

<b>Dokumentnavn: Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 1 / 10
<b>Kapittel: B.2.3</b>		
Dato: 01.09.2014	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

# Teknisk regelverk for bygging og prosjektering

## B. Over- og underbygning

### 2. Underbygning

### 3. Bruer



<b>Dokumentnavn: Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 2 / 10
<b>Kapittel: B.2.3</b>		
Dato: 01.09.2014	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## Innholdsfortegnelse

B	Overbygning/Underbygning .....	3
B.2	Underbygning .....	3
B.2.3	Bruer .....	3
B.2.3.1	Levetid .....	3
B.2.3.2	Fundamentering .....	3
B.2.3.3	Pålitelighetsklasse, nøyaktighetsklasse, kontrollklasse .....	3
B.2.3.4	Bruer i traséen .....	3
B.2.3.5	Kulverter .....	9
B.2.3.6	Overgangsbruer .....	10

<b>Dokumentnavn: Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 3 / 10
<b>Kapittel: B.2.3</b>		
Dato: 01.09.2014	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

## B Overbygning/Underbygning

### B.2 Underbygning

#### B.2.3 Bruer

##### B.2.3.1 Levetid

Minste dimensjonerende levetid skal være 100 år.

##### B.2.3.2 Fundamentering

Reglene til Jernbaneverket (kfr. Dok. nr. JD 525, kapittel 6) anvendes. For konstruksjoner som ikke er utsatt for nyttelast fra bane (f. eks. overgangsbruer), benyttes Statens vegvesen, håndbok 016, Geoteknikk i vegbygging).

##### B.2.3.3 Pålitelighetsklasse, nøyaktighetsklasse, kontrollklasse

Det skal benyttes pålitelighetsklasse 3 (kfr. NS 3490), nøyaktighetsklasse B (kfr. Statens Vegvesen håndbok 026) og kontrollklasse "Utvidet" (kfr. NS 3473).

##### B.2.3.4 Bruer i traséen

###### B.2.3.4.1 Krav til materialer

Betong: Betongkvaliteten for plasstøpte konstruksjoner skal minimum tilsvare C45 SV-40 i hht Statens vegvesen håndbok 026.

Betongkvaliteten for prefabrikkerte bærende konstruksjoner skal minimum tilsvare C55 SV-40 i hht Statens vegvesen håndbok 026.

Miljøklassen skal være MA.

Slakkarmeringen skal være B500NC i hht NS 3576-3.

Armeringsoverdekningen skal være minimum 55 mm til konstruktiv armering.

For konstruksjoner utført som undervannstøp henvises til Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 5, "Prosjektering og utførelse av betongkonstruksjoner i vann" og Statens vegvesen, Håndbok nr. 185.

Stål: Det skal benyttes stål kvalitet S355 eller bedre. Korrosjonsbeskyttelsen skal utføres i hht. system 1 eller 2 i vegvesenets håndbok – 026. Andre systemer kan benyttes, hvis det kan dokumenteres at de er likeverdige.

###### B.2.3.4.2 Krav til utførelse

Ledeskinner: Alle bruer i egen trasé skal normalt ha ledeskinne. For kombinerte bruer (bruer med både veg- og banetrafikk) vurderes tiltak i hvert enkelt tilfelle.

<b>Dokumentnavn: Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 4 / 10
<b>Kapittel: B.2.3</b>		
Dato: 01.09.2014	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

Bybanen as vurderer endrede regler for ledeskiner på bruer med fastspor fram mot neste revisjon av regelverk.

Dilatasjonslengde: For bruer med gjennomgående ballast skal tillatt dilatasjonslengde (målt fra fastlager eller fra dilatasjonssentrum (termisk sentrum) ikke være større enn 120m for betong- og samvirkebruer, og 90m for stålbruer. For bruer med dilatasjonslengder som overstiger disse mål, kreves glideskjøt i sporet.

Drenering: Brudekkets fall mot avløp skal være  $\geq 1:70$  både i tverr- og lengderetning. Hvis avløp lages for hver 10. m, kan fall i lengderetningen sløyfes. Der dreneringsvannet skal føres videre ved skjøting av andre rør, skal det innstøpte røret være av rustfritt stål. Når brua går over vann eller utmark, kan vannet slippes direkte ned. Avløpsrør av plast kan i slike tilfeller aksepteres.

Fuktisolasjon: Betongoverbygningens overside samt kantbjelkers innside, skal påføres godkjent membran og evt. særskilt membranbeskyttelse. For bruer som skal ha ballast, skal avstand fra skinnetopp til brudekket (ok membran /membranbeskyttelse) være minimum 650 mm.

Bruavslutning: Landkar eller bruoverbygning for bruer uten landkar, skal alltid avsluttes vinkelrett på sporet. På kulverter som danner skjev kryssing med linjen, skal dekket gis en utkraging for at avslutningen skal bli vinkelrett. Bredden på utkragingsplaten skal være 3,2 m sentrisk om spormidte. Konstruksjoner skal utføres med overgangsplater. Overgangsplatenes lengde skal normalt være 3,5 m, med bredde 3,2 m (pr. spor) og helning 1:10 bakover fra frontveggen. For mindre prefabrikkerte kulverter ( $H < 3,5$  m) kan overgangsplatenes lengde være 2,5 m. Platene skal ha en leddet forbindelse som ved innfestingspunktet ligger like høyt som overkant brudekke.

Utskifting av lagre: Ved lagrene skal både over- og underbygningen utformes slik at overbygningen kan løftes og lagrene avlastes. Fremgangsmåte og plassering av jekker ved løfteoperasjonen skal påføres oversiktstegningen. Det skal bare regnes med permanente laster.

Rekkverk: Bruene skal ha rekkverk. Rekkverket skal ha en høyde på 1200 mm, og dimensjoneres for laster tilsvarende gang- og sykkelvegbruer, pkt. 3.6.2 i Håndbok 184. For bruer med både veg og banetrafikk er det i tillegg krav til kjøresterkt H2-rekkverk i tråd med Statens vegvesens håndbok 231. Rekkverk kan konstruktivt kombineres med støyskjerm.

#### B.2.3.4.3 Krav til deformasjoner i bruksgrensetilstanden

Av komfort- og sikkerhetshensyn foreslås en rekke begrensninger når det gjelder deformasjoner (nedbøyninger og vinkeldreininger). Det foreslås benyttet Jernbaneverkets krav, kfr. dok. JD 525, kapittel 5, kapittel 10.

<b>Dokumentnavn: Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 5 / 10
<b>Kapittel: B.2.3</b>		
Dato: 01.09.2014	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

Pkt. 10.2.1 utgår.

For hele kapittel 10 gjelder at teksten "lastmodell 71" erstattes med verdier i flg. pkt. B.2.3.4.4 Vertikale laster og B.2.3.4.5 Horisontale laster

Vertikale banelaster skal inkludere støttallet  $\Phi$  i deformasjonsberegningene.

#### B.2.3.4.4 Vertikale laster

Ordinær last fra trafikkmateriell

Et vognsett kan ha en total lengde på 42 meter. Det regnes med fire boggier og to akslinger pr. boggi. Avstand mellom boggier er 10000 mm – 11000 mm – 10000 mm.

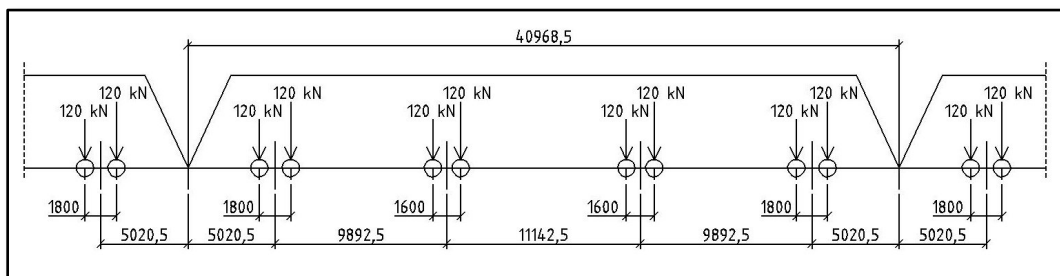
Akselavstand ytterboggier: 1800 mm.

Akselavstand innerboggier: 1800 mm.

Maksimalt akseltrykk er 120 kN (Karakteristisk last uten støttall).

Det skal forutsettes at flere vognsett kan stå tett i tett etter hverandre i begge spor.

Kfr. figur B-4 for detaljer.



**Figur B-4 Lastbilde bruer1**

Ordinær last fra arbeidsvogner (sporpakkemaskiner)

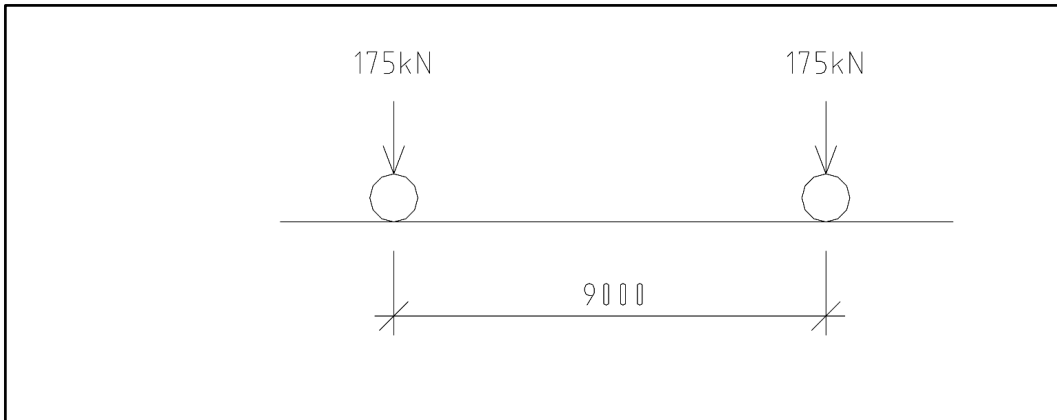
Bruene må i tillegg til laster angitt under B 2.3.2.2.1, kontrolleres for laster fra arbeidsvogn (sporpakkemaskin).

Det regnes foreløpig med to aktuelle typer arbeidsvogner:

Vogntype 1 har to enkle akslinger, totalvekt 350 kN og maksimalt akseltrykk 175 kN (karakteristisk last uten støttlegg). Innbyrdes avstand mellom akslingene regnes 9 meter.

Kfr. nedenstående figur for detaljer.

<b>Dokumentnavn: Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 6 / 10
<b>Kapittel: B.2.3</b>		
Dato: 01.09.2014	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

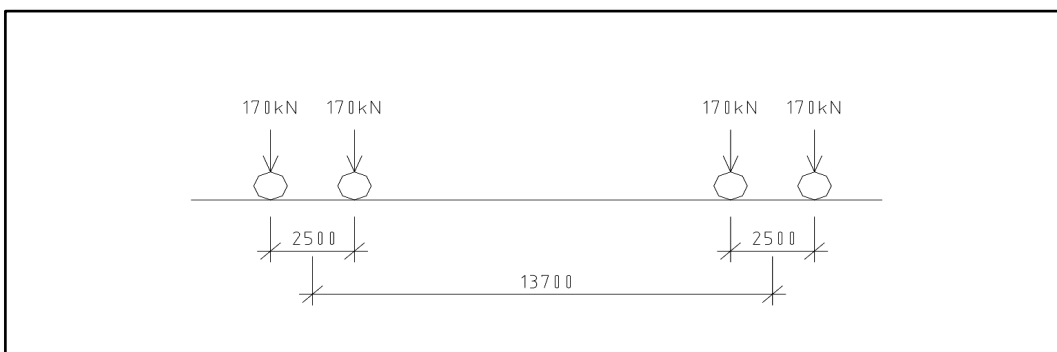


**Figur B-5 Lastbilde bruer 2**

Vogntype 2 har to boggi med to akslinger i hver boggi.

Avstanden fra senter til senter boggi er 13,7 meter, og avstanden mellom akslingene i hver boggi er 2,5 meter.

Totalvekten er 680 kN og akseltrykket 170 kN (karakteristisk last uten støttilllegg).



**Figur B-6 Lastbilde bruer 3**

#### Vertikallast på ikke offentlige gangbaner

Gangbanen er kun ment benyttet av driftspersonale, samt som sikkerhetsrom for passasjerer.

Det regnes med en karakteristisk nyttelast på 3 kN/m<sup>2</sup>.

Gangbanelasten skal ikke opptre samtidig med annen banelast.

#### Ulykkeslaster fra avsporing

I og med at det kreves ledeskinner på alle bruer, stilles det ikke krav om dimensjonering av bruoverbygningen for avsporingsslaster.

<b>Dokumentnavn: Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 7 / 10
<b>Kapittel: B.2.3</b>		
Dato: 01.09.2014	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

#### B.2.3.4.5 Horisontale laster

Akselerasjons- og bremsekrefter: Akselerasjons- og bremsekraften skal regnes å være 1/5 av togvekten uten støttilllegg.

Slingrekrefter: Slingrekraften regnes som 40 % av karakteristisk vertikallast uten støttilllegg. Den regnes å virke i høyde med overkant skinne og plasseres i ugunstigste stilling i forhold til den konstruksjonsdel som betraktes. Slingrekraft og sentrifugalkraft skal ikke virke samtidig. Det skal regnes med den ugunstigste av disse to i hvert enkelt tilfelle.

Sentrifugalkrefter: Ved bruer som helt eller delvis ligger i horisontalkurve, skal det tas hensyn til sentrifugalkreftene. Disse forutsettes å virke utover i horisontal retning.

Vognenes tyngdepunkt kan regnes å ligge 1,68 meter over skinneoverkant.

Karakteristisk størrelse på sentrifugalkraften regnes ut etter følgende formel:

$$H = P \cdot V^2 / (127 \cdot R)$$

H er sentrifugalkraftens størrelse i kN

P er vertikallasten uten støttilllegg i kN

V er hastigheten i km/t

R er kurvens radius i meter

For kjørehastighet 80 km/t kan formelen benyttes fra  $R = 200$  meter og opp til  $R = \infty$ .

Hvis horisontalradien er mindre enn 200 meter, skal det ikke regnes med større sentripetalaksellerasjon ( $V^2/R$ ) enn  $0,2 \cdot g$  der  $g$  er tyngdens akselerasjon lik  $9,81 \text{ m/s}^2$ .

Vindkrefter: Karakteristiske vindkrefter beregnes etter NS 3491-4.

Vognenes vindflate regnes som et rektangel med høyde 3,36 meter og hvis underkant ligger i høyde med skinneoverkant.

Det skal regnes med en vognplassering og et vognantall i lengderetningen av brua, som gir maksimal virkning.

Langsgående krefter pga. temperaturvariasjoner for bruer med pukkbullast: For bruer med helsveiset spor og ballast som har ett fast lager skal den karakteristiske verdien av den langsgående kraften på lagernivå beregnes ved:

$$F_{TK} = \pm 8 \cdot L_T \text{ i kN pr. spor for konstruksjoner i klasse (a)}$$

$$F_{TK} = \pm 8 \cdot (L_{T2} - L_{T1}) \text{ i kN pr. spor for konstruksjoner i klasse (b)}$$

<b>Dokumentnavn: Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 8 / 10
<b>Kapittel: B.2.3</b>		
Dato: 01.09.2014	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

hvor:

$L_T$  er avstanden mellom det termiske senter og den motsatte enden av dekket.

Konstruksjoner i klasse (a) er konstruksjoner med et enkelt spenn eller kontinuerlige spenn med et fast lager ved en ende.

Konstruksjoner i klasse (b) er konstruksjoner der de faste lagrene ikke er lokalisert ved en ende.

For bruer med gjennomgående ballast med en glideskjøt i den bevegelige enden av dekket og helsveiset over det faste lagret i den andre enden (konstruksjoner i klasse (a)), skal den karakteristiske langsgående kraften på lagrene beregnes ved:

$$F_{TK} = \pm (400 + 5 * L_T) \text{ i kN pr. spor} \leq 1100 \text{ kN pr. spor.}$$

For enhver bru hvor sporet har glideskjøter ved begge ender av dekket gjelder:

$$F_{TK} = 0$$

Langsgående krefter pga. temperaturvariasjoner for bruer med fastmontert spor:  
Løsning uten ballastpukk hvor jernbaneskinne felles ned i en betongplate, og hvor skinnen omgis av fuge og/eller asfaltmateriale, behøver ikke å regnes som "fastmontert" så lenge det ikke er bolter eller lignende mellom skinne og betong. For en slik løsning kan kreftene regnes med samme formelverk som for ballastløsning i punktet ovenfor.

Fastmonterte spor kan gi tvangskrefter som overføres til brooverbygning og lagere. Jernbaneanverkets prosjekteringsregler, JD 525 kapittel 6.4.1, angir prinsippene for hvordan slike krefter kan beregnes.

Ulykkeslaster fra vegtrafikk (påkjørsel av landkar, søyler og bruoverbygning).

Statens vegvesen, Håndbok 184, kapittel 7.1 legges til grunn.

Det skal benyttes lastfaktor 1,0 for påkjørselslasten.

Ulykkeslaster fra bane mot overgangskonstruksjoner

Det dimensjoneres ikke for at bane kjører på overgangskonstruksjoner.

I stedet skal det gjøres lokale tiltak som montasje av ledeskinner, bygging av beskyttelsesvoller og lignende.

Jordskjelv: Statens vegvesens regelverk benyttes, Håndbok 184 Lastforskrifter, versjon 2001-1.

Skipskollisjon: For de tilfellene der det er aktuelt med skipstrafikk under bruene, skal konstruksjonene dimensjoneres for skipspåkjørsel.



<b>Dokumentnavn: Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 9 / 10
<b>Kapittel: B.2.3</b>		
Dato: 01.09.2014	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

Dimensjonerende skipsstørrelse må vurderes på grunnlag av bl. a. vanndybder på stedet og størrelsen på de fartøyer som trafikkerer området.

Påkjørselslastene beregnes etter forskriftene til Statens vegvesen (Håndbok 184).

#### B.2.3.4.6 Støttall (dynamiske effekter)

Alle vertikale banelaster skal multipliseres med et støttall for å ta hensyn til dynamiske effekter.

Støttallene settes til:

$$\text{For bruer med ballast: } \Phi = 1 + (16/(20 + l_b))$$

$$\text{For bruer uten ballast: } \Phi = 1 + (17,65/(20 + l_b))$$

$l_b$  er lengden i meter av den bestemmende influensflate.

Ved dimensjonering av landkar og fundamenter behøver det ikke tas hensyn til støttall.

#### B.2.3.4.7 Utmatting

Konstruksjonene skal kontrolleres for utmatting.

Som utmatningsgivende last benyttes ordinær last fra vognsett gitt i pkt. B 10.2.2.1 uten støtt tillegg, i begge spor.

Hvis det ikke gjøres nøyaktigere analyse, kan det regnes med  $7,9 \cdot 10^6$  passeringer i hver retning over dimensjonerende levetid på 100 år.

Det regnes bare med ett vognsett (8 akslinger) i hvert av de to sporene.

Alle lastfaktorer i denne tilstanden regnes lik 1,0.

For beregningsmetoder henvises til de aktuelle norske standarder NS 3472 og NS 3473).

#### B.2.3.4.8 Lastkombinasjoner / Lastfaktorer for utmattingsgrensetilstanden og ulykkesgrensetilstande

De tekniske spesifikasjonene bygger på reglene til Statens vegvesen, Håndbok 185, 'Prosjekteringsregler for bruer'.

### B.2.3.5 Kulverter

#### B.2.3.5.1 Innledning

Med kulvert menes her en plasstøpt eller prefabrikkert betongkonstruksjon bestående av en takplate, tette vegger og fundamenter (eventuelt hel bunnplate, hvis grunnforholdene krever dette). Kulverter kan gjerne ha buet tak eller hellende vegger hvis estetiske forhold tilsier dette.

<b>Dokumentnavn: Teknisk regelverk for prosjektering og bygging</b>		Side: 10 / 10
<b>Kapittel: B.2.3</b>		
Dato: 01.09.2014	Godkjennes av: Teknisk sjef	Status: Godkjent

Kulverter kan også ha vegger bestående av permanent spunt hvis dette er hensiktsmessig ut fra rådende grunnforhold.

#### B.2.3.5.2 Funksjonelle og tekniske krav

Vedr. materialkrav henvises til kapittel A.10.2.1.1.

Når det gjelder eventuell bruk av korrugerte stålrør, må det dokumenteres minimum levetid på 100 år når det gjelder korrosjonsmotstand. Bruk av denne type konstruksjoner må i hvert enkelt tilfelle godkjennes av byggherren (tiltakshaver).

Betongkulverter i traséen skal forsynes med en utvendig høyverdig membran på takplate (eventuelt også vegger og bunnplate, hvis kulverten ikke bygges drenert).

Membranen skal være en bitumenbasert klebemembran.

Det skal benyttes drenerende telesikre tilbakefyllingsmasser inntil kulvertvegger og støttemurer.

#### B.2.3.5.3 Laster

Det skilles mellom kulverter som skal bære banelast (kulverter i traséen) og kulverter over banen.

Kulverter i traséen beregnes som bruer i traséen, mens kulverter over banen beregnes som overgangsbruer (kfr. neste kapittel).

#### B.2.3.6 Overgangsbruer

Overgangsbruer utføres og beregnes iht. bestemmelser fra Statens vegvesen, eventuelt supplert med spesielle kommunale krav.

Overgangsbruer utstyres med rekkverk som tilfredsstiller kravene til Statens vegvesen med hensyn på utforming og styrke.

Det kreves at kjøreledningen beskyttes lokalt ved overgangsbruer. Dette kan gjøres ved at det monteres en lokal skjerm over kjøreledningen i tråd med Jernbaneverkets regelverk JD 525 kapittel 10. Jording av overgangsbruer skal gjøres i henhold til jordingsprinsippene.

Overflatevann tillates ikke drenert ned i sporområdet.