Til: Endringsartikkel #4053

Fra: John Magne Hembre (Fagansvarlig TRV, Bruer og konstruksjoner)

Dato: 20.01.2026

Sidekontroll: Hauke Burkart (Kontrollør TRV, Bruer og konstruksjoner)

Notat; Endringsforslag #4053, økning av maksimalt tillatt aksellast og metervekt på Ofotbanen

1 Sammendrag

Det foreslås å revidere tabellen over bruers bæreevne i TRV bok 590, «Rolling stock, Appendix 3.d: Axle loads and linear loads in relation to bridge load capacities», i henhold til innstilling i punkt 5. Det foreslås å samtidig gjennomføre feilrettinger av fotnotenummereringen i tabellen, og å fjerne nedlagte banestrekninger fra tabellen.

2 Innhold

1 Sammendrag 1
2 Innhold 1
3 Bakgrunn 1
4 Grunnlag for vurdering av bruenes kapasitet 1
5 Innstilling til endring av tabell over bruers bæreevne 4
6 Referanser 6

3 Bakgrunn

Det ble i perioden desember 2016 til og med november 2020 gjort undersøkelser av bruene på Ofotbanen med mål om å kunne øke den tillatte belastningen fra malmtransport, blant annet ved å utføre et prøvekjøringsprosjekt med tyngre tog. På bakgrunn av disse undersøkelsene ble det 30.04.2024 levert et endringsforslag fra Jens Harry Hoff (Sporteknikk) til tabellen over bruers bæreevne i TRV bok 590 «Rolling stock, Appendix 3.d: Axle loads and linear loads in relation to bridge load capacities». Forslaget gjelder en økning av dagens maksimalt tillatte aksellast på 30 tonn, til en ny tillatt aksellast på 31 tonn med tilhørende justeringer av metervekter.

Endringsforslaget er anbefalt gjennomført, og dette notatet beskriver grunnlaget for anbefalingen og en detaljert innstilling til kravendring utarbeidet av fagansvarlig for «Bruer og konstruksjoner».

4 Grunnlag for vurdering av bruenes kapasitet

De 14 jernbanebruene registrert langs Ofotbanen i BaneData er listet i Tabell 1 med utvalgte objektegenskaper. Merknader til vurdering av bruenes kapasitet, og i noen tilfeller egne vurderinger, er referert til i siste kolonne. Objektegenskaper i BaneData er ikke kontrollert av undertegnede, objektregistreringer er gjennomgått i SK. Anbefalte tiltak fra generiske bruinspeksjoner og fra prøvekjøringsprosjektet forutsettes fulgt opp av Infrastruktureier.

Tabell 1: Utdrag fra BaneData, bruobjekter Ofotbanen

Objekt [KU-BRU-..]	Delstrekning beskrivelse	Ref. km	Navn/Nr.	Brutype	Bygge-materiale	Lengde [m]	Idriftsatt år	Merknad HEMJOH
004528	2400-00001 - Narvik havn - Narvik	0,00	Bolags tunnel	Kulvert	Betong	100,0	1958	a
004683	2400-00001 - Narvik havn - Narvik	2,08	Sjøbakken bru	Trau	Stål	48,0	2013	b
004035	2400-00001 - Narvik havn - Narvik	2,40	Kulvert Forbindelsen	Ramme	Betong	3,4	2003	c
004288	2400-00001 - Narvik havn - Narvik	2,59	Kulvert Malmporten	Ramme	Betong	12,5	2000	d
003820	2400-24020 - Narvik stasjon	4,29	Mølleelv hvelvbru	Bue	Stein	4,0	1902	e, f
004937	2400-24020 - Narvik stasjon		Bruer, Kulvert Fredskapellet, Narvik					f
003821	2400-24020 - Narvik stasjon	4,68	Grundstadbrua	Trau	Betong	6,0	2002	g
KU-REN-000207	2400-24020 - Narvik stasjon	7,608	Djupvik stasjon	Bue	Stein	2,0	1902	e
003822	2400-24025 - Djupvik stasjon	8,27	Forsneselven hvelvbru Km 8,2665	Bue	Stein	4,0	1902	e
004488	2400-24040 - Rombak stasjon	21,18	Kulvert Rombak - 21,1815	Kulvert	Betong	3,3	2015	h
003823	2400-00005 - Katterat - Bjørnfjell	35,72	Spionkopen bru km 35,69	Bjelkebru	Spennarmert betong	50,0	1988	g
003824	2400-00005 - Katterat - Bjørnfjell	35,99	Søsterbekk bru km 35,95	Bjelkebru	Spennarmert betong	85,0	1988	g
004974	2400-00005 - Katterat - Bjørnfjell	33,82	Brudesløret bru	Bue	Stein	2,5	1901	e
004301	2400-00005 - Katterat - Bjørnfjell	38,97	Kulvert Solheim	Rør	Stål	3,1	2009	i
004538	2400-24060 - Bjørnfjell stasjon	40,42	Kulvert Bjørnfjell	Kulvert	Betong	4,4	2012	h

Merknader til grunnlag:

a) Gjelder en kulvert av plasstøpt betong med 2,75 meter lysåpning for gjennomføring av rør og kabler som krysser flere spor under togoppstillingsområdet ved LKABs utskipningskai. Kulverten er inspisert i forbindelse med prøvekjøringsprosjektet [1], men det virker ikke å være utført nærmere beregninger eller andre undersøkelser av kapasitet i øvrig grunnlag fra prosjektet [2] [3]. Ifølge opprinnelig beregningsrapport [4] virker kulverten å være dimensjonert etter NSBs beregningsgrunnlag av 1958 [5], som beskrev en aksellast på 22 tonn. Kulvertens overkant oppgis i beregningsrapporten å ligge med 1,5 m overfylling. Trykket fra statisk trafikklast er i beregningsrapporten beregnet som 22 tonn delt på 1,5 m akselavstand og 4,5 m bredde, noe som gir 3,25 t/m^2. Det er videre benyttet et støttall på 1,33 som gir et trykk på 4,32 t/m^2.

   Dagens malmtog har størst lokal belastning over kobbel, og hvis man fordeler fire aksellaster på 31 t over en fordelingslengde på 0,5+1,8+0,85+0,85+1,8+0,5 = 6,3 meter (hvor tilleggene på 0,5 meter i hver ende er skjønnsmessig vurdert, øvrig geometri fra [1]) får man en linjelast på ca. 17,7 t/m. Totallast blir da 31 t * 4 = 124 t over disse 6,3 meterne. Hvis man antar 2,6 m svillebredde og sprer vertikal lastvirkning mot dybden ned til senterlinje topplate med lastspredning 2:1 i både tverr- og lengderetning gir dette et trykk fra statisk trafikklast på: 124 t / (2,6m+1,65m)*(6,3m+1,65m) = 3,67 t/m^2. Dette er noe høyere enn statisk trafikklast benyttet i opprinnelige beregninger, men til gjengjeld vurderes støttallet på 1,33 fra opprinnelige beregninger å være konservativ på dette havneområdet hvor hastigheten for tung godstrafikk nødvendigvis er svært lav. Det er ikke registrert noen feil eller skader på konstruksjonen på grunn av dagens belastning i Maximo. På grunn av kulvertens størrelse, den lave hastigheten, og at forslagsstiller opplyser om at kulverten er avstengt og ikke benyttes til gjennomgangstrafikk, anses konsekvensen av et eventuelt brudd å være lav. Kulverten vurderes på grunnlag av dette å ha tilstrekkelig kapasitet for 31 tonn aksellast.

b) Denne ståltraubrua over 2 spenn ligger på strekningen Fagernes - Narvik og er ikke omfattet av prøvekjøringsprosjektet. Det er ble imidlertid i 2024 utført en klassifiseringsberegning av bruforvalting i Bane NOR, basert på metodikk fra NS-EN 15528:2021, som viser at brua har tilstrekkelig kapasitet for 31 t aksellast med malmvogngeometri hentet fra Trafikkverket i TRVINFRA 00331 [6] [7]. En økning av maksimal tillatt aksellast fra 30 til 31 tonn vil likevel kunne redusere bruas levetid med hensyn til utmatting. Dette er ikke behandlet i omtalte klassifiseringsberegning.

c) Denne plasstøpte betongkulverten med 3 m lysåpning fra år 2003 er eneste konstruksjon langs et sidespor til strekningen Fagernes - Narvik. Kulverten er ikke omfattet av prøveprosjektet, og det er heller ikke kjent for undertegnede om det er aktuelt å kjøre fullastede malmtog på dette sidesporet. I beregningene for kulverten fra 2003 oppgis det imidlertid at *«Denne delen av jernbanenettet i Narvik er i dag ikke brukt til malmtrafikk, men må iflg JBV i Narvik dimensjoneres for enkelttilfeller av malmtogsett.»* [8]. Kulverten ble derfor dimensjonert for 300 kN aksellast, pluss dynamisk faktor på 1,42 og lastfaktor. Den dynamiske faktoren benyttet i beregningene må antas å være konservativ for dette korte buttsporet hvor hastigheten for tung godstrafikk nødvendigvis er svært lav. Kulverten vurderes på grunnlag av dette å ha tilstrekkelig kapasitet for 31 tonn aksellast.

d) Denne plasstøpte betongkulverten/rammebrua med 11,85 m lysåpning fra år 2000 ligger på strekningen Fagernes - Narvik og er ikke omfattet av prøvekjøringsprosjektet. Kulverten ble dimensjonert for LM71 og alfafaktor 1,0, noe som skulle tilsi 250 kN karakteristisk statisk aksellast, men den ble også dimensjonert for spesialtransport iht. SW/2 [9]. Ved å sammenlikne malmvogngeometri hentet fra [1] og 31 tonn aksellast med lastmodell SW/2 får man over hver vogn: (31*4)/(10,3) = 12 t/m < 15,3 t/m (SW2) -> OK. Over hvert kobbel, forutsatt ca. 6,3 meter fordelingslengde, blir belastningen derimot (31*4)/6,3 ≈ 19,68 t/m. Sammenlikner man en jevnt fordelt last på 15,3 t/m over hele spennvidden med en sentrisk plassert 6,3 meter lang jevnt fordelt last på 19,68 t/m fører sistnevnte til omtrent 7,5 % lavere hjørnemomentet i en rammekonstruksjon med mål som denne kulverten.

Feltmomentet blir imidlertid omtrent 9,5 % høyere. I forhold til det maksimale feltmomentet beregnet i [9] blir økningen i størrelsesorden 3 %. Det er ikke registrert noen feil eller skader på konstruksjonen i Maximo som antas å skyldes overbelastning på grunn av dagens malmtransport med 30 tonn aksellast. Kulverten vurderes på grunnlag av dette å ha tilstrekkelig kapasitet for 31 tonn aksellast. Det gjøres oppmerksom på at økning av maksimal tillatt aksellast fra 30 til 31 tonn vil kunne redusere undergangens teoretiske levetid med hensyn til utmatting.

e) Disse eldre steinhvelvsbruene er kontrollberegnet i forbindelse med prøvekjøringsprosjektet i [2], hvor det er påvist tilstrekkelig teoretisk kapasitet for 32,5 tonn aksellast. Det ble også utført inspeksjoner og innmålinger av disse bruene og konkludert med at ingen viste tegn til riss-dannelse eller deformasjon på grunn av prøvekjøringen [1] [3].

f) Ved Mølle elv (Taraldsvik) er det bygd en helt ny jernbanebru for et nytt spor som krysser elva like ved siden av det eksisterende steinhvelvet. Denne nye jernbanebrua er dimensjonert for 40 tonn aksellast. På samme sted er det også bygd en ny kulvert for gangtrafikk («Kulvert Fredskapellet», KU-BRU-004937) som er dimensjonert for 40 tonn aksellast.

g) Disse tre bruene er kontrollberegnet i forbindelse med prøvekjøringsprosjektet i [2], hvor det er påvist tilstrekkelig teoretisk kapasitet for 32,5 tonn aksellast. Grunstadbrua (KU-BRU-003821) vil med 32,5 tonn aksellast imidlertid få redusert teoretisk levetid med hensyn til utmatting. Ved de større spennarmerte bruene ved Norddal/Søsterbekk (KU-BRU-003823 og KU-BRU-003824) ble det i tillegg målt tøyninger, vibrasjoner og nedbøyninger gjennom en periode fra desember 2016 til november 2020, blant annet under prøvekjøringer av malmtog med maksimale aksellaster mellom 30 og 31 tonn. Det ble ikke påvist noen negativ utvikling i prøveperioden som kan knyttes til økning i belastningen på banestrekningen. Det ble rapportert at prøvetogene ikke førte til unormale bevegelser eller vibrasjoner i bruene, og at bruene oppførte seg som forventet med hensyn til tøyninger og nedbøyninger. Systemets demping av svingebevegelser ble også rapportert å være innenfor hva man kan forvente i denne typen konstruksjoner [1].

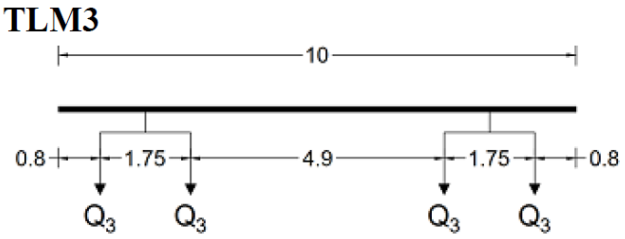
h) Disse to mindre nyere betongkulvertene bygd etter år 2012 er ikke kontrollberegnet i forbindelse med prøvekjøringsprosjektet [2], men ble vurdert å ha tilstrekkelig kapasitet for 31 tonn aksellast basert på inspeksjoner og innmålinger i prøvekjøringsperioden [1] [3].

i) Denne nyere undergangen av stålrør bygd i 2009 er ikke kontrollberegnet i forbindelse med prøvekjøringsprosjektet [2], men ble vurdert å ha tilstrekkelig kapasitet for 31 tonn aksellast basert på inspeksjoner og innmålinger i prøvekjøringsperioden [1] [3]. Det ble anbefalt oppfølging av eventuelle deformasjoner et punkt i enden av den ene betongvangen.

5 Innstilling til endring av tabell over bruers bæreevne

Resultater fra prøvekjøringsprosjektet viser at lokomotivene fører til mindre belastning enn fullastede malmvogner. Malmvognene oppgis i [1] å ha tilnærmet samme geometri som angitt for TLM3 i Trafikverkets i TRVINFRA 00331. Denne geometrien er vist i figur [7]. Det forutsettes for nye verdier i tabellen en vogngeometri som oppgitt i [1], avrundet til L=10,3 m, a=1,8 m og b=0,85. Det oppgis i [2] at tillatt hastighet på Ofotbanen er 50 km/t for lastede malmtog, og 60 km/t for tomme malmtog.

Siden kun 4-akslede vogner er undersøkt vil for 6-akslede vogner med mål L=10,3 m, a=1,80 m og b=0,85 m aksellasten måtte reduseres til 31 tonn *4/6 = 20,66 tonn for riktig jevnt fordelt last over vogn (ΣP/L) og over buffer. Dette resulterer i en P/b-verdi på 20,66 tonn / 0,85 m = 24,3 tonn/m.



Figur 1: Lastmodell TLM3 fra Trafikverkets TRVINFRA 00331, tilsvarer malmvogner benyttet på Ofotbanen [7]

På bakgrunn av dette foreslås følgende endring i oversikt over bruers bæreevne i TRV bok 590 «Rolling stock, Appendix 3.d: Axle loads and linear loads in relation to bridge load capacities», som vist i Tabell 2. Kun rader knyttet til de aktuelle banestrekningene er vist. Laster er rundet opp til nærmeste 100 kg. **Grønt** viser utelatt innhold, ~~rødt~~ viser innhold som foreslås fjernet og blått viser innhold som foreslås lagt til. Det anbefales å samtidig gjennomføre feilrettinger av fotnotenummereringen i tabellen, og å fjerne nedlagte banestrekninger fra tabellen.

Tabell 2: Foreslått kravendring. Kun rader knyttet til de aktuelle banestrekningene er vist.

Strekning ***Line***	***Oppfyller linjeklasse etter EN 15528*** ***Comply with line classification in EN 15528***	***Maks. Aksellast P (tonn)*** ***Max axle load P (tons)***	***ΣP/L, P/a og P/b (se figur) må ikke overstige*** ***Max values for ΣP/L, P/a and P/b:***				
			Vogner og loktyper ***Wagon and locomotive types***				
			ΣP/L	***P/a***		***P/b***	
			Alle typer ***All types***	***2- og 4-akslede*** ***2 and 4 axled***	***3- og 6-akslede*** ***3 and 6 axled***	***4-akslede*** ***4 axled***	***6-akslede*** ***6 axled***
[…]	*[…]*	*[…]*	*[…]*	*[…]*	*[…]*	*[…]*	*[…]*
Narvik - Vassijaure	*E5*	~~*30*~~ *31 [5]*	~~*12*~~ *12,1 [5]*	~~*16,67*~~ *17,3 [5]*	~~*16,67*~~ *17,3 [5]*	~~*33,3*~~[5] *36,5 [5]*	~~*20*~~ *24,3 [5]*
Fagernes – Narvik	*E5*	~~*30*~~ *31 [5]*	~~*12*~~ *12,1 [5]*	~~*16,67*~~ *17,3 [5]*	~~*16,67*~~ *17,3 [5]*	~~*33,3*~~[6] *36,5 [5]*	~~*20*~~ *24,3 [5]*
[…]	*[…]*	*[…]*	*[…]*	*[…]*	*[…]*	*[…]*	*[…]*

P = aksellast / axle load [t]

L, a, b = avstander / distances in [m]

For flere detaljer se EN 15528 / For more details see EN 15528.

[…]

~~*5. Beregnet med b = 0,9 m / Calculated with b = 0,9 m*~~

5. Lasten gjelder vogner med mål L=10,3 m, a=1,80 m, b=0,85 m og maksimal hastighet 50 km/h / The load is applicable for wagons with measurements L=10,3 m, a=1,80 m, b=0,85 m and maximal speed 50 km/h

~~*6. Beregnet med b = 0,9 m / Calculated with b = 0,9 m*~~

6 Referanser

[1] Rambøll Norge AS, «IUP-00-A-20547 Rev 00A, Ofotbanen, Narvik Havn – Vassijaure, Prøvekjøring 32,5 tonn aksellast, Instrumentering av bruer, Sluttrapport desember 2020,» 2020.

[2] Jernbaneverket, «IUP-00A-18720 Rev 01A, Ofotbanen, Narvik Havn – Vassijaure, Prøvekjøring 32,5 tonn aksellast, Hovedrapport,» 2017.

[3] Bane NOR SF, «IUP-00-A-07676 Rev 00A, Ofotbanen, Narvik Havn – Vassijaure, Prøvekjøring 32,5 tonn aksellast, Evalueringsrapport,» 2020.

[4] Norges Statsbaner, *KU-020376-002, Beregning, Gangtunnel Narvik,* 1958.

[5] Norges Statsbaner, Hovedadministrasjon - Brukontoret, *Stortrykk 116, Beregningsgrunnlag for nye jernbanebruer - Belastningstoget av 1958,* 1958.

[6] Bane NOR SF, «Notat, Klassifisering av Sjøbakken bru,» 2024.

[7] Trafikverket, «Krav med rådstekst, TRVINFRA-00331 Version 1.0, Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning,» Trafikverket, 2022.

[8] Ringtek AS / Multiconsult, «KU-020577-003, Statiske beregninger, Undergang for gang- og sykkelvei i Narvik, Ofotbanens Fagerneslinje km 2,2,» 2003.

[9] Anleggsteknikk rådgivende ingeniører, «KU-020578-000, Beregninger, Demag kjøpesenter, Veg 5, Kulvert 1,» 2000.