2,5 m.

K164871

Filbredden för den utbredda lasten ska förutsättas vara 3,0 m. Om lastfältet för den tunga transporten är bredare än 3,0 m ska den utbredda lasten placeras på ogynnsammaste sätt i tvärled bakom alternativt framför den tunga transporten.

K224268

Parallellt med lastfältet för den tunga transporten ska på bron, i ogynnsammaste lastställning, även placeras ett lastfält med trafiklast enligt kapitel 19, bilaga 1. Övriga parallella lastfält ska ha en jämnt utbredd trafiklast q . Denna ska vara 0 alternativt 5 kN/m och får anses jämnt fördelad över lastfältets bredd.

K224269

Typfordonen enligt kapitel 19, bilaga 1, ska multipliceras med faktorn 0,8 vid färd i ett parallellt lastfält.

K224270

I både längdled och tvärled ska axellasterna spridas. Lutningen på spridningen ska antas vara 1:1 för broar dimensionerade enligt 1975 års vägtrafiklastbestämmelser och tidigare. För övriga broar ska lutningen vara 2:1. Spridningen i tvärled ska begränsas till brons bredd.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

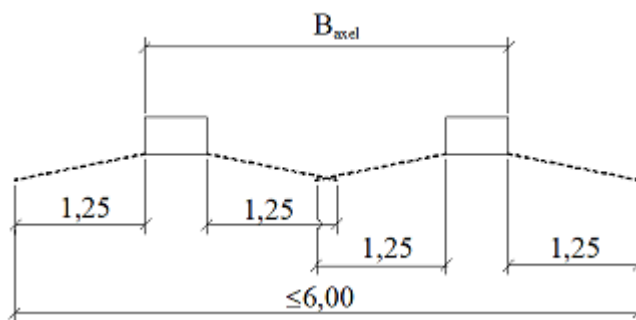
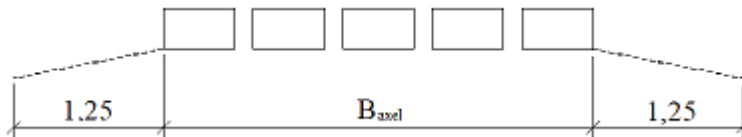
Version

1.0

17.2.1.1.1.2. Trafiklast vid färd i markerat körfält

K164873

Axellasterna ska fördelas på en bredd motsvarande avståndet mellan de yttersta hjulens utsidor och ytterligare 1,25 m åt vardera hållet. För axlar med enkel- eller dubbelmonterade hjul ska den medverkande bredden begränsas till 6,0 m. Axellasterna i fullbreddsaxlar ska alltid fördelas på den medverkande bredden $1,25 + B_{\text{axel}} + 1,25$ m. Se figur 17-2 och 17-3. Större medverkande bredd än brons bredd exklusive kantbalkar får inte tillgodoses.


Figur 17-2 Lastfält vid färd i markerat körfält. Enkel- eller dubbelmontage

Figur 17-3 Lastfält vid färd i markerat körfält. Fullbreddsaxel typ Nicolasvagn

K224271

Axellasterna ska spridas i både längdled och tvärled. Lutningen på spridningen ska antas vara 1:1. Spridningen i tvärled ska begränsas till brons bredd.

K224272

Ingen annan trafiklast ska förutsättas befinna sig på bron samtidigt med den tunga transporten.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

17.2.1.1.1.3. Dynamiskt tillskott

K164875

Dynamiskt tillskott D ska läggas till samtliga punktlaster F . För den tunga transporten ska det dynamiska tillskottet vid kontroll i längdled och tvärled beräknas enligt uttryck (17-1).

$$D = \frac{180 + 8(v - 10)}{20 + L} [\%] \quad (17-1)$$

där

 v hastighet i km/h L bestäms i längdled enligt kapitel 20, bilaga 2

För $v \leq 10$ km/h får D sättas till 0.

För typfordon i parallellt körfält enligt 17.2.1.1.1.1 ska det dynamiska tillskottet i längd- och tvärled beräknas enligt uttryck (17-2).

$$D = \frac{740}{20 + L} [\%] \quad (17-2)$$

K224275

I tvärled ska det dynamiska tillskottet maximeras till 35 %.

K224276

Då tjockleken av beläggning och överfyllnad tillsammans överstiger 0,5 m ska det dynamiska tillskottet minskas. Vid tjockleken 3,0 m ska det dynamiska tillskottet sättas till 0. För tjocklek mellan 0,5 och 3,0 m ska interpolering ske rätlinjigt.

17.2.1.1.1.4. Hjullast

K164877

Hjullastens utbredning i längdled ska förutsättas vara 0,2 m..

För typfordonen enligt kapitel 19, bilaga 1, ska hjullastens utbredning i tvärled alltid sättas till 0,3 m.

K224277

I tvärled ska den verkliga utbredningen hos den tunga transportens hjullast användas eller så ska hjullastens utbredning i tvärled sättas till 0,6 m

K224278

För typfordonen enligt kapitel 19, bilaga 1, ska hjullastens utbredning i tvärled alltid sättas till 0,3 m.

K224279

För typfordonen ska centrumavståndet mellan hjullasterna förutsättas variera godtyckligt mellan 1,7 och 2,3 m.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

17.2.1.1.1.5. Vridning

K164879

Vid bärighetsberäkning med hänsyn till vridning ska bron förutsättas belastad med endast den tunga transporten.

K224280

För passage av bron i eget körfält enligt 17.2.1.1.1 ska den tunga transporten placeras så att maximal vridning erhålls för belastad konstruktionsdel.

17.2.1.1.1.6. Gång- och cykelbana

K164881

Hänsyn till belastning på gång- och cykelbana ska inte tas.

17.2.1.1.2. Bromskraft, sidokraft och centrifugalkraft

K164883

Horisontell inverkan av trafiklast ska inte beaktas vid färd i markerat körfält.

17.2.1.1.3. Last på vägbank (överlast)**17.2.1.1.3.1. Överlast vid färd i eget körfält**

K164886

Överlasten ska bestämmas genom att typfordonen ställs ut på vägbanan i vägens längdriktning precis bakom brons ytterstöd. Varje typfordons respektive axellast sprids genom jorden. Lutningen ska antas vara 1:1 för broar dimensionerade för 1975 års vägtrafiklastbestämmelser och tidigare och 2:1 för övriga broar. Spridning ska göras både i längdled och i tvärled. Spridningen i tvärled ska begränsas till brons bredd.

K224281

För konstruktion i slänt och för icke vertikal yta ska trycket beräknas enligt 8.2.3.3.

K224282

Vid uppdelad stödkonstruktion ska hänsyn tas till valvbildning enligt 8.2.3.4.

K224283

Endast dubbelsidig överlast ska medräknas vid bärighetsberäkningen.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

17.2.1.1.3.2. Överlast vid färd i markerat körfält och vid överbryggning

K164888

Överlasten på vägbanken bakom bron ska beräknas enligt uttryck (17-3).

$$p_t = \frac{Q}{(B + H) \cdot (L + H/2)} \quad [kN/m^2] \quad (17-3)$$

där

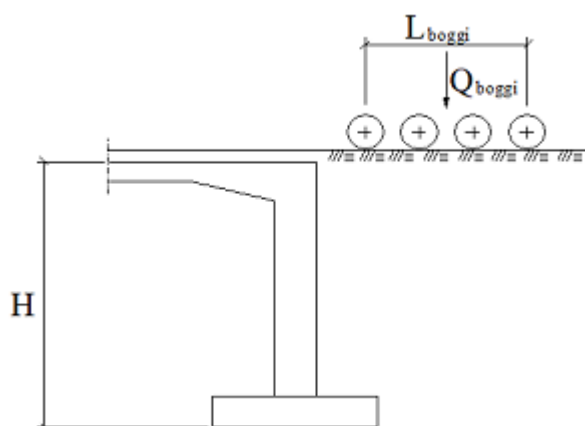
 Q Q_{boggi} eller upplagsreaktionen vid överbryggning

 B B_{axel} eller upplagsbredden vid överbryggning

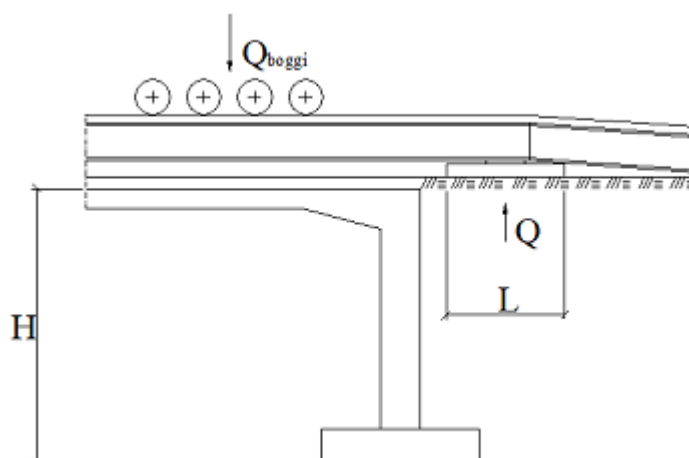
 L L_{boggi} eller upplagslängden vid överbryggning

 H stödkonstruktionens höjd

Se även figur 17-4 och 17-5.



Figur 17-4 Principfigur för beräkning av överlast vid färd i markerat körfält



Figur 17-5 Principfigur för beräkning av överlast vid överbryggning

K224284

Överlasten ska räknas såväl ensidig som dubbelsidig.

**Titel**

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

*Råd**Ensidig överlast är t.ex. aktuellt när delar av transporten spelas över.***17.2.1.2. Trafiklast – Gång- och cykelbroar**

K164893

Trafiklast på gång- och cykelbroar ska inte beaktas.

17.2.1.3. Ökat jordtryck orsakat av konstruktionsdels rörelse mot jord

K164895

Ökat jordtryck orsakat av konstruktionsdels rörelse mot jord ska inte beaktas.

17.2.1.4. Temperaturlast

K164897

Temperaturlast ska inte beaktas.

17.2.1.5. Vindlast

K164899

Vindlast ska inte beaktas.

17.2.1.6. Last från övergångskonstruktion

K164901

Last från övergångskonstruktion ska inte beaktas.

17.2.1.7. Vattentryck

K164903

Vattentryck ska inte beaktas.

17.2.2. Olyckslaster

K164905

Olyckslaster behöver inte beaktas.

17.2.3. Lastkombinationer**17.2.3.1. Allmänt**

K164908

Lasterna ska kombineras så att ogynnsammaste inverkan för olika bärverksdelar erhålls.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

17.2.3.2. Lastkombinationer

K164910

I tabell 17-1 är lastkoefficienten $\psi\gamma$ och de lastkombinationer upptagna, för vilka bron ska beräknas.

Tabell 17-1 Lastkoefficienter $\psi\gamma$ för respektive lastkombination

Laster	Lastkombinationer	
	A	B
<u>Permanenta laster</u>		
Egentyngd (8.2.1)	1,2	1
Beläggning (8.2.2.1)	1,2 alt 1	1
Överfyllnad (8.2.2.2)	1,2	1
Jordtryck (8.2.3)	1,2	1
Stödförskjutning (8.2.5)	1,2	1
Krympning (8.2.6)		1
Spännkraft (8.2.7)	1,2 alt 1	1
<u>Variabla laster</u>		
Tung transport (17.2.1.1.1)	1,3 alt 1,4/1,5	1 alt 1,1
Typfordon (8.3.2.2.1)	0,7/1,5	1
Utbredd trafiklast (8.3.2.2.1)	0,7/1,5	1
Bromskraft (17.2.1.1.2)	0,4/1,5	
Överlast (17.2.1.1.3)	0,4/1,5	0,4
Temperaturlast (8.3.8)		0,6
Is- och strömtryck (8.3.10)	0,4/1,5	0,6

Råd

För vissa mindre ofta förekommande konstruktioner kan en bärighetsberäkning av andra kombinationer krävas.

17.2.3.2.1. Lastkombination A*Förutsättning*

Lastkombination A är belastningsfall i brottgränstillståndet.

K164913

Bland de variabla laster som i tabell 17-1 är angivna med två alternativa värden ska den ogynnsammaste av dessa ges värdet $\psi\gamma = 1,5$.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K224287

I denna lastkombination ska antalet variabla laster som medräknas begränsas till de fyra som tillsammans ger den ogynnsammaste inverkan.

K224285

Om den verkliga beläggningstjockleken på bron är bestämd genom uppmätning ska lastkoefficienten för beläggning sättas till $\psi\gamma = 1$.

K224286

Den tunga transporten ska ges lastkoefficienten $\psi\gamma = 1,4$ om lasten består av odelbart gods och $\psi\gamma = 1,5$ annars. Om den tunga transportens bruttovikt samt axel- och boggilaster är bestämd genom vägning ska dock värdet på $\psi\gamma$ sättas till 1,3.

17.2.3.2.2. Lastkombination B*Förutsättning*

Lastkombination B är belastningsfall i bruksgränstillståndet.

K164915

Om den verkliga beläggningstjockleken på bron är bestämd genom uppmätning ska lastkoefficienten för beläggning sättas till $\psi\gamma = 1$.

K224292

Den tunga transporten ska i denna lastkombination ges lastkoefficienten $\psi\gamma = 1,1$. Om den tunga transportens bruttovikt samt axel- och boggilaster är bestämd genom vägning ska värdet på $\psi\gamma$ sättas till 1.

17.2.3.2.3. Lastkombination C och D

K164917

Lastkombination C och D behöver inte tillämpas.

17.3. Grundläggning**17.3.1. Olyckslast**

K164920

Olyckslaster ska inte beaktas.

17.4. Betongkonstruktioner**17.4.1. Beräkningsförutsättningar****17.4.1.1. Beräkningsmodell****17.4.1.1.1. Ramkonstruktioner****17.4.1.1.1.1. Fast ram**

K164926

Vid passage i eget körfält ska fast ram förutsättas vid beräkning av snittkrafter i rambroar av trafiklast enligt 17.2.1.1.1.1 och 17.2.1.1.3.1.

**Titel**

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

K224293

Då den tunga transporten passerar bron med hjälp av överbryggning eller i markerat körfält ska vid beräkning av snittkrafter hänsyn tas till ramens deformationer.

17.4.2. Bruksgränstillstånd**17.4.2.1. Begränsning av deformationer**

K164929

Deformationer ska inte beaktas.

17.4.3. Utmattning

K164931

Utmattning ska inte beaktas.

17.5. Stål- och aluminiumkonstruktioner**17.5.1. Stålkonstruktioner****17.5.1.1. Bruksgränstillstånd****17.5.1.1.1. Begränsning av deformationer**

K164938

Deformationer ska inte beaktas.

17.5.1.2. Utmattning

K164940

Utmattning ska inte beaktas.

17.5.2. Samverkanskonstruktioner**17.5.2.1. Bruksgränstillstånd****17.5.2.1.1. Begränsning av deformationer**

K164946

Deformationer ska inte beaktas.

17.5.3. Aluminiumkonstruktioner**17.5.3.1. Bruksgränstillstånd**

K164950

Bruksgränstillståndet ska inte beaktas.

17.6. Träkonstruktioner**17.6.1. Bruksgränstillstånd**

K164954

Bruksgränstillståndet ska inte beaktas.

**Titel**

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

18 Referenser

18.1. Transportstyrelsen

TSFS 2018:57

Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av eurokoder

18.2. Trafikverket

TDOK 2012:23, ver 1.0

Brottseghet och kemisk analys av stål

TDOK 2012:37, ver. 5.0

Metadata för digital projekthantering Väg

TDOK 2014:0078, ver. 1.0

Linjekategorier - hantering av samverkan mellan järnvägsfordons axellaster och infrastruktur

TRVINFRA-00227, ver. 2.0

Bro och broliknande konstruktion, Byggande

TRVINFRA-00230, ver 1.0

Geokonstruktion, Dimensionering och utformning

18.3. Vägverket

Dimensionering av snedvinkliga plattbroar, Vägverket 1965

Dimensionering av snedvinkliga plattramar, Vägverket 1963

18.4. KTH Institutionen för byggvetenskap

Report 112, 2014

Design of soil steel composite bridges,

Recommendations for finite element analysis for the design of reinforced concrete slabs, 2012

18.5. Pålkommisionen/SGF

Rapport 98, 2000

Dimensioneringsanvisningar för slagna slanka stålplåtar

Rapport 96:1, 1998

Dimensioneringsprinciper för plåtar. Lastkapacitet.

Rapport 90, 1993

Grova stålörspålar - Anvisningar för dimensionering och utförande av grova stålörspålar

Rapport 104, 2010

Borrade stålörspålar, Anvisningar för projektering, dimensionering, utförande och kontroll

Rapport 106, 2014

Verifiering av geoteknisk bärförmåga för plåtar enligt Eurokod

Supplement nr 1 till rapport 84a, 2011

Beräkning av dimensionerande lastkapacitet för slagna plåtar med hänsyn till plåtmateriäl och omgivande jord

Supplement nr 1 till rapport 96-1, 2003

Dimensioneringsprinciper för plåtar. Lastkapacitet.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

Supplement nr 1 till rapport 101, 2016

Transversalbelastade pålar - statiskt verkningsätt och dimensioneringsanvisningar

IEG Rapport 8:2008 Rev 3, 2016

Tillämpningsdokument EN 1997-1 Kapitel 7 Pålgrundläggning

18.6. Structure and infrastructure engineering

Analytical model for the bond-slip behaviour of corroded ribbed reinforcement. 8(2): p. 157-169, Lundgren, K., Kettil P., Zandi Hanjari, K., Schlune, H och Soto San Roman, A., 2012

18.7. Boverket

BBK04

Boverkets handbok om betongkonstruktioner inkl. rättelseblad daterat 2006-09-26, Boverket

18.8. Standarder*Förutsättning**Rättelser av standarder (AC) anges inte i förteckningen nedan.*

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

SS-EN 1337-1 Utgåva 1

Brolager - Del 1: Allmänna regler för dimensionering

SS-EN 1337-2:2004 Utgåva 2

Brolager - Del 2: Glidelement

SS-EN 1337-3:2005 Utgåva 1

Bärande lager - Del 3: Gummilager

SS-EN 1337-4:2004 Utgåva 1

Bärande lager - Del 4: Rullager

SS-EN 1337-5: 2005 utgåva 1

Bärande lager - Del 5: Gummipottlager

SS-EN 1337-6:2004 Utgåva 1

Brolager - Del 6: Vipplager

SS-EN 1337-7:2004 Utgåva 2

Brolager - Del 7: Glidlager med sfärisk (kalott) eller cylindrisk PTFE-glidyta

SS-EN 1990:2002 + A1:2005 Utgåva 1

Eurokod - Grundläggande dimensioneringsregler för bärverk

SS-EN 1991-1-1:2002 Utgåva 1

Eurokod 1 - Laster på bärverk - Del 1-1: Allmänna laster - Tunghet, egentyngd, nyttig last för byggnader

SS-EN 1991-1-3:2003+SS-EN 1991-1-3:2003/A1:2015 Utgåva 1

Eurokod 1 - Del 1-3: Allmänna laster - Snölast

SS-EN 1991-2:2003 Utgåva 1

Eurokod 1 - Laster på bärverk - Del 2: Trafiklast på broar

SS-EN 1992-1-1:2004 Utgåva 1

Eurokod 2 - Dimensionering av betongkonstruktioner - Del 1-1: Allmänna regler och regler för byggnader

SS-EN 1992-2:2005 Utgåva 1

Eurokod 2 - Dimensionering av betongkonstruktioner - Del 2: Broar

SS-EN 1993-1-1:2005+SS-EN 1993-1-1:2005/A1:2014 Utgåva 1

Eurokod 3 - Dimensionering av stålkonstruktioner - Del 1-1: Allmänna regler och regler för byggnader

SS-EN 1993-1-5:2006 Utgåva 1

Eurokod 3 - Dimensionering av stålkonstruktioner - Del 1-5: Plåtbalkar

SS-EN 1993-1-8:2005 Utgåva 1

Eurokod 3 - Dimensionering av stålkonstruktioner - Del 1-8: Dimensionering av knutpunkter och förband

SS-EN 1993-1-9:2005 Utgåva 1

Eurokod 3 - Dimensionering av stålkonstruktioner - Del 1-9: Utmattning

SS-EN 1993-1-11:2006 Utgåva 1

Eurokod 3 - Dimensionering av stålkonstruktioner - Del 1-11: Dragbelastade komponenter

SS-EN 1993-1-12: 2007 Utgåva 1

Eurokod 3 - Dimensionering av stålkonstruktioner - Del 1-12. Tillägsregler för stålsorter upp till S 700

SS-EN 1993-2:2006 Utgåva 1

Eurokod 3 - Dimensionering av stålkonstruktioner - Del 2: Broar

**Titel**

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

SS-EN 1994-2:2005 Utgåva 1

Eurokod 4 - Dimensionering samverkanskonstruktioner i stål och betong - Del 2. Broar

SS-ENV 1994-2:1997 Utgåva 1

Samverkanskonstruktioner (stål och betong) Dimensionering: Eurocode 4 - Del 2. Broar

SS-EN 1995-1-1:2004 + SS-EN 1995-1-1/A2:2014 Utgåva 1

Eurokod 5: Dimensionering av träkonstruktioner - Del 1-1: Allmänt - Gemensamma regler och regler för byggnader

SS-EN 1995-2:2004 Utgåva 1

Eurokod 5: Dimensionering av träkonstruktioner - Del 2: Broar

SS-EN 1997-1:2005 + EN 1997-1:2005/A1:2013 Utgåva 1

Eurokod 7: Dimensionering av geokonstruktioner - Del 1: Allmänna regler

SS-EN 1999-1-1:2007 + SS-EN 1999-1-1:2007/A2:2013 Utgåva 1

Eurokod 9: Dimensionering av aluminiumkonstruktioner - Del 1-1: Allmänna regler

SS-EN 1999-1-2:2007 Utgåva 1

Eurokod 9: Dimensionering av aluminiumkonstruktioner - Del 1-3: Utmattnings

SS-EN ISO 9001:2015 Utgåva 4

Ledningssystem för kvalitet - Krav (ISO 9001:2015)

SS-EN 13791:2019 Utgåva 2

Bedömning av tryckhållfasthet i färdiga betongkonstruktioner och förtillverkade betongelement

SS-EN ISO/IEC 17011:2018 Utgåva 2

Bedömning av överensstämmelse - Allmänna krav på ackrediteringsorgan som ackrediterar organ för bedömning av överensstämmelse (ISO/IEC 17011:2017)

18.9. LTU

Sustainable bridges, Background document, Updated assessment methods for riveted structures, 2006

18.10. Terminologicentrum

TNC 95, 1994

Plan- och byggtermer

18.11. UIC

IRS 70778-2

Recommendations for determining the carrying capacity and fatigue risks of existing metallic railway bridges



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

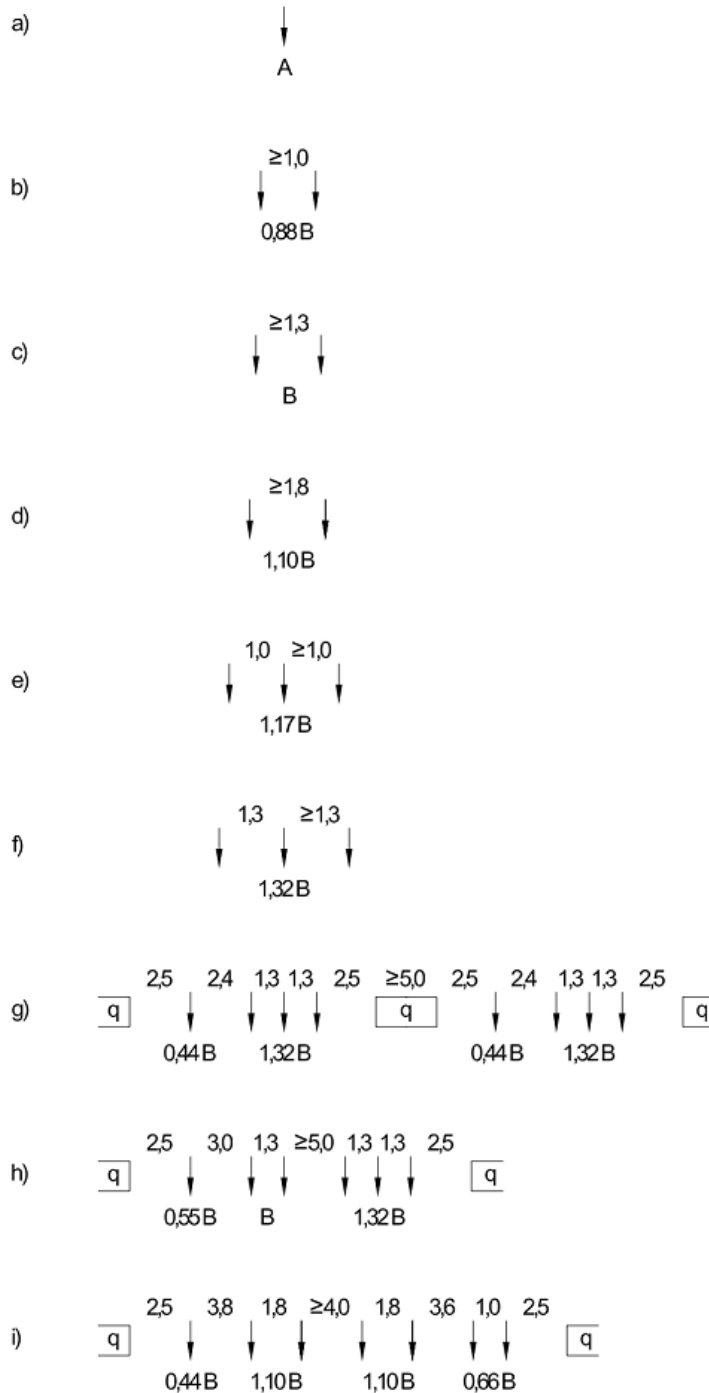
Ej känslig

Version

1.0

19 Bilaga 1 Typfordon - vägbroar

(mått i m)



*Beträffande avståndet 25,0/45,0 m i typfordon j, k och l, se 8.3.2.2.1.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

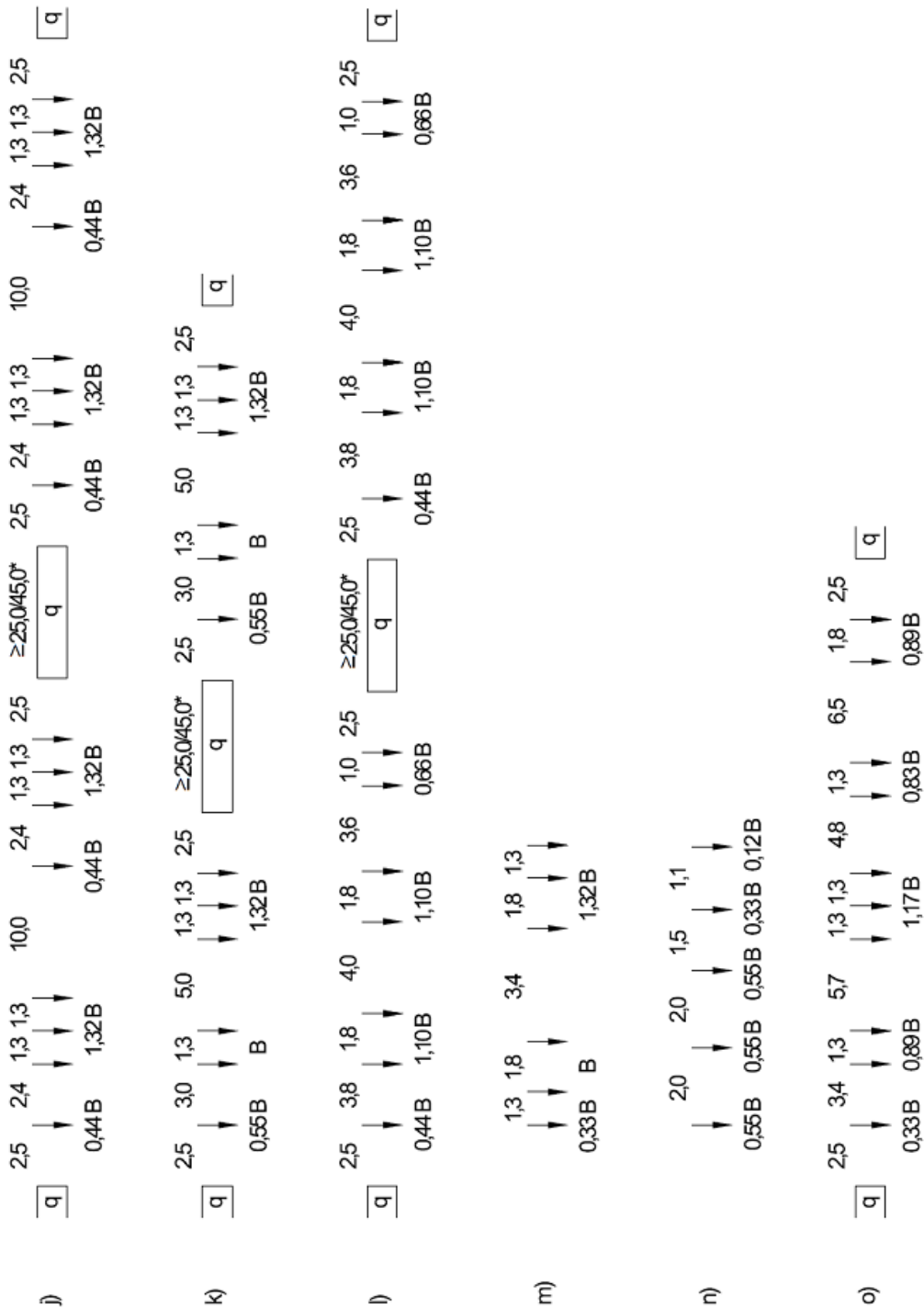
Dokument-ID

Konfidentialitetsnivå**Version**

TRVINFRA-00331

Ej känslig

1.0





Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

20 Bilaga 2 Bestämmande längd L för dynamiskt tillskott (D)

Brotyp		L					
1 Balkbro, bågbro, rambro, plattbro							
a. Fritt upplagda balkar och plattor (inkluderande stålbalkar ingjutna i betong)		Huvudkonstruktionens spännvidd					
b. Kontinuerlig över n spann med genomsnittslängd $l_m = \frac{l}{n} (l_1 + l_2 + \dots + l_n)$ Gäller även brobanekonstruktion, t.ex. långbalkar, då kontinuitet föreligger över tvärbalkar eller mellanstöd	$n =$	2	3	4	5	spann	
	$L =$	1,2	1,3	1,4	1,5	$\cdot l_m$ dock minst max l	
	$n \geq 6$ $L = 1,5 \cdot l_m$ där l_m är medelvärdet av de fem sammanhängande fack som ger lägst l_m						
c. Balkrambro och plattrambro							
- i ett spann		Betraktas som kontinuerlig bro i tre spann. Medelvärdet av spännvidderna multiplicerat med 1,3 där rambenen räknas som ett spann vardera.					
- kontinuerlig i flera spann		Betraktas som kontinuerlig bro i flera spann. Medelvärdet av spännvidderna multiplicerat med 1,4 (två horisontella spann) eller 1,5 (tre eller flera horisontella spann). Rambenen räknas som ett spann vardera.					
d. Båge i enbågsbro, båge i flerbågsbro, förstyvningsbalk till Langerbalkbroar		Halva spännvidden					
e. Brobaneplatta av betong							
- Balkbro, bågbro, rambro, plattbro		Plattans minsta spännvidd (avstånd mellan tvär- eller huvudbalkar)					
- Tvärled för plattbro		3,0 m					
f. Ortotrop brobaneplatta av stål							
- plåt		Minsta avstånd mellan längdribbor eller tvärbalkar.					
- längdribbor		Avståndet mellan tvärbalkarna.					


Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

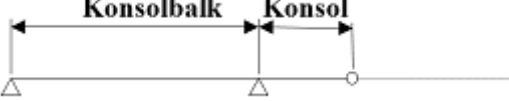
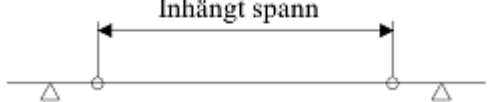
TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

g. Tvärbalk	Tvärbalkens dubbla längd
h. Hängstag	Fyra gånger avståndet mellan stagen.
2 Huvudkonstruktion med leder	
a. Konsolbalk samt tillhörande konsol 	Konsolbalkens spännvidd
b. Inhängt spann 	Inhängda spannets teoretiska spännvidd
3 Rörbroar	Spännvidden
4 En serie valv med massiva sidoväggar som håller fyllningen på plats	Dubbla spännvidden
5 Pelare, stödbockar, leder, lager, lager mot lyftkrafter, dragförankringar och vid beräkning av kontaktryck under lager.	Den bestämmande längden hos tillhörande konstruktionsdel.
6 Länkplatta	80 % av plattans längd
7 Pålplattor till bankpålning och påldäck	Centrumavstånd mellan pålar, varvid ett medelvärde får väljas
8 Brobaneplatta av stål: hel platta med ballastbädd (ortotrop platta)(för lokala och tvärgående spänningar)	
<u>Platta med tvärbalkar och kontinuerliga längsribbor:</u>	
a. Platta (i bägge riktningar)	Tre gånger avståndet mellan tvärbalkar
b. Kontinuerliga längsribbor (inkluderande mindre konsoler högst upp till 0,50 m)	Tre gånger avståndet mellan tvärbalkar
c. Tvärbalkar	Dubbla längden av tvärbalken
d. Ändtvärbalkar	3,6 m
<u>Platta med endast tvärbalkar:</u>	
e. Platta (i bägge riktningarna)	Dubbla avståndet mellan tvärbalkarna + 3 m
f. Tvärbalkar	Dubbla avståndet mellan tvärbalkarna + 3 m
g. Ändtvärbalkar	3,6 m


Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

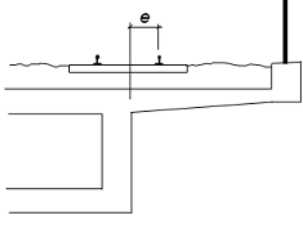
TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

9 Balkrost: öppen överbyggnad utan ballastbädd b (för lokala och tvärgående spänningar)	
a. Som kontinuerlig balk i en kontinuerlig balkrost	Tre gånger avståndet mellan tvärbalkar
b. Konsol till rälsbalk	3,6 m
c. Tvärbalkar (som del av systemet tvärbalk/kontinuerlig långbalk)	Dubbla längden av tvärbalken
d. Ändtvärbalkar	Ändtvärbalkar
10 Brobaneplatta av betong med ballastbädd (för lokala och tvärgående spänningar)	
<u>Brobaneplatta som del i en lådbalk eller som överfläns i huvudbalk:</u>	
a. tvärs huvudbalkarna	Tre gånger brobaneplattans spännvidd
b. längs huvudbalkarna	Tre gånger brobaneplattans spännvidd
c. Tvärbalkar	Tvärbalkens dubbla längd
d. Konsol i brons tvärled belastad med tåglast	$e \leq 0,5$ m: Tre gånger avståndet mellan balkliven $e > 0,5$ m: $D = 2$ såväl i längd- som i tvärriktning 
<u>Brobaneplatta kontinuerlig (i huvudbalkarnas riktning) över tvärbalkar</u>	
e.	Dubbla avståndet mellan tvärbalkarna
<u>Brobaneplatta till bro med överliggande huvudbalkar samt trågbroar:</u>	
f. Tvärs huvudbalkarna	Dubbla plattans spännvidd + 3 m
g. Längs huvudbalkarna	Dubbla plattans spännvidd
<u>Brobaneplattor som spänner tvärs längsgående stålbalkar i överbyggnad med ingjutna stålbalkar:</u>	
h.	Dubbla bestämmande längden i brons längdriktning

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

i. Konsol till brobaneplatta, längs bron	$e \leq 0,5$ m: Tre gånger avståndet mellan balkliven $e > 0,5$ m: $D = 2$ såväl i längd- som i tvärriktning.
--	--


Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

21 Bilaga 3 Snedvinkliga plattramar

Tvärkrafter

Framräknade tvärkrafter ska justeras enligt tabell 21-1.

Tabell 21-1 Förstoringsfaktorer för tvärkraft

Snitt	Förstoringsfaktor
stöd	1,1
$L/8$ från stöd	1,05
$2L/8$ från stöd	1,0

Moment

Framräknade moment med dimensionerande spännvidd lika med den med kantbalken parallella spännvidden ($L_{||}$) ska justeras enligt uttryck (21-1), (21-2) och (21-3). Momentkurvan ska justeras med måtten a t.o.m. d enligt tabell 21-5 t.o.m. tabell 21-8. För mellanliggande värden på vinkeln ϕ i tabell 21-2 t.o.m. tabell 21-8 godtas rätlinjig interpolation. Principfigur för framtagande av justerade moment framgår av figur 21-1.

$$M_{\text{stöd}}^{\text{trubbigt}} = M_{||} \cdot k_{\text{stöd}}^{\text{trubbigt}} \quad (21-1)$$

$$M_{\text{stöd}}^{\text{spetsigt}} = M_{||} \cdot k_{\text{stöd}}^{\text{spetsigt}} \quad (21-2)$$

$$M_{\text{fält}} = M_{||} \cdot k_{\text{fält}} \quad (21-3)$$

där

 $k_{\text{stöd}}^{\text{trubbigt}}$ bestäms enligt tabell (21-2)

 $k_{\text{fält}}$ bestäms enligt tabell (21-3)

 $k_{\text{stöd}}^{\text{spetsigt}}$ bestäms enligt tabell (21-4)

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

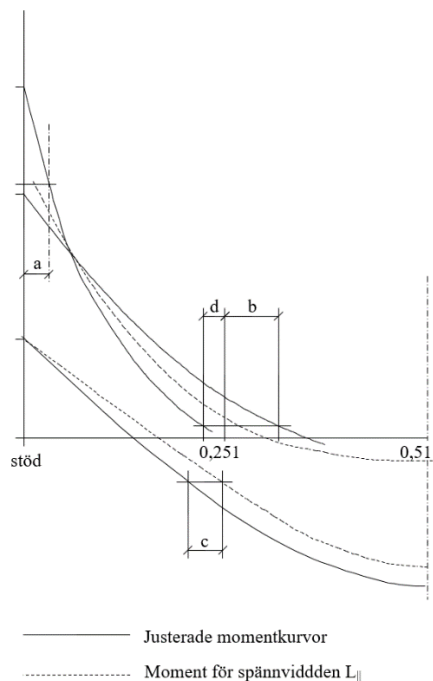
TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0


Figur 21-1 Principfigur för momentkurvor
Tabell 21-2 $k_{stöd}^{trubbigt}$

$L_{ }$ (m)	$\phi=10^\circ$	$\phi=20^\circ$	$\phi=30^\circ$
6	1,15	1,29	1,39
10	1,15	1,30	1,45
14	1,16	1,33	1,51
18	1,16	1,33	1,51
22	1,16	1,33	1,51
26	1,16	1,33	1,51

Tabell 21-3 $k_{fält}$

$L_{ }$ (m)	$\phi=10^\circ$	$\phi=20^\circ$	$\phi=30^\circ$
6	1,03	1,04	1,05
10	1,08	1,14	1,16
14	1,09	1,16	1,20
18	1,09	1,16	1,20
22	1,09	1,16	1,20
26	1,09	1,16	1,20

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

Tabell 21-4 $k_{\text{stödd}}^{\text{spetsigt}}$

$L_{ }$ (m)	$\phi=10^\circ$	$\phi=20^\circ$	$\phi=30^\circ$
6	1,00	0,985	0,93
10	1,00	0,985	0,945
14	1,00	1,00	0,985
18	1,00	0,97	0,93
22	0,99	0,95	0,90
26	0,99	0,94	0,87

Tabell 21-5 Förskjutning av momentkurva, a (m)

$L_{ }$ (m)	$\phi=10^\circ$	$\phi=20^\circ$	$\phi=30^\circ$
6	0,08	0,11	0,14
10	0,18	0,26	0,34
14	0,26	0,38	0,51
18	0,35	0,52	0,68
22	0,45	0,65	0,85
26	0,55	0,78	1,00

Tabell 21-6 Förskjutning av momentkurva, b (m)

$L_{ }$ (m)	$\phi=10^\circ$	$\phi=20^\circ$	$\phi=30^\circ$
6	0,20	0,45	0,70
10	0,24	0,53	0,80
14	0,37	0,66	0,95
18	0,45	0,80	1,15
22	0,50	0,94	1,33
26	0,55	1,10	1,55

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

Tabell 21-7 Förskjutning av momentkurva, c (m)

$L_{ }$ (m)	$\phi=10^\circ$	$\phi=20^\circ$	$\phi=30^\circ$
6	0,16	0,24	0,30
10	0,27	0,41	0,56
14	0,35	0,64	0,90
18	0,40	0,77	1,10
22	0,45	0,88	1,28
26	0,50	1,00	1,40

Tabell 21-8 Förskjutning av momentkurva, d (m)

$L_{ }$ (m)	$\phi=10^\circ$	$\phi=20^\circ$	$\phi=30^\circ$
6	0,06	0,08	0,08
10	0,16	0,21	0,28
14	0,25	0,45	0,60
18	0,33	0,63	0,90
22	0,40	0,80	1,17
26	0,50	1,00	1,40



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

22 Bilaga 4 Utmattningsberäkning med hjälp av delskademetoden

Allmänt

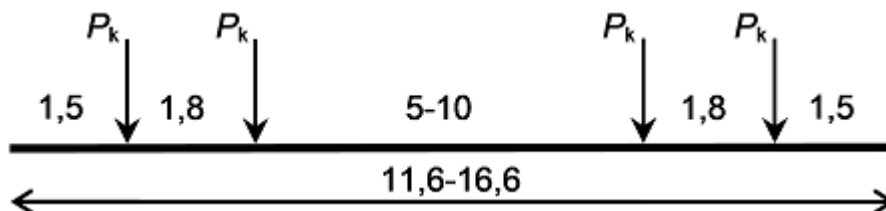
Vid utmattningsberäkning med delskadeanalys ska beräkning göras enligt någon av följande två metoder.

- Spänningsvidden bestäms genom beräkning av spänningar utgående från belastning av ekvivalent godståg, och antalet lastcykler bestäms utgående från transporterad godsmängd enligt lasthistorien.
- Spänningsvidden bestäms genom mätning av spänningar under viss period med tågtrafik, och antalet lastcykler proportioneras mot transporterad godsmängd under mätperioden och lasthistorien.
- Vid beräkning med delskademetoden ska lastkoefficienten $\psi\gamma$ vara 1.

Delskadeanalys med ekvivalent godståg

Bestämning av spänningsvidd

Spänningsvidder och spänningar ska beräknas för godsvagnar enligt figur 22-1. Axellasten P_k ska väljas enligt tabell 22-1 och boggiavståndet ska varieras mellan gränserna i figur 22-1, så att ogynnsammaste lastpåverkan erhålls. Aktuella spänningsnivåer ska beräknas inklusive dynamikfaktor enligt 22.6.



Figur 22-1 Axelavstånd och längd över buffert för godsvagn ingående i det "Ekvivalenta godståget" för alla linjer exklusive Malmbanan

Tabell 22-1 Axellaster och vagnsdata

År	–1920	1921 –1940	1941 –1960	1961 –1980	1981 –2000	2001 STAX 22,5	2001 STAX 25	Medel
P_k	160	180	200	200	225	225	250	200
P_m	120	150	160	160	180	180	200	160
a	2	3	4	4	4	4	4	4
P_0	40	40	50	50	50	50	50	50

där

Δ tidsperiod för godsmängd

P_k karakteristiskt värde på axellaster vid spänningsvidd σ_r [kN]

P_m axellastens medelvärde för beräkning av antal överfarter [kN]

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

 a antalet axlar per vagn (används vid beräkning av antal tåg och boggiöverfarter)

 P_0 axellast av vagnens egenvikt [kN]

Bestämning av lastcykeltal

Från lasthistorien (erhålls av beställaren) bestäms den godsmängd, som genom åren transporterats över bron. Godsmängden B_i ska bestämmas för tidsperioderna: ...–1920, 1921–1940, 1941–1960, 1961–1980, 1981–2000 och 2001 och framåt.

Dessa godsmängder B_i omräknas till ett antal ekvivalenta godstågspassager, boggipassager och axelpassager. Beroende på influenslängdernas storlek blir utmattningen dimensionerande för antingen:

 n_{1i} antalet tågöverfarter

 n_{2i} antalet överfarter av två närliggande boggier

 n_{3i} antalet axelöverfarter

Värden på P_m , a och P_0 fås ur tabell 22-1.

Tillgänglig lasthistorik består av nettotonkilometer/kilometer (godsmängd exklusive egenvikt av lok och vagnar)

Antal tågöverfarter under tidsperioden ska bestämmas med uttryck (22-1).

$$n_{1i} = \frac{B_i}{(P_{mi} - P_{oi}) \cdot a_i \cdot 20} \quad (22-1)$$

Antal överfarter av två närliggande boggier under tidsperioden ska bestämmas med uttryck (22-2).

$$n_{2i} = 1,1 \frac{B_i}{(P_{mi} - P_{oi}) \cdot a_i} \quad (22-2)$$

Antalet axelpassager under tidsperioden ska bestämmas med uttryck (22-3).

$$n_{3i} = 1,1 \frac{B_i}{(P_{mi} - P_{oi})} \quad (22-3)$$

Faktorn 1,1 är en ökning med hänsyn till loklasten. Faktorn 20 motsvarar antal vagnar per tåg.

Tillgänglig lasthistorik består av bruttotonkilometer/kilometer (godsmängd inklusive vagnens egenvikt)

Antal tågöverfarter under tidsperioden ska bestämmas med uttryck (22-4):

$$n_{1i} = \frac{B_i}{P_{mi} \cdot a_i \cdot 20} \quad (22-4)$$

Antal överfarter av två närliggande boggier under tidsperioden ska bestämmas med uttryck (22-5).

$$n_{2i} = \frac{B_i}{P_{mi} \cdot a_i} \quad (22-5)$$

Antalet axelpassager under tidsperioden ska bestämmas med uttryck (22-6).



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

$$n_{3i} = \frac{B_i}{P_{mi}} \quad (22-6)$$

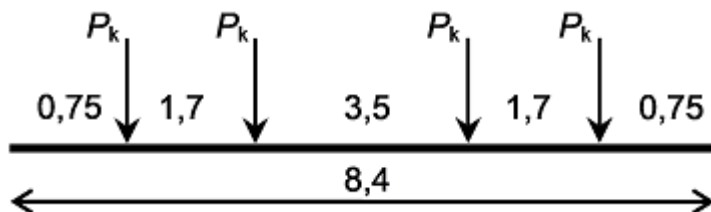
Om det framgår av lasthistoriken att last av lok inte ingår, ska n_{2i} och n_{3i} multipliceras med 1,1.

Delskadeanalys med ekvivalent godståg, Malmbanan

Bestämning av spänningsvidd

Spänningsvidder och spänningar ska beräknas för godsvagnar enligt figur 22-2. Axellasten P_k ska väljas enligt tabell 22-2, och lasten ska placeras så att ogynnsammaste lastpåverkan erhålls. Aktuella spänningsnivåer ska beräknas inkluderande dynamikfaktor enligt 22.6.

Om beställaren så anger ska alternativa konfigurationer av vagnar och laster än de som redovisas i tabell 22-2 och figur 22-2 användas.



Figur 22-2 Axelavstånd och längd över buffert för godsvagn i det "Ekvivalenta godståget" för Malmbanan

Tabell 22-2 Axellaster och vagnsdata, Malmbanan

	År			
Parameter	= ... - 1970	1971-1983	1984-2007	2008 -
P_k	180	225	250	300
P_m	180	225	250	300
a	3	4	4	4
P_0	40	50	50	50
x	50	52	52	68
Konfiguration	1	2	2	3

där

År Tidsperiod för godsmängd

P_k Karakteristiskt värde på axellaster vid spänningsvidd σ_r (kN)

P_m Axellastens medelvärde för beräkning av antal överfarter (kN)

a Antal axlar per vagn (används vid beräkning av tåg och boggiöverfarter)

P_0 Axellast av vagnens egenvikt (kN)

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

 x Motsvarar antal vagnar per tåg

Bestämning av lastcykeltal

Från lasthistorien (erhålls av beställaren) bestäms den godsmängd, som genom åren transporterats över bron. Godsmängden B_i ska bestämmas för tidsperioderna: ...–1970, 1971–1983, 1984–2007 och 2008 och framåt.

Dessa godsmängder B_i ska omräknas till ett antal ekvivalenta godstågspassager, boggipassager och axelpassager. Beroende på influenslängdernas storlek blir utmattningen dimensionerande för antingen:

 n_{1i} antalet tågöverfarter

 n_{2i} antalet överfarter av två närliggande boggier

 n_{3i} antalet axelöverfarter

Värden på P_m , a och P_0 fås ur tabell 22-2.

Tillgänglig lasthistorik består av nettotonkilometer/kilometer (godsmängd exklusive vagnens egenvikt)

Antal tågöverfarter under tidsperioden ska bestämmas med uttryck (22-7).

$$n_{1i} = \frac{B_i \cdot 0,85}{(P_{mi} - P_{oi}) \cdot a_i \cdot x} \quad (22-7)$$

Antal överfarter av två närliggande boggier under tidsperioden ska bestämmas med uttryck (22-8).

$$n_{2i} = 1,2 \frac{B_i}{(P_{mi} - P_{oi}) \cdot a_i} \quad (22-8)$$

Antalet axelpassager under tidsperioden ska bestämmas med uttryck (22-9).

$$n_{3i} = 1,2 \frac{B_i}{(P_{mi} - P_{oi})} \quad (22-9)$$

Faktorn 1,2 är en ökning med hänsyn till loklasten.

Tillgänglig lasthistorik består av bruttotonkilometer/kilometer (godsmängd inklusive vagnens egenvikt)

Antal tågöverfarter under tidsperioden ska bestämmas med uttryck (22-10).

$$n_{1i} = \frac{B_i}{P_{mi} \cdot a_i \cdot x} \quad (22-10)$$

Antal överfarter av två närliggande boggier under tidsperioden ska bestämmas med uttryck (22-11).

$$n_{2i} = \frac{B_i}{P_{mi} \cdot a_i} \quad (22-11)$$

Antalet axelpassager under tidsperioden ska bestämmas med uttryck (22-12).

$$n_{3i} = \frac{B_i}{P_{mi}} \quad (22-12)$$

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

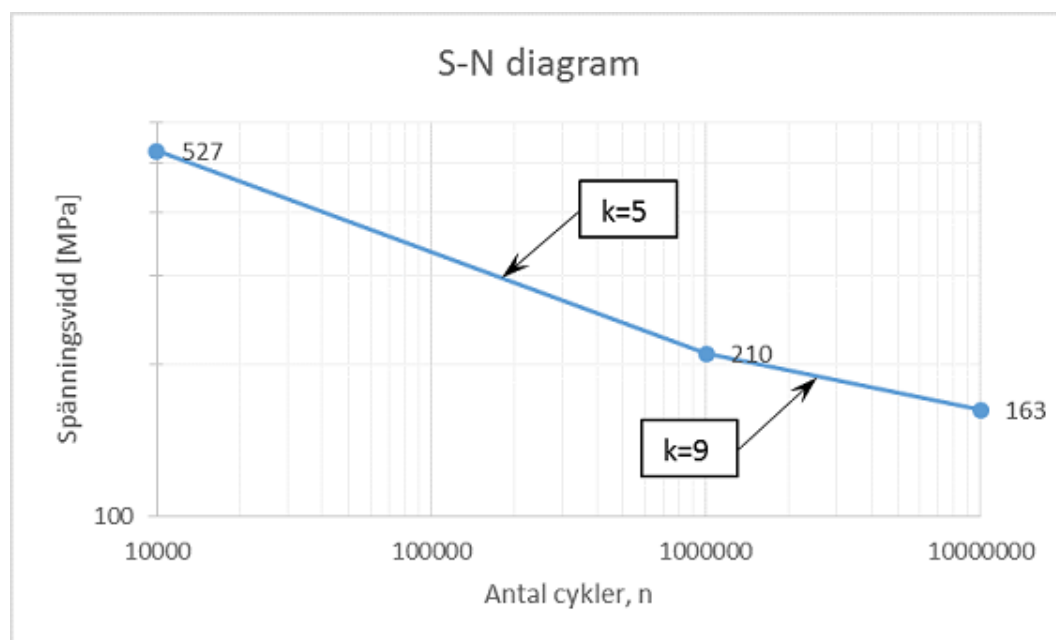
Om det framgår av lasthistoriken att last av lok inte ingår, ska n_{2i} och n_{3i} multipliceras med 1,2.

Bestämning av delskada

Delskada n_i / n_{ti} ska beräknas.

n_{ti} för stålbroar är det antal spänningscykler som svarar mot den karakteristiska hållfastheten lika med spänningsvidden $1,1 \gamma_n \cdot \sigma_{ri}$ för kollektivparameter κ enligt 8.3.3

n_{ti} för armeringsstål är tillåtet antal spänningscykler vid σ_{ri} enligt figur 22-3



Figur 22-3 S-N-diagram för armeringsstång

Summa delskada ska beräknas med uttryck (22-13).

$$\sum \left(\frac{n_i}{n_{ti}} \right) \leq 1,0$$

(22-13)

Återstående livslängd

Om det vid beräkning av delskadan visar sig att den sammanlagda delskadan understiger 1,0 ska återstående livslängd beräknas med användande av den årliga lasthistoriken.

Dynamikfaktor

Uttrycken (22-14) och (22-18) nedan är förenklingar av uttrycken (8-7) och (8-11) enligt 8.3.3.2.5 och kan förutsättas vara tillräckligt noggranna vid utmattningsberäkning med hjälp av delskadeanalys om maximal hastighet på bron begränsas till 200 km/h.

Den vertikala lasten ska multipliceras med en dynamikfaktor som är en funktion av bestämmande längd och största tillåtna hastighet enligt uttryck (22-14) till (22-18).

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

$$D_1 = 1 + \frac{1}{2} (\varphi' + \frac{1}{2} \varphi'') \quad (22-14)$$

$$\varphi' = \frac{K}{1-K+K^4} \quad (22-15)$$

$$K = v / 160 \text{ för } L \leq 20 \text{ m} \quad (22-16)$$

$$K = \frac{v}{47,16 \cdot L^{0,408}} \text{ för } L > 20 \text{ m} \quad (22-17)$$

$$\varphi'' = 0,56 \cdot e^{-\frac{L^2}{100}} \quad (22-18)$$

där

 v hastigheten i m/s L bestämmande längd enligt kapitel 20 bilaga 2

Delskadeanalys genom mätning av spänningar

Aktuellt spänningskollektiv ska bestämmas genom töjningsmätningar på plats. Mätningar ska utföras på de konstruktionselement och i de snitt som bedöms vara dimensionerande för bron. Registrering av uppträdande spänningsvariationer ska ske under en mätperiod av minst en vecka.

Uppmätta spänningsvidder och lastcykeltal under denna mätperiod får sedan representera hela den lastpåverkan som bron varit utsatt för från det att den togs i drift. Delskadan proportioneras upp med förhållandet mellan antal bruttotonkilometer/kilometer i lasthistorien och antal transporterat bruttoton under mätperioden.

Det är viktigt att bron utsätts för relevant godstrafik under mätperioden och att mätningarna görs i de punkter som med hänsyn till förbandsfaktorn utsätts för de största spänningsväxlingarna.



Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

23 Bilaga 5 Exempel på rapport - stenstöd

Rapport avseende stenstöds bärighet kan utformas enligt följande.

Rapport brostödet bärighet

Allmänt om broläget

Bro över Ån består av stål balkar på stöd av granit i kallmur uppförda 1889 och har en fri spännvidd av 12 m. Höjning av axellasten från dagens 30 ton till 32,5 ton planeras på bandelen.

Grundläggning

Bron ligger i ett moränområde. Stöden är enligt BaTMan grundlagda på fast botten. Ingen dokumentation av grundförhållanden existerar.

Inspektion

Inspektion med avseende på grundläggningens status genomfördes 20xx-xx-xx av geotekniker Kalle Karlsson och brotekniker Pelle Persson.

Vattenståndet i Ån var vid tillfället så lågt att bottenområden framför stöden var ovan vattnet.

Botten har en väl utvecklad blockig stenpäl.

- Skyddande blockläggning framför stöden var delvis rubbad.
- Brostödens fogar var delvis uppspruckna och öppna.
- Konerna har en delvis oordnad yta och har stora hålrum.

Inget tyder på svagheter i grundläggningen.

Rekommendation

Brons grundläggning och stenstödet bedöms tillräckligt stabilt för en bärighet motsvarande linjekategori H₁₃.

Titel

Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning

Dokument-ID

TRVINFRA-00331

Konfidentialitetsnivå

Ej känslig

Version

1.0

24 Bilaga 6 Lastfördelning vid beräkning av valv av betong

Vid beräkning av inverkan på valv av belastning med hjulfordon ska lasten antas jämnt fördelad på ytan av en firsidig parallelogram med sidan s i valvets längdled, och sidan r , i valvets tvärlid. s och r ska antas enligt uttryck (24-1) och (24-2).

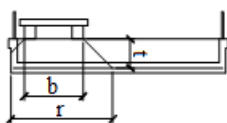
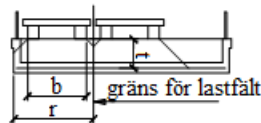
$$s = a + 2t \quad (24-1)$$

$$r = b + 2t + 0,75x, \text{ dock minst lika med filbredden.} \quad (24-2)$$

Ökningen av r med $0,75x$ gäller endast vid beräkning av negativa moment

Måttet r kan inte väljas så stort att lasten breder ut sig in på angränsande lastfält eller utanför valvets sida, se även figur 24-1.

- a Hjulets utbredning i fordonets längdriktning
- b Avståndet mellan ytterkanterna av hjulen på en axel
- t Vertikala avståndet mellan valvets tyngdpunktslinje och vägbanans överkant, mätt under mittpunkten av hjulets anliggningsyta
- x Avstånd, mätt utefter valvets tyngdpunktslinje, från en vertikal genom lastangreppets mittpunkt till undersökt snitt


r utan möte

r med möte

Figur 24-1 Lastfördelning vid beräkning av valv av betong