Til: -

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

Dato: 23.09.2025

Høring: Geir Svanø (Fagansvarlig TRV, Underbygning), Frode Teigen (Fagansvarlig TRV, Overbygning), Alf Helge Løhren (Kontrollør TRV, Overbygning), Eelco van Raaij (Påtroppende fagansvarlig TRV, Underbygning), Vegard Fossbakken (Konstruksjoner og konstruksjonsmaterialer)

Notat; Bruavslutning ved skjeve krysninger (TRV:04861)

1 Sammendrag

Det foreslås i dette notatet å liberalisere TRV:04861 slik at det ikke lenger stilles krav til vinkelrett bruavslutning ved skjeve krysninger med små krysningsvinkler.

2 Innhold

1 Sammendrag 1
2 Innhold 1
3 Bakgrunn 1
4 Dagens krav TRV:04861 og TRV:04862 2
5 Diskusjon om dagens krav TRV:04861 3
5.1 Konsekvens av liten krysningsvinkel for kravhensikten 3
5.2 Tilsvarende krav i andre land 5
5.3 Endringsforslag 6
6 Referanser 7

3 Bakgrunn

Teknisk regelverk (TRV) stiller i dag krav om at bruoverbygning under sporet alltid skal avsluttes vinkelrett på sporet, i TRV:04861. Kravhensikten er at man ønsker å unngå feil i sporgeometri som følge av skjevsetninger mellom skinnestrengene i overgangen mellom bru og fylling, samt at man ikke ønsker forskjellig elastisitet i sporet under hver skinnestreng.



Figur 1: Eksempel på kulvert som danner skjev kryssing mot spor med små vinkler **[1]**

På kulverter løses dette ved at topplata krages ut med en konsoll som avsluttes skjevt i forhold til kulvertens lengderetning. Dette er en løsning som er kompliserende og fordyrende ved bygging av både plasstøpte og prefabrikkerte kulverter. Det er derfor ønskelig å se nærmere på om bruken av slike skjevstilte utkraginger alltid er nødvendig, eller om det kan defineres for hvilke skjevhetsvinkler bruken er berettiget.

Figur 1 viser eksempel fra en dispensasjonssøknad hvor sporene krysser konstruksjonen med små vinkler og lav tillatt hastighet, men som likevel omfattes av dagens krav TRV:04861. Konsollene er markert med lilla farge.

4 Dagens krav TRV:04861 og TRV:04862

Dagens krav TRV:04861 gjengis her sammen med TRV:04862, siden disse kravene henger naturlig sammen og begge er en del av den følgende diskusjonen om bruavslutninger.

TRV:04861

Bruavslutning: Bruoverbygning under sporet skal alltid avsluttes vinkelrett på sporet.

1. **Utførelse**: På kulverter som danner skjev kryssing med jernbanelinjen, skal dekket gis en utkraging for at avslutningen skal bli vinkelrett.
2. **Utførelse**: Bredden på utkragingsplaten skal være 3,2 m sentrisk om spormidt.
3. **Utførelse**: Det skal ikke forutsettes at slike utkragere hviler på tilbakefylling ved kulverten eller brulandkaret, dette på grunn av ulike setningsegenskaper for kulverten/brulandkaret og de tilbakefylte massene.

Merk at alle utkragere lengre enn 0,5 m langs spor ved spormidt i henhold til NS-EN 1991-2:2003+NA:2010 tabell 6.2 krever en dynamisk analyse som beskrevet i TRV:04946.

TRV:04862

Overgangsplater: Nye konstruksjoner skal utføres med overgangsplater.

1. **Utførelse**: Overgangsplatenes lengde skal være minst 3,5 m, med bredde 3,2 m og helning ca. 1:5 bakover fra frontveggen.
2. **Unntak**: For prefabrikkerte kulverter med ytre høyde mindre eller lik 3,5 m kan overgangsplatenes lengde være 2,5 m.
3. **Utførelse**: Overgangsplatene skal ha en leddet forbindelse som ved innfestingspunktet ligger i slik høyde at overkant overgangsplate ligger like høyt som overkant brudekke.
4. **Utførelse**: Overgangsplatene skal beregnes for samme trafikklaster som brua de tilhører.

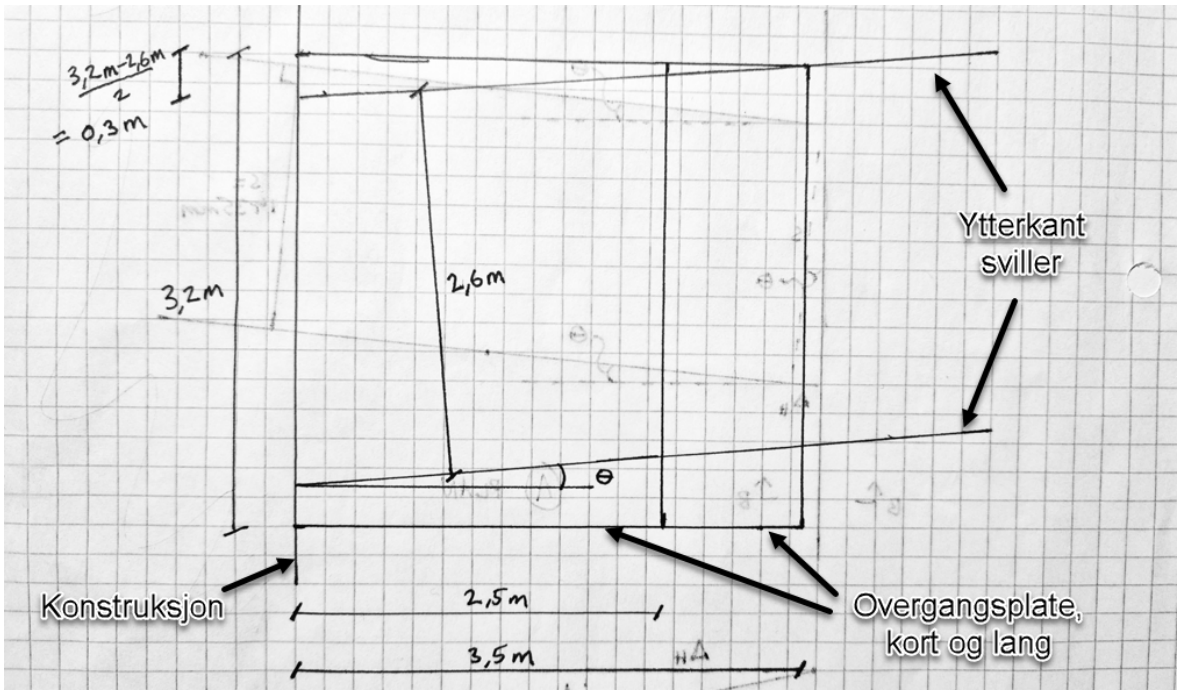
Figur 2: Dagens krav TRV:04861 og TRV:04862 **[2]**

5 Diskusjon om dagens krav TRV:04861

5.1 Konsekvens av liten krysningsvinkel for kravhensikten

Kravhensikten er at man ønsker å unngå feil i sporgeometri som følge av skjevsetninger mellom skinnestrengene i overgangen mellom bru og fylling, samt at man ikke ønsker forskjellig elastisitet i sporet under hver skinnestreng.

Alle nye jernbanebruer bygges med overgangsplater i henhold til føringer gitt av TRV:04862.Dette notatet omfatter ingen forslag til endringer av TRV:04862, og en overgangsplate forutsettes derfor å bygges i henhold til disse føringene.



Figur 3: Illustrasjon av sviller og overgangsplate ved krysningsvinkel θ

Figur 3 viser situasjonen med en overgangsplate i henhold til TRV:04862 (3,2 meter bredde og 2,5 eller 3,5 meter lengde). Forutsatt en svillebredde på 2,6 meter blir maksimal «krysningsvinkel» for at ytterkant av svilla fortsatt skal ligge over overgangsplata ved fri ende, θ_{max}:

$$\theta_{max} = \tan^{-1}\left(\frac{0{,}3\ m}{3{,}5\ m}\right) \approx 5°$$

Figur 4 illustrerer situasjonen gitt en overgangsplate med helning 1:5 i henhold til TRV:04862, en liten krysningsvinkel θ og sporvidde s. Forskjellen i avstand mellom overkant overgangsplate og overkant av hver skinnestreng er gitt av ΔV, som for $s = 1435\ mm$ og $\theta = 5°$ blir:

$$\Delta V = \frac{1}{5}\Delta H = \frac{1}{5} * s * \tan\theta \approx 2{,}5\ cm$$

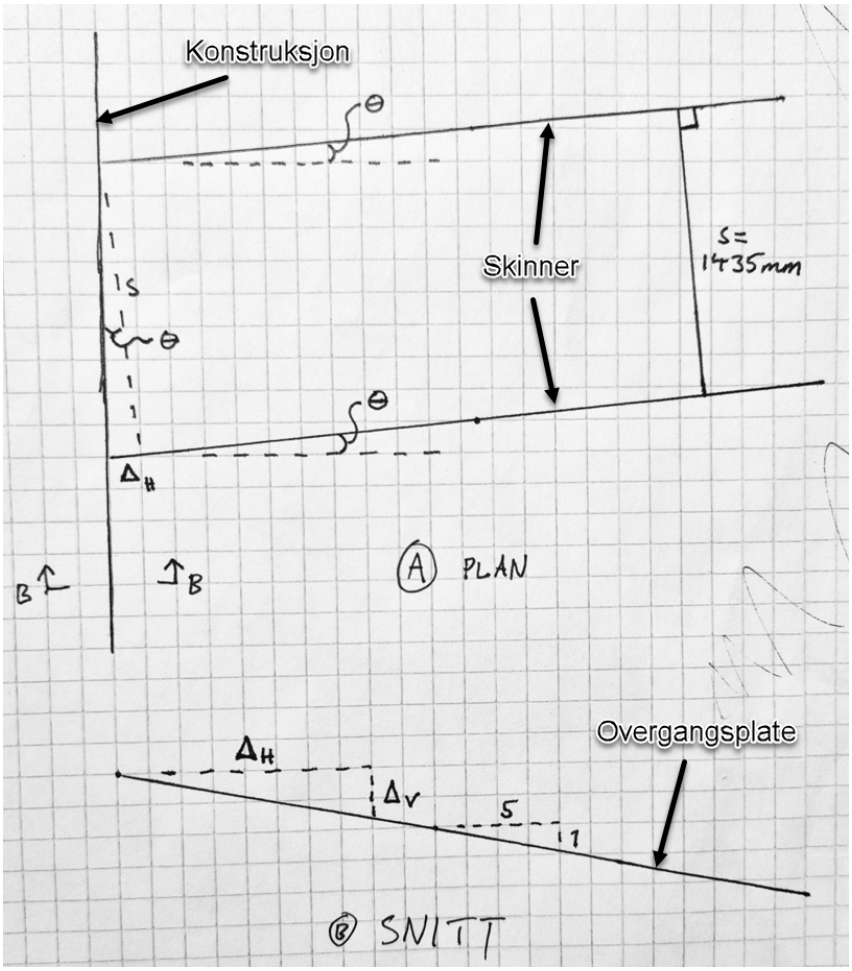
Forutsatt en skinnehøyde på omtrent 15 cm, svillehøyde på omtrent 21 cm og minste avstand mellom overgangsplate og skinneoverkant i henhold til ballastkrav over hardt underlag (TRV:03453), vil avstandene fra underkant av sville under hver skinnestreng ned til overkant overgangsplate være henholdsvis 440 mm og 465 mm ved opplegget til overgangsplata, og 1140 mm og 1165 mm ved fri ende av overgangsplata. En differanse i ballastlagtykkelse under svillene

på 2,5 cm mellom skinnestrengene vurderes å ha neglisjerbar innvirkning på sporets elastisitet. Denne vurderingen underbygges også av funn i [3] som konkluderer generelt med at vertikale stivhetsvariasjoner over typiske jernbanekulverter er for små til å kunne settes i sammenheng med økt behov for vedlikehold av sporet.

Angående vindskjevhet i spor blir sporet pakket etter bygging av konstruksjonen. Sporet vil derfor i utgangspunktet ligge riktig, innenfor en toleranse for vindskjevhet på 2 mm iht. TRV:05045, selv om konstruksjonen og overgangsplata har en liten vinkel i forhold til sporet. En eventuell vindskjevhet i sporet ut over dette oppstår altså først hvis det oppstår setninger under overgangsplata. For å vurdere størrelsen av en slik eventuell vindskjevhet kan man konservativt anta en stor setning under overgangsplatas fri ende på 10 cm, noe som er langt mer enn største tillatte differansesetning for banelegemet over 3 år iht. TRV:08380 (7 cm over 25 meter). I en slik situasjon vil overgangsplata få en tilleggshelning på $\frac{0{,}1\ m}{3{,}5\ m} = \frac{1}{35}$, noe som gir:

$$\Delta V = \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{35}\right)\Delta H = \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{35}\right) * s * \tan\theta \approx 2{,}9\ cm$$

Her tilsvarer økningen av ΔV på grunn av setning under overgangsplatas fri ende den potensielle vindskjevheten i sporet, altså 4 mm, eller $\frac{4\ mm}{1435\ mm} \approx 0{,}3\ \%$. Inkludert toleransen for nyjustert spor gir dette en total vindskjevhet i sporet på 2 mm + 4 mm = 6 mm, noe som i henhold til TRV:05045 tilsvarer den strengeste vedlikeholdsgrensen for vindskjevhet i sporet med 2 meter målebasis. Det konkluderes på bakgrunn av dette med at vindskjevhet i sporet forårsaket av setninger under overgangsplate heller ikke vil være problematisk ved en krysningsvinkel på $\theta = 5°$.



Figur 4: Illustrasjon av sviller og overgangsplate ved krysningsvinkel θ

5.2 *Tilsvarende krav i andre land*

Undertegnede har gjort en rask studie av regelverk i andre nordiske land. I de finske og danske regelverkene for jernbanebruer er ikke bruavslutninger ved skjeve krysningsvinkler funnet omtalt. Trafikverket i Sverige omtaler imidlertid dette i *«TRVINFRA-00227, Bro och broliknande konstruksjon Byggande»*, punkt 6.2.6.1.5:

6.2.6.1.5. Broände

K134944

Broände på vägbro eller gång- och cykelbro ska i plan beskriva en linje utan brytpunkt.
Broände på järnvägsbro med mindre vinkel mellan projekterad spårmitt och broände än 95 gon och med < 1,0 m överfyllnad ska ha en mot projekterad spårmitt vinkelrät del som är belägen centriskt kring projekterad spårmitt och ≥ 3,2 m bred.
Broände ska förseglas.

Råd

Broände på vägbro eller gång- och cykelbro utformas enligt AMA, EBB.1.

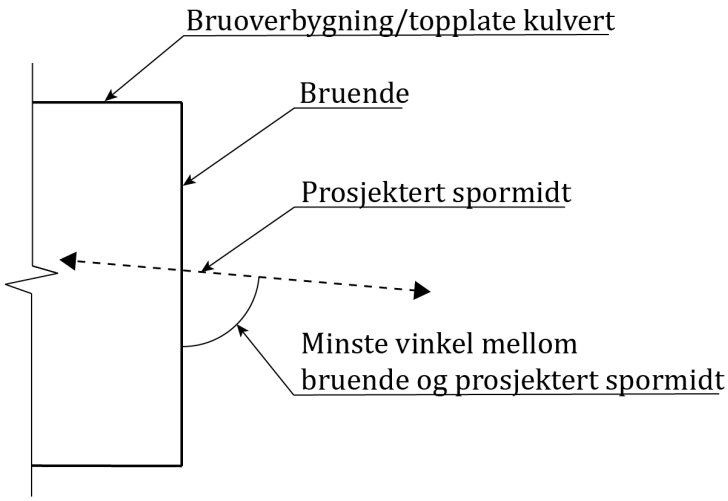
Figur 5: Trafikverkets TRVINFRA-00227, punkt 6.2.6.1.5 **[4]**

For undertegnede kommer det ikke tydelig fram av samme regelverk om det kreves overgangsplater ved bygging av nye jernbanebruer i Sverige, men jeg har konferert med en kollega i Trafikverket som avkrefter at de har et slikt generelt krav. Vedkommende hevder at overgangsplater kan benyttes i enkelte prosjekter hvis geoteknikerne finner det nødvendig, men dette skjer visstnok ganske sjeldent. Trafikverket krever altså en vinkelrett bruavslutning kun hvis overdekningen er mindre enn 1 meter samtidig som krysningsvinkelen er større enn $\theta = 5\ gon * \left(\frac{360°}{400\ gon}\right) = 4{,}5°$. Dette samtidig som det ikke er noe generelt krav om å benytte overgangsplater.

5.3 *Endringsforslag*

Basert på diskusjonen i punkt 5.1 og 5.2 anbefales det å endre TRV:04861 slik at det først stilles krav til vinkelrett bruavslutning ved krysningsvinkler større enn 5º, eller med andre ord ved vinkler mindre enn 85º mellom prosjektert spor og bruende. Forslag til ny kravtekst er vist på Figur 7. Endringer er vist med grønn farge.

TRV:04861



Figur 6: Illustrasjon av minste vinkel mellom bruende og prosjektert spormidt. Overgangsplate og eventuell konsoll/utkrager er ikke vist.

Bruavslutning: Ved minste vinkel < 85º mellom bruende og prosjektert spormidt, se Figur 6, skal bruas avslutning under spor utføres med en minst 3,2 m bred bærende del (konsoll eller utkrager) plassert sentrisk om spormidt og avsluttet vinkelrett på spormidt.

1. **Utførelse**: Det skal ikke forutsettes at slike utkragere hviler på tilbakefylling ved konstruksjonen, dette på grunn av ulike setningsegenskaper for konstruksjonen og de tilbakefylte massene.

Merk at alle utkragere lengre enn 0,5 m langs spor ved spormidt i henhold til NS-EN 1991-2:2003+NA:2010 tabell 6.2 krever en dynamisk analyse som beskrevet i TRV:04946.

Figur 7: Endringsforslag, TRV:04861

6 Referanser

[1] Bane NOR, «Dispensasjonssøknader fra TRV, Sak #525-003580,» 2025. [Internett]. Available: https://trv.banenor.no/trvdisp/scp/tickets.php?id=3361.

[2] Bane NOR, «Teknisk regelverk,» 2025. [Internett]. Available: https://trv.banenor.no/wiki/Forside.

[3] D. S. Sukuvara, «Stiffness variations on railway tracks over culvert underpassings, A comparison between rigid concrete culverts with flexible steel-soil composite culverts,» Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Trondheim, 2019.

[4] Trafikverket, «Krav med rådstekst, TRVINFRA-00227 Version 4.0, Bro och broliknande konstruktion, Byggande,» Trafikverket, 2023.