



Inspeksjonserfaring på trebruer

Learning Experiences from Timber Bridge Inspections

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 468



Tittel

Inspeksjonserfaring på trebruer

Undertittel

Eksempler på detaljeløsninger og driftserfaringen av disse

Forfatter

Hauke Burkart

Avdeling

Ressursavdelingen

Seksjon

Bru

Prosjektnummer**Rapportnummer**

Nr. 468

Prosjektleder**Godkjent av**

Jon Henning Prestegarden

Emneord

Tre, inspeksjon, trebru

Sammendrag

Bestandigheten til trebruer er svært avhengig av god detaljering. De første moderne norske trebruene ble bygget på midten av 90-tallet og siden er over 100 veg- og gangbruer blitt bygget.

Rapporten tar for seg erfaringer fra inspeksjonsarbeid på trebruer og beskriver gode og mindre heldige løsninger.

Title

Learning Experiences from Timber Bridge Inspections

Subtitle

Examples of Specific Technical Solutions and their Impact on Service Life Expectancy

Author

Hauke Burkart

Department

Planning and Engineering Services Division

Section

Bridge Section

Project number**Report number**

No. 468

Project manager**Approved by**

Jon Henning Prestegarden

Key words

Timber, Inspection, Timber Bridge

Summary

The durability of a timber bridge is heavily dependent on structural details. The first modern timber bridges in Norway were built in the mid 1990s. Since then, more than one hundred road and pedestrian bridges have been built. The report summarizes learnings from inspecting these structures and provides specific examples of both successful and unsuccessful technical solutions



Detaljer på trebruer

Erfaring fra inspeksjoner, drift og vedlikehold.

Denne rapporten handler i hovedsak om praktisk erfaring rundt detaljering av trebruer. Det gis i det følgende først en veldig kort innføring i fuktproblematikken og prinsipper for utforming. I det etterfølgende er det presentert eksempler på problematikken med noen anbefalte løsninger.

Fukt i tre

Høyt fuktinnhold i tre over lengre tid er den viktigste bidragsyteren til nedbryting av tre. Holder fuktigheten seg under 20 % av treets tørrdensitet vil tre generelt ikke brytes ned på grunn av fukt. Tre utendørs som er beskyttet fra vær og vind holder vanligvis en fuktighet på 12-16 %, men for store tverrsnitt er det blitt målt lavere verdier, i området 10-15 %. Trebruer tåler dermed også å bli våte i kortere perioder. Like viktig som å holdes tørt er treets mulighet til å tørke. Tre, dersom det er detaljert riktig, kan gi en svært bestandig konstruksjon.

Kilder til fukt

For å forstå utfordringene knyttet til detaljering bør en også forstå kildene til fukt i tre. Det mangler nok litt kunnskap på dette, spesielt hvor mye de forskjellige kildene påvirker fuktnivået i treet. I det følgende gis en kort innføring i det som trolig er de største bidragsyterne.

Nedbør

Regn er kanskje den mest opplagte kilden til fukt. Direkte regn på tre vil så klart fukte opp treet, men fuktnivået treet stabiliserer seg på, vil også være sterkt avhengig av tørkemulighetene. Som med andre kilder til fukt vil også graden av oppfukting være sterkt avhengig av om regnet konsentreres til en enkelt plass eller renner fort av. Et eksempel kan være vertikale søyler, der nedre deler får direkte regn i tillegg til vann fra øvre deler av søylen.

Snø er i seg selv ingen stor kilde til fukt i tre. Den legger seg som regel på en også ellers kald konstruksjon. Problemer kan oppstå når snøen begynner å smelte og smeltevannet gir en mer langvarig konsentrert fuktpåvirkning. Ved snøbrøyting kan snø også kastes inn i deler av en konstruksjon som er godt beskyttet ovenfra, men ikke sideveis.

Kondensasjon

Kondens oppstår forenklet sagt når vanndamptrykket i luften er større enn metningstrykket til overflatens temperatur. Dette vil være tilfelle ved høy relativ luftfuktighet kombinert med en kaldere konstruksjon enn omgivende luft. En konstruksjon kan være kaldere enn omliggende luft av flere årsaker: Utstråling, temperaturtreghet eller påvirkning av nærliggende materialer.

Utstråling er resultatet av naturlig varmeutstråling fra alle materialer. Kondens kan oppstå når innstrålingen er mindre enn utstrålingen. Dette skjer spesielt ved klar himmel og oppleves ofte som rim. Rim vil i sin tur smelte til vann og man kan få hele konstruksjoner dekket av perler med vann. Dette er i seg selv ingen stor mengde med vann, men når vannet renner av og konsentrerer seg, kan mengden lokalt bli av betydning.

Temperaturtregheten i et materiale gjør at materialet alltid vil ha en temperatur som er forskjellig fra omliggende temperatur. Forskjellige materialer har forskjellig varmekapasitet, og spesielt ståldeler som har høy varmekapasitet vil kunne gi lokal kondensasjon. Temperaturtregheten er trolig også en vesentlig bidragsyter til å tørke ut treet. Den relative luftfuktigheten treet opplever svinger mer enn den relative luftfuktigheten i luften når temperaturen i treoverflaten er forskjellig fra omgivende luft. Dette fører igjen til at treet kan oppleve kondens, men også langt lavere relative luftfuktigheter enn det som måles i værstasjoner.

Påvirkning fra omliggende materialer dreier seg i hovedsak om landkar spesielt av betong. Et kaldere materiale har mindre varmeutstråling. Når et tredekke føres inn mot et landkar vil det lokalt oppleve større utstråling enn innstråling og som følge av det bli kjølt ned. Det er vist eksempler med rim også på undersiden av tredekker. Hvor stor effekten er vites ikke, og man kan argumentere for at betongen like mye varmer opp den samme flaten i andre situasjoner, men det gir perler av vann på steder man egentlig ikke skulle forutse vann. Dette igjen, i konsentrert form, kan gi økt fukt lokalt som ikke nødvendigvis kompenseres av oppvarming fra det samme landkaret.

Over vassdrag kan kondensering være noe større som følge av høyere luftfuktighet i omkringliggende luft. Her vil også andre effekter som fordampning trolig komme inn, men måleprogrammet har ikke vist noen stor betydning av dette. Noen effekter som kuling av dekker kan muligens forsterkes av vassdrag.

Trafikkoppvirvling

Oppvirvling av fuktighet fra vegbanen kan trolig ha stor betydning. Spesielt med dette er at fuktigheten sprutes på konstruksjonen i en vinkel som ofte gjør det svært vanskelig å beskytte treet. Dette gjelder da spesielt for mellomliggende buer og fagverk der de krysser vegbanen. Slik oppvirvling krever vann på vegbanen. Bruer uten fall i lengde- eller tverretning vil her være svært utsatt, men også oppvirvling fra underliggende veg kan gi økt fuktpåkjenning. Fuktigheten i vegbanen kan komme av regn og av snøsmelting.

For bruer med tak drar biler inn fuktighet. Slike konstruksjoner bør derfor begrenses til gangbruer.

Andre kilder til fuktighet

Begroing rundt brua vil bidra til å øke fuktigheten lokalt. Dette er da også en del av naturens mekanismer for å bryte ned dødt tre.

Smuss holder generelt på fuktighet over lengre tid og i direktekontakt med tre vil dette øke treet's fuktighet betraktelig. Smuss kan legge seg inntil eller på tre, men også transporteres med vann i sprekker i treet.

Våt betong eller annet hygroskopisk byggemateriale må ikke være i direkte kontakt med tre da treet suger til seg vann fra betongen. Tre og betong i direktekontakt gjøres noen ganger innen husbygging, men da holdes betongen også tørr.

Trebruers bestandighet

Riktig utforming påvirker en brus levetid i veldig stor grad. Dette gjelder ikke minst for tre, der levetiden er svært avhengig av å ikke sperre vann inne, hindre oppfukning samtidig som en må finne løsninger som gjør brua enkel inspiserbar. For å øke konstruksjonens bestandighet og dermed også sikkerhet har man i prinsippet to muligheter med tre:

- Benytte kjemisk trebeskyttelse
- God konstruktive beskyttelse og sikre gode tørkemuligheter

En konstruksjon kan være enten beskyttet gjennom flere kjemiske beskyttelser, flere konstruktive beskyttelser eller en blanding av begge deler. Viktig er det å alltid ha mer enn én barriere.

Kjemisk trebeskyttelse er per dags dato gjennomførbart enten med kreosot, Cu-impregnering eller begge deler. Det som er verdt å merke seg er at kreosot ikke bare er biocid, men gir også en hydrofob overflate. Det samme kan oppnås med overflatebehandling, men disse har en relativt kortvarig levetid med mindre også overflatebehandlingen er godt beskyttet mot spesielt sollys.

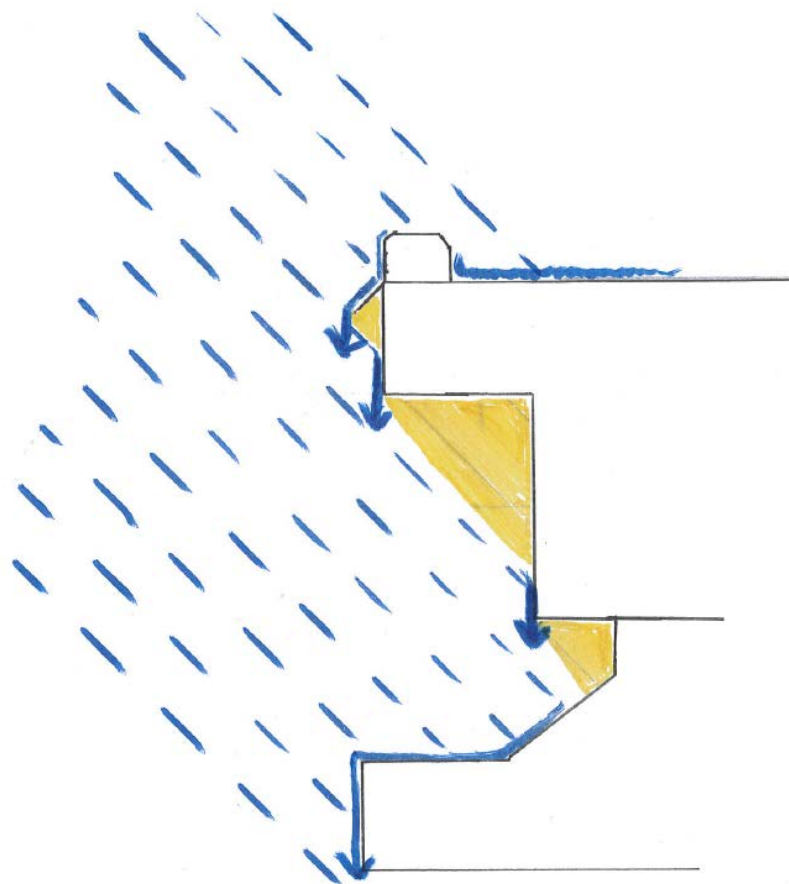
Konstruktiv beskyttelse er stort sett det denne rapporten gir eksempler på. Det handler om å sikre god vannavrenning, men også å unngå både fuktkonsentrering samt å gi tre et mulighet til å tørke ut. Vanligste måte å bygge en brukonstruksjon på er med en solid plate i bunn og en stadig tynnere overbygning. For trekonstruksjoner er et viktig prinsipp å bygge disse som omvendte pyramider. Vann må aldri ledes ned på en flate der den kan bli stående mot tre. Dette sikres best ved at underliggende deler er smalere enn overliggende deler og følgelig blir resultatet som en pyramide som står opp-ned.

Vann må vises bort fra hvert «trinn» i pyramiden. Dette gjelder i vannets fallretning, noe som ikke er ensbetydende med det vertikale planet. Prinsippet gjelder også i det horisontale planet for eksempel når vann renner langsmed en underside av en detalj.

Rene horisontale flater gir aldri god mulighet til å kontrollere vannavrenningen og man risikerer at vann blir hengende på et stort område. I tillegg må en også huske på at en i utgangspunktet horisontal flate ikke nødvendigvis er horisontal når tverrfall er lagt inn.

Vann transporterer også smuss. Smuss vil holde på fuktighet og gi lokalt en større fuktpåkjenning dersom det er i kontakt med eller nær tre.

Der konstruktiv beskyttelse utgjør hoveddelen av beskyttelsen, bør den enkelte konstruksjonsdel ha flere barrierer. Dette for å øke bruas robusthet og at en skade ikke skal måtte utbedres veldig raskt, men også fordi det til nå ofte viser seg at for eksempel skjøter i detaljer som skal hindre fuktpåkjenning ikke er godt nok utformet.



Eksempler på detaljer

I det videre er det vist eksempler på detaljer, noen eldre, noen nyere. Disse er delt inn i følgende kategorier: Utforming av veglinje, landkar, rekkverk, beslag, forbindelser, treoverflate og annet.

Innhold

Utforming av veglinje.....	7
Manglende tverr- eller lengdefall	8
Skrå avslutning av dekke.....	9
Plassering av landkar i fallende terreng.....	10
Landkar.....	11
Innstøpt dekke ved landkar	12
Sidevanger ved platebruer.....	13
Ansamling av vann ved platens avslutning	14
Ansamling av smuss ved platens avslutning	15
Ansamling på og oppfukning fra lageravsats.....	16
Utstikkende oppleggssvill	17
Avslutning av kantsvill.....	18
Dekke trukket for langt inn i landkaret	19
Sprekker i slitelag ved endeopplegg	20
Konstruktiv beskyttelse av endeved ved setninger	21
Plastring rundt landkar	22
Erosjonssikring og avstand til grønne flater.....	23
Rekkverk.....	25
Gangrekkverk i tre.....	26
Rekkverksstolper som leder vann inn mot dekkekant.....	27
Håndløper av tre	28
Manglende brøytebeskyttelse av konstruktiv beskyttelse	29
Beslag	31
Kobberbeslag for nært rekkverksinnfestning	32
Avrenning fra kantbeslag til underliggende deler	33
Avrenning av kobberioner på bunnledd	34
Tyveri av kobberplater	35
Innslissing av beslag	36
Beslag rundt toppledd.....	37
Beslag over underliggende innfestning	38

Forbindelser	39
Forbindelse gjennom beslag	40
Ansamling på tverrbærer	41
Innestenging av vann i bue- og søylefot	42
Kryssavstiving i søyler	43
Avrenning inn i knutepunkt	44
Tetting med fugemasse.....	45
Stående vann i knutepunkt.....	46
Festemateriale på siden.....	47
Innfesting av hengestenger.....	48
Trykksammenføyning mellom konstruksjonselementer	49
Treoverflate	51
Knusning av tre under ankerplate.....	52
Manglende beskyttelse av overflatebehandling.....	53
Oppsprekking på overside	54
Annet.....	55
Kreosotsøl	56
Oppfukting på grunn av påhengte kabler	57
Manglende dryppnese	58
Vann renner fra spiler langsmed innfestning og ledes mot trebuen.....	59
Fuktansamling bak fortauskant.....	60

Bilder i rapporten: Otto Kleppe, Hauke Burkart

Utforming av veglinje

Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Utforming 01
Beskrivelse:			
Manglende tverr- eller lengdefall			
Problembeskrivelse: Vann står på vegbanen. Stående vann i kjørebanelen medfører stor økning i fuktpåvirkningen i over- og mellomliggende bærekonstruksjon ved at vann virvles opp.			
Tiltak: Samtlige bruer bør ha minimum 3 % tverrfall eller tilstrekkelig lengdefall.			
Bilder/illustrasjoner:			
Bilde under: Stående vann på brua virvles opp av biler. Dette gir en fuktpåvirkning tilsvarende slagregn.			
			

Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Utforming 02
-------------------------------	---------------------	-----------------	-----------------------------

Beskrivelse:

Skrå avslutning av dekke

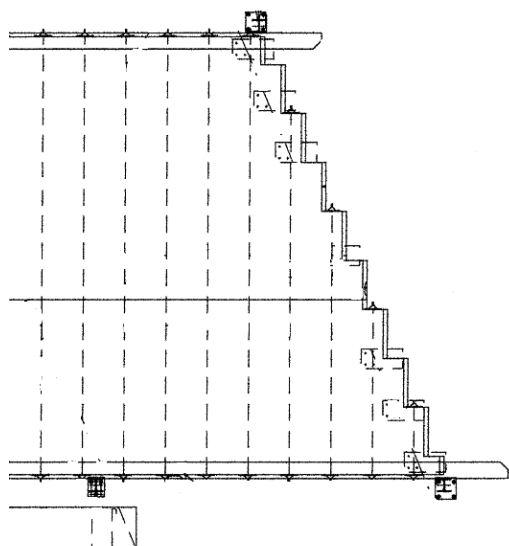
Problembeskrivelse:

Manglende tilkomst ved spennstag. Prosjekterende har ønsket å avslutte dekket parallelt med underliggende veg. Dette blir vanskelig da spennstagene sitter normalt på dekkeretning. Utskifting av stag og inspeksjon blir svært vanskelig.

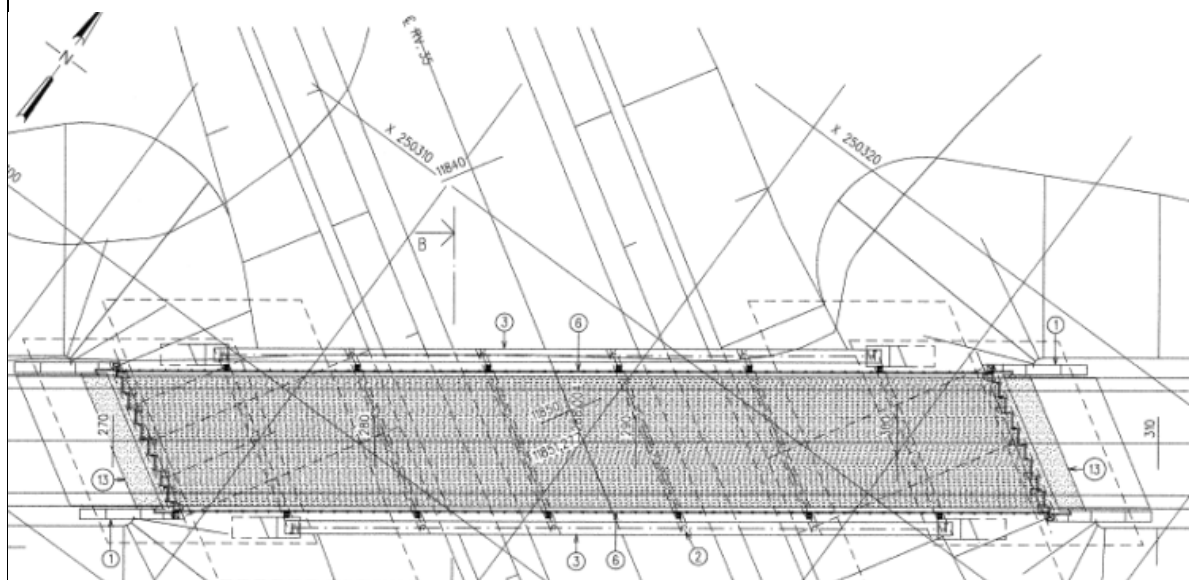
Tiltak:

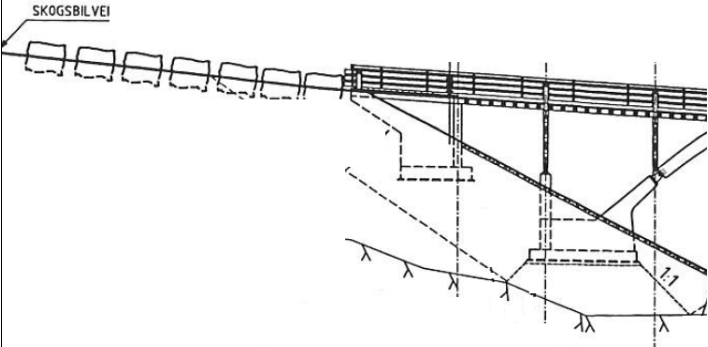

Buene kan ligge forskjøvet selv om dekket avsluttes vinkelrett på dekkeretning. Valgt løsning er ikke egnet for spennlaminerte dekker.



Bilder/illustrasjoner:



Den skrå avslutning er laget ved å forankre spennstag trinnvis. Dette gjør det umulig å inspisere, og det gir i tillegg svært korte spennstag.



Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Utforming 03
Beskrivelse:			
Plassering av landkar i fallende terreng			
Problembeskrivelse: Vann renner fra overliggende deler ned mot trebrua og landkaret			
Tiltak: Mest ønskelig er det å plassere landkaret slik at vegen bak er lavere enn bruplaten. Dersom det ikke er mulig, må detaljer rundt vannføringen og endeveden detaljeres nøye da vann blir ledet mot endeveden.			
Bilder/illustrasjoner:			
Vann har rent inn mot endeveden fra tilligende skogsbilveg.			
			

Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Landkar 01
Beskrivelse:			
Innstøpt dekke ved landkar			
Problembeskrivelse: Stor fuktpåkjenning på ytterlameller ved landkar. Treet i dekket og betongen i landkaret beveger seg forskjellig. Dette skaper over tid hulrom mellom betongen og dekket der fuktighet ikke får tørke ut. Materialene kan ikke tvinges sammen.			
Tiltak: Løsningen bør ikke benyttes på nye bruer. For eksisterende bruer vil det på kort sikt være hensiktsmessig å holde landkaret rent for smuss samt hindre vann i å trenge inn ved å lede det vekk fra spalten. På lengre sikt vil det trolig være nødvendig å bygge om landkaret.			
Bilder/illustrasjoner:			
 			

Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Landkar 02
Beskrivelse:			
Sidevanger ved platebruer			
Problembeskrivelse: Fuktighet ledes mot et hulrom uten god lufting. Brua er bygd opp etter samme prinsipp som tidligere betongbruer. For tre fungerer denne løsningen dårlig da det ikke gir tilstrekkelig luftsirkulasjon rundt treet og spesielt rundt endeveden.			
Tiltak: Sidevanger kommer fra betongbruer og bør ikke benyttes på trebruer. Da sidefastholdning gjøres på undersiden, har sidevangene heller ingen funksjon.			
Bilder/illustrasjoner:			
		<p>Bilde til venstre: Dekket er ført bak sidevangene og forhindres fra å tørke ut.</p> <p>Figur under: 3d-tegning av samme bru sett ovenifra.</p>	
			

Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Landkar 03
Beskrivelse:			
Ansamling av vann ved platens avslutning			
Problembeskrivelse: Stor fuktpåkjønning på ytterlameller ved landkar. Vann renner på undersiden av kantbeslaget, følger kantbeslaget og konsentrerer seg dermed rundt endeveden til ytterlamellene. I tillegg kan vann renne gjennom spalten i overgangen mellom tresvillen og betonglandkaret			
Tiltak: Kantbeslaget kan enten utformes slik at vannet renner bort fra endeveden eller forbi endeveden ved utstikkende betongdekke fra landkaret. For eksisterende bruer kan vannmengden reduseres ved å klippe inn et hakk i kantbeslaget slik at mesteparten av vannet renner av før det når endeveden. Kantsvillen bør fortsette forbi endeveden til dekket, se detalj landkar 04.			
Bilder/illustrasjoner:			
			

Fokusområde: Prosjektering og drift	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Landkar 04
--	---------------------	-----------------	---------------------------

Beskrivelse:

Ansamling av smuss ved platens avslutning

Problembeskrivelse:

Stor fuktpåkjenning på ytterlameller ved landkar. I overgangen mellom dekket og landkaret oppstår det en sprekk i asfalten som følge av dekkets rotasjon. Denne fungerer som en vannrenne som leder vann til siden ned mot endeveden og på lageravsatsen.

Manglende rengjøring gjør også at fuktighet holder seg i massene og hindrer treet fra å tørke.

Tiltak:

Kantsvillen bør fortsette videre bak enden av dekket slik at vann renner forbi overgangen mellom landkar og dekke. Smusset bør spyles bort da det holder på fuktighet.

Bilder/illustrasjoner:



Til venstre: Endeveden er tilsmusset.

Under: Endeveden holdes fri for smuss når kantsvillen trekker forbi endeveden.



Fokusområde: Prosjektering og drift	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Landkar 05
--	---------------------	-----------------	---------------------------

Beskrivelse:

Ansamling på og oppfukning fra lageravsats

Problembeskrivelse:

Unødig fuktpåkjenning på langbærere og strøved ved landkar.

Årsak:

Grus, snø og smuss samler seg på undersiden av åpne dekker. Spesielt ved landkar med liten fri høyde til underliggende deler kan dette skape en lokalt større fuktpåkjenning. Løsninger med konsoller egner seg bedre.

Tiltak:

Bjelkene til dekket burde isteden vært opplagt på pilastre, søyler eller konsoll. Avsatsen burde spyles etter hver vinter.

Bilder/illustrasjoner:

Til høyre:
Begroing rundt
lageravsats
med for lite
mellomrom til
landkar.

Lengst til
høyre: Åpning
som slipper
gjennom grus
og smuss, noe
som det må tas
høyde for.



Under til venstre: Fagverk opplagt på konsoller.

Under til høyre: Skrå lageravsats som effektivt hindrer vann og smuss å bli stående.



Fokusområde: Prosjektering og utførelse	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Landkar 06
--	---------------------	-----------------	---------------------------

Beskrivelse:

Utstikkende oppleggsvill

Problembeskrivelse:

Vann samles på utstikkende oppleggsvill og fukter opp siden av dekket. Vann og annet kan bli stående og fukte opp dekket. Lageravsatser som stikker utenfor dekket vil også samle opp smuss, vann og snø. Fukt trenger dermed inn under dekket.

Tiltak:

Svillen bør kappes kortere enn dekkets tykkelse. Om nødvendig må det lages midlertidig understøttelse ved montering.

Bilder/illustrasjoner:

Bilde under: Oppleggsvillen stikker lenger ut enn dekket. Vann og smuss kan da samle seg på kanten mot dekket og fukte opp trevirket.



Bilde under: Oppleggsvillen er trukket inn under dekket og forhindrer vann og smuss å samle seg inntil dekket.



Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Landkar 07
Beskrivelse:			
Avslutning av kantsvill			
Problembeskrivelse: Stående vann ved endeved, her ved kantsvillen. Kantsvillen er tegnet avsluttet i linje med betongdrageren. Det tas ikke hensyn til at det er to forskjellige materialer. På tegningen virker overgangen god, men i virkeligheten vil det aldri bli tett mellom treet og betongen og fukt vil bli stående			
Tiltak: Der det ikke kan sikres at vann ikke kommer til, bør åpningen være stor nok til å tillate treet å tørke ut. Vann bør ledes bort fra enden av kantsvillen ved f.eks. en oppkant i asfalten eller skråskjæring av enden av kantsvillen.			
Bilder/illustrasjoner			
Bilde til venstre: Mellomrommet mellom betongen og treet er forsøkt tettet, men i praksis vil dette bare forhindre uttørking da vann finner veien dit uansett.			
Bilde til høyre: En tilstrekkelig stor åpning på ca. 15 cm vil være selvrensende eller enkel å rengjøre. Innfrest kantplate på siden kan vurderes dersom vannet skal vises bort, se figur under.			
			
			

Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Landkar 08
-------------------------------	---------------------	-----------------	---------------------------

Beskrivelse:

Dekke trukket for langt inn i landkaret

Problembeskrivelse:

Enden av dekket mangler god ventilasjon og vannavrenning fra veggen føres ned mot dekkekanten. Tredekket er trukket for langt tilbake. Spennstagene er i tillegg lite tilgjengelig

Tiltak:

Overgangen mellom landkar og tredekket bør føres lenger ut og unngås i trange deler av brua.

Bilder/illustrasjoner:

Bilde: Dekket er ført for langt inn i landkaret. Generelt er landkaret laget for lite åpent.



Fokusområde: Prosjektering og utførelse	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Landkar 09
--	---------------------	-----------------	---------------------------

Beskrivelse:

Sprekker i slitelag ved endeopplegg

Problembeskrivelse:

Rotasjon av dekket fører til sprekkdannelse på oversiden av slitelaget.

Tiltak:

Det bør legges inn en asfaltfuge for å ta opp rotasjonen. Dette gjelder spesielt der det benyttes støpeasfalt som membran og slitelag da denne tåler rotasjonen dårlig. Da fugen kun skal ta opp rotasjon og ikke lengdeendring trengs trolig ikke en fuge større enn for eksempel 5 cm.

Bilder/illustrasjoner:

Bilder til høyre: Riss og sprekker i slitelag som følge av rotasjonen mot endeopplegget.



Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Landkar 10
-------------------------------	---------------------	-----------------	---------------------------

Beskrivelse:

Konstruktiv beskyttelse av endeved ved setninger

Problembeskrivelse:

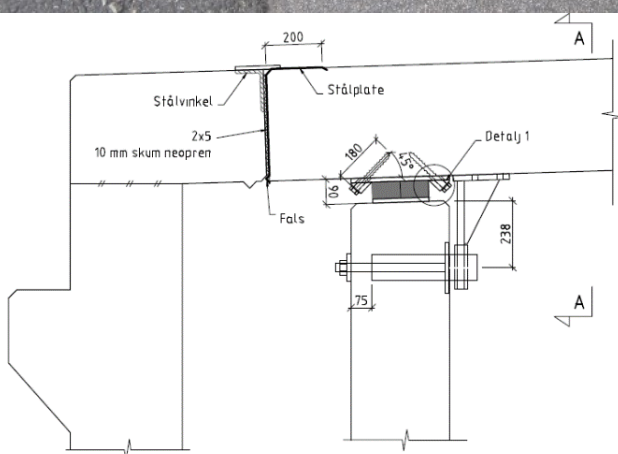
Setninger har ført til at brudekket måtte jekkes opp og eksponerer enden

Tiltak:

For treverkets del har det ikke vært behov for noe mer beskyttelse enn endebeslaget, men en må på generell basis være forsiktig med vann som kan renne inn bak beslaget da tørkemulighetene her er svært små.

Bilder/illustrasjoner:

Bilde og figur under: Dekket er jekket opp på grunn av setninger. Stålplaten bak endeveden er kommet godt til syne. Når membranen er ført et stykke over denne vil treet fremdeles være godt beskyttet. Figur og bilde er ikke av samme bru.



Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Landkar 11
-------------------------------	---------------------	-----------------	---------------------------

Beskrivelse:

Plastring rundt landkar

Problembeskrivelse:

Planter og trær avgir fuktighet som lokalt øker fuktnivået på treverket. Dette er en del av naturens naturlige nedbrytningsprosess.

Tiltak:

God og solid plastring rundt bruene sikrer et tørrere klima.

Bilder/illustrasjoner:



Bilde over: Plastringen er solid gjennomført og sikrer et tørrere klima, men kunne også med fordel vært fortsatt på siden av brua.

Bilde til venstre: Skogen skaper et fuktig klima som bryter ned treet.

Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Landkar 12
Beskrivelse:			
Erosjonssikring og avstand til grønne flater			
<p>Problembeskrivelse:</p> <p>Plastringen må sørge for at massene under brua er stabile nok slik at de ikke sklir ut og legger seg rundt trevirket. Generelt må det også sørges for at trevirket har tilstrekkelig klaring fra bakken. Konstruksjonsdeler inntil jorden bør være av annet materiale enn tre. Plastring bør utføres ikke bare direkte under brua, men også noe utenfor. Svenske retningslinjer tilsier at tre skal ha minimum 0,8 m klaring til mark.</p>			
<p>Bilder/illustrasjoner:</p> <p>Bilder under til venstre: Brua er nærmest lagt direkte på bakken.</p> <p>Bilde under til høyre: Erosjon har medført at nedre del av søylen er dekket til med jord. Ved bygging ble det trolig forsøkt plantet gress under brua. På grunn av mangel på vann har denne flaten med tiden erodert. Overgangen mellom fundament og søyle av tre burde vært plassert godt over terreng.</p>			
			

Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Rekkverk 01
-------------------------------	---------------------	-----------------	----------------------------

Beskrivelse:

Gangrekkverk i tre

Problembeskrivelse:

Slike små konstruksjonsdeler gir svært mye ubeskyttet overflate. Løsningen er vanskelig å gi tilstrekkelig konstruktiv beskyttelse. Selv ved omfattende konstruktiv beskyttelse kan vann samles i knutepunkt.

Tiltak:

Andre materialer enn tre bør vurderes brukt, eventuelt må treet kreosotimpregneres

Bilder/illustrasjoner:



Bilde til venstre: Ingen konstruktiv beskyttelse. Vann renner langsmed diagonalen og råte har oppstått i nedre del.



Bilder under: Det er forsøkt med omfattende konstruktiv beskyttelse, men krysningspunktene forhindrer tilstrekkelig ventilasjon.



Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Rekkverk 02
-------------------------------	---------------------	-----------------	----------------------------

Beskrivelse:

Rekkverksstolper som leder vann inn mot dekkekant

Problembeskrivelse:

Vann samles på rekkverksstolpen og ledes mot dekket. Dette gir en konsentrasjon av vann under rekkverksinnfestningen.

Tiltak:

Rekkverksstolpene må lede vann bort fra dekket eller utstyres med dryppneser.

Bilder/illustrasjoner:



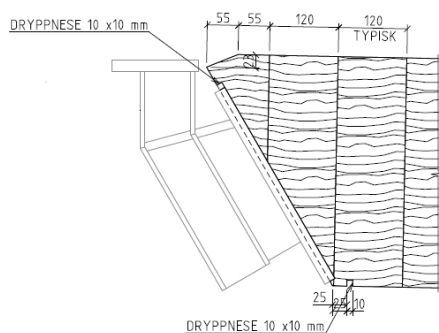
Bilder over: Rekkverksstolpen er utformet slik at vann ledes mot dekkekant. Det er målt fuktnivå på 20 % som følge av dette.



Bilde til høyre: Skruede forbindelser vil normalt sikre grei avrenning dersom dekket ikke ligger med stort tverrfall.



Bilder under: Å skråstille enden av dekket gjør det enklere å feste noe på siden. Merk at rekkverksstolpen i bildet til høyre under er forlenget slik at nedre del fungerer som en dryppnese.



Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Rekkverk 03
Beskrivelse:			
Håndløper av tre			
Problembeskrivelse: Håndløper av tre egner seg generelt ikke på grunn av vanskelighetene med å beskytte delen samt problemer med oppflising, men kan vurderes når det er beskyttet av et tak.			
Tiltak: Ubeskyttet rekkverk bør utføres i annet materiale enn tre.			
Bilder/illustrasjoner:			
			
		<p>Bilde over: Håndlist av tre beskyttet av en takkonstruksjon</p>	
		<p>Bilde til venstre: Håndlist av tre ubeskyttet. Her er det benyttet tropisk tømmer, men selv det ser mindre fint ut etter noen år.</p>	

Fokusområde: Prosjektering og drift	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Rekkverk 04
Beskrivelse:			
Manglende brøytebeskyttelse av konstruktiv beskyttelse			
Problembeskrivelse: Beslaget er blitt forskjøvet som følge av at brøyteredskap har vært borti.			
Tiltak: Det burde vært montert enten en brøyteskinne som pløgen kom borti først eller en svill i bunn.			
Bilder/illustrasjoner:			
		Bilde: Beslaget forskjøvet.	

Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Beslag 01
Beskrivelse:			
Kobberbeslag for nært rekkverksinnfestning			
Problembeskrivelse: Metaller med forskjellig potensiale i kontakt eller avrenning av ioner til mindreverdig metall. I dette tilfelle kobberioner som drypper ned på varmforsinket stål. I tillegg er det for liten plass for alle detaljene.			
Tiltak: Det burde vært benyttet sink eller syrefast metall til beslaget isteden. Vann kan også hindres å dryppe ned på innfestningene ved å la kantbeslaget føre vannet mellom spennstengene og rekkverksinnfestningen.			
Bilder/illustrasjoner:			
			<p>Bilde: For liten avstand mellom beslag og annet utstyr. Noe feilmontasje kunne gitt direkte kontakt.</p>

Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Beslag 02
-------------------------------	---------------------	-----------------	--------------------------

Beskrivelse:

Avrenning fra kantbeslag til underliggende deler

Problembeskrivelse:

Brua er uten lengdefall og uten kantsvill. Kobberioner og i dette tilfelle saltholdig vann fra vegbanen drypper ned på spennstengene hvilket har forårsaket rust på spennstengene

Tiltak:

Vann fra kantbeslaget bør føres ned mellom spennstagene ved fall. Annen mulighet er å benytte fettkopper utenpå spennstagene.

Bilder/illustrasjoner:

Bilde: Vann fra dekket og kantbeslaget renner ned på spennstengene.



Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Beslag 03
-------------------------------	---------------------	-----------------	--------------------------

Beskrivelse:

Avrenning av kobberioner på bunnledd

Problembeskrivelse:

Vann renner fra flater med kobber på andre betong- og ståloverflater.

Tiltak:

Vann med kobberioner må vises bort eller annet materiale enn kobber må benyttes i beslaget.


Bilder/illustrasjoner:



Bilde til venstre: Kobberioner fra beslaget renner ned på underliggende ledd og tærer på sinkbelegget.



Bilde til venstre: Vann fra beslaget blir ført til siden før det når bunnleddet.

Fokusområde: Prosjektering og drift	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Beslag 04
Beskrivelse:			
Tyveri av kobberplater			
Problembeskrivelse: Kobberplater som er lett tilgjengelig har flere ganger vist seg å bli stjålet.			
Tiltak: I stor grad bør kobber byttes ut med mer verdiløse materialer som sink. Sinkplater bør ha en strukturmatte montert mellom treet og metallplaten.			
Bilder/illustrasjoner:			
			
Stjålet kobber etterlater seg som regel en lite heldig løsning mht beskyttelse av treverket.			

Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Beslag 05
-------------------------------	---------------------	-----------------	--------------------------

Beskrivelse:

Innslissing av beslag

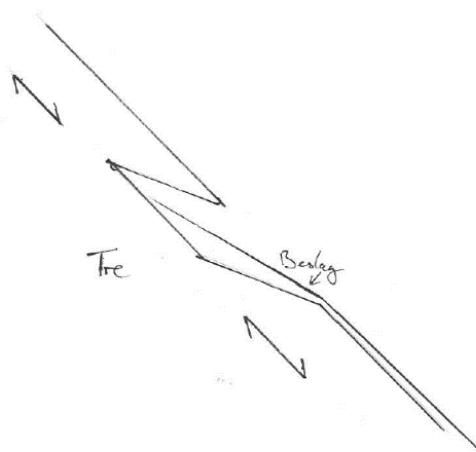
Problembeskrivelse:

Dersom beslag kun skal dekke deler av f.eks. en fagverkskonstruksjon må disse slisses inn. Er slissen liten kan det medføre økt fuktansamling i slissen. Dette er vanligvis ikke et problem når kobber benyttes pga dets biocide virkning, men dersom sink benyttes, vil faren for råte være større. Det er i så fall viktig at sporet freses så skrått at man oppnår en dryppnese på endeveden og sikrer lufting av denne slissen.

Bilder/illustrasjoner:

Bilde til venstre: Vanlig løsning med innslissing der det benyttes kobber.

Figur til høyre: Dersom det benyttes annet materiale bør innslissen være stor nok til at man får en dryppnese over beslaget. Vinkelen på innslissingen er også viktig.



Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Beslag 06
-------------------------------	---------------------	-----------------	--------------------------

Beskrivelse:

Beslag rundt toppledd

Problembeskrivelse:

Det legges ofte beslag mellom trykkplaten til leddet og treet, men denne punkteres av de innslissede platene. Beslag bør derfor helst legges over hele leddet.

Tiltak:

Alternativer kan være at spilene enten videreføres over hele leddet eller trekkes godt forbi beslaget i øvre del. Beslaget må også trekkes til under underkant tre.

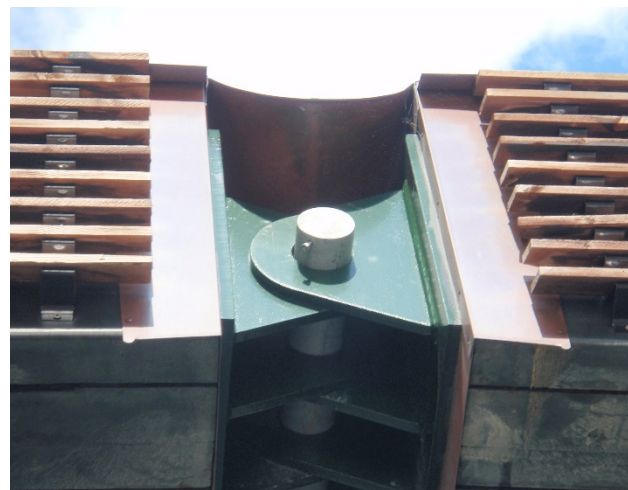
Bilder/illustrasjoner:



Bilde til venstre: Beslaget sikrer god avrenning over på annet beslag.

Bilde under til venstre: Beslaget er festet på siden av beslaget bak leddet og trukket over. Vann kunne med fordel vært vist noe mer bort fra leddet da det ikke skal mye vind til før regn renner på leddet. En mulighet er å trekke spilene over forbi leddet.

Bilde under til høyre: Et annet alternativ er å føre beslaget kontinuerlig forbi leddet. Merk misfargen ved bolten som ikke er tilstrekkelig beskyttet.



Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Beslag 07
-------------------------------	---------------------	-----------------	--------------------------

Beskrivelse:

Beslag over underliggende innfestning

Problembeskrivelse:

Vann som renner ned på underliggende fagverksdeler fra ståldeler er ofte vanskelig å fange opp.

Tiltak:

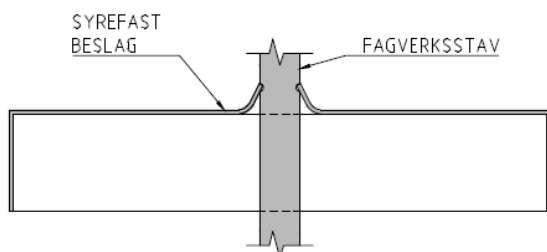
En mer varig løsning virker å være påsveiste beslagdeler.

Bilder/illustrasjoner:

Figur under til venstre: Å tette med klammer er trolig en mindre sikker løsning på å få det tett.

Bilde under til venstre: Stag er forsøkt tettet med noe silikonmasser som har sprukket opp.

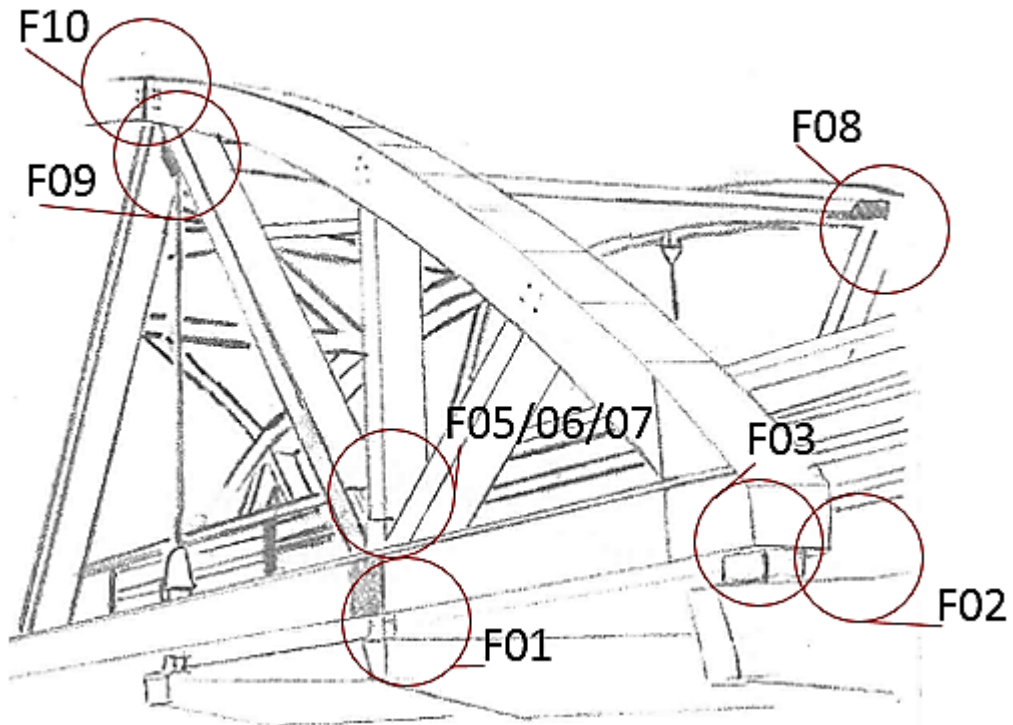
Bilde til høyre: Påsveiste lepper/beslag er en sikrere måte å vise vannet bort på.



Detalj syrefast beslag klipset på fagverksstav



Forbindelser



Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Forbind. 01
-------------------------------	---------------------	-----------------	----------------------------

Beskrivelse:

Forbindelse gjennom beslag

Problembeskrivelse:

Konstruktiv beskyttelse med gjennomføringer

Årsak:

Det er generelt vanskelig og lite hensiktsmessig å føre krefter ned i tre fra oversiden på eksponerte flater da den konstruktive beskyttelsen blir vanskelig å få tett. Tverrbærer som ligger over buen kan ofte bæres av en søyle ned isteden

Bilder/illustrasjoner:



Bilder over: Tverrbæreren burde isteden vært holdt på sidene, eventuelt burde annet materiale enn tre vært brukt.

Bilde til venstre: Tverrbærer festet på oversiden av buen gir store utfordringer til beslaget. I tillegg vil forbindelsen i praksis ikke kunne inspiseres.

Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Forbind. 02
-------------------------------	---------------------	-----------------	----------------------------

Beskrivelse:

Ansamling på tverrbærer

Problembeskrivelse:

Smuss og snø samles på tverrbærer og renner mot dekket. Ved brøyting kastes snø på tverrbæreren. Snøen smelter og vann renner mot dekket. Over tid fører dette til at smuss også vaskes ned mot dekket og holder fuktigheten høy.

Tiltak:

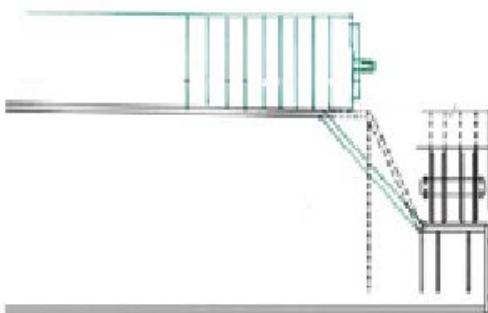
Vann må ledes vekk fra dekket. Dette kan gjøres ved å lage oppleggsflaten til dekket smalere enn dekket selv. Vann på tverrbæreren kan også ledes bort ved å skrå flaten vekk fra dekket.

Bilder/illustrasjoner:



Bilder over: Vann og is samler seg på tverrbæreren og renner mot dekket. Over tid vil det i tillegg ansamles smuss inntil treet som holder på fuktighet.

Bilder under: Tverrbærerens kontaktflate bør avsluttes før dekkekanten og formes slik at vann og smuss renner vekk fra treverket.



Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Forbind. 03
-------------------------------	---------------------	-----------------	----------------------------

Beskrivelse:

Innestenging av vann i bue- og søylefot

Problembeskrivelse:

Fukt sperres inne ved endeveden. Bue- eller søylefot som er lukket rundt tverrsnittet forhindrer uttørking av tre når vann kommer bak beslaget.

Tiltak:

Anleggsflaten mot endeveden bør være mindre enn tverrsnittsarealet til tredelen, vist i nedre bilde. Søyler bør avsluttes i god avstand til grunnen da fuktnivået her er større. I tillegg kan det være hensiktsmessig å skjære inn en dryppnese slik at vann ikke blir sugd opp i treet.

Bilder/illustrasjoner:



Bilde over til venstre: En bjelkesko forhindrer lufting og uttørking av vann som renner nedover treet.

Bilde over til høyre: Treverket er ført helt ned nesten på bakkenivå. For å beskytte søylen er den innkapslet med beslag. Dette forhindrer lufting og uttørking.

Bilde til venstre: Kreftene overføres i stor grad med innslissede dybler. Dette gir endeveden god lufting. Det er ikke nødvendigvis et poeng å gjøre enden så liten som mulig, men vann som renner langs med treet må forhindres fra å stå i sprekken mellom treet og dens anleggsflate.

Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Forbind. 04
Beskrivelse:			
Kryssavstiving i søyler			
Problembeskrivelse: Vann føres mot endeveden. Kryssavstiveren er festet i øvre del av bolteleddet sammen med trevirket. Vann som kondenserer og renner på kryssavstiveren føres ned til endeveden av søylen.			
Tiltak: Kryssavstiveren bør isteden festes til nedre del av leddet.			
Bilder/illustrasjoner: Bilder under: Kryssavstiveren er ført ned i toppen av leddet. Vann som renner nedover denne, enten som slagregn eller som kondens, ledes mot endeveden til søylen. Isteden kan kryssavstiveren festes til nedre del av leddet som vist tegnet på figuren til høyre.			
			

Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Forbind. 05
-------------------------------	---------------------	-----------------	----------------------------

Beskrivelse:

Avrenning inn i knutepunkt

Problembeskrivelse:

Vann ledes og konsentreres mot en spalte. Vann renner på oversiden av den skrå søylen og ned i sprekken mellom søylene.

Tiltak:

Det må anlegges beslag som vist i bilde til høyre.

Bilder/illustrasjoner:

Bilde under: Vann renner ned på oversiden av søylen og konsentreres mot midten.



Bilde under: Beslag er skåret inn i treet for å lede vann vekk fra ansamlingen. Merk at kobber avgir ioner som fungerer som biocider og derfor kan slisses inn. Ved uimpregnert tre kombinert med annet materiale i beslaget bør det ordnes mere lufting i innslissingen, se «beslag 06»



Fokusområde: Prosjektering og utførelse	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Forbind. 06
--	---------------------	-----------------	----------------------------

Beskrivelse:

Tetting med fugemasse

Problembeskrivelse:

Sammenføyningen av søylen er forsøkt tettet med fugemasse. Rett etter påføring ser det greit ut, men over tid skapes en fuktlomme mellom trevirket og fugematerialet.

Tiltak:

Beslag burde vært benyttet isteden.

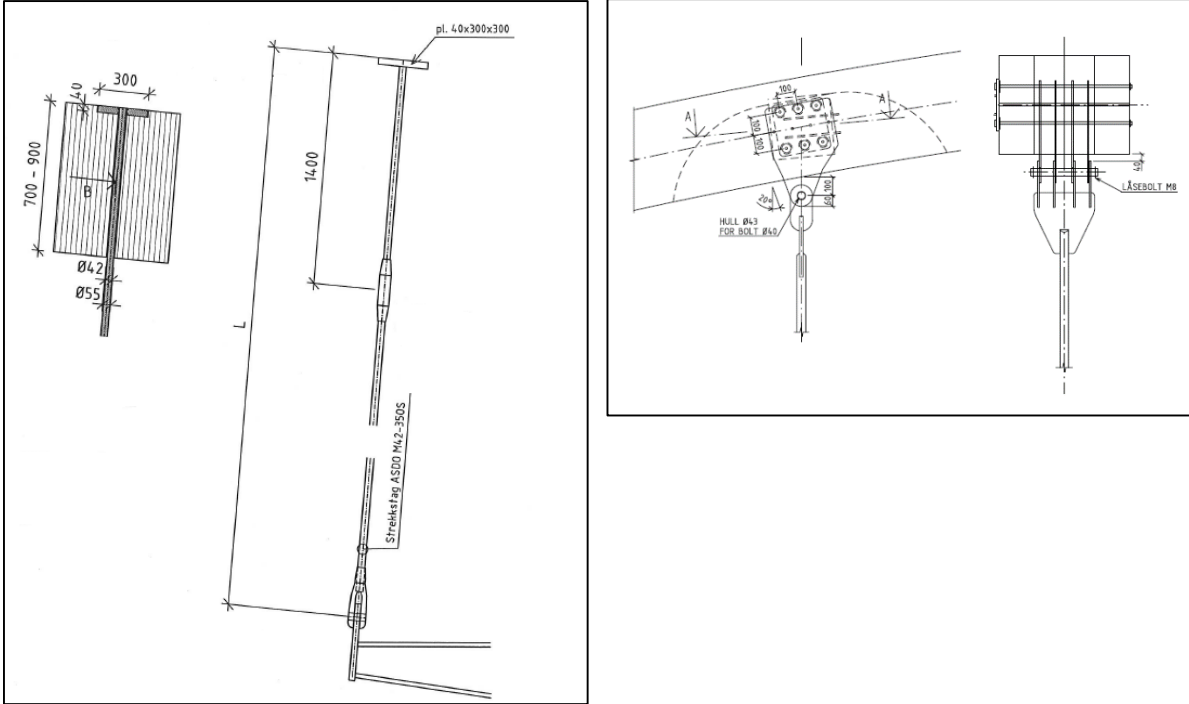
Bilder/illustrasjoner:

Bildene viser fuging tatt ved oppføring og 10 år senere.



Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Forbind. 07
Beskrivelse:			
Stående vann i knutepunkt			
Problembeskrivelse : Innslissede plater er laget uten mulighet for vann å renne ut.			
Tiltak: Som tiltak på eksisterende bru er det lagt beslag over forbindelsen vist til venstre, men det bør også bores hull for drenering. Løsningen i bilde til høyre har vist seg å fungere i kreosotimpregnert tre, men det bør generelt legges beslag på samtlige toppflater av tre.			
Bilder/illustrasjoner:			
Bilde under til venstre: Innslissede plater uten drenasje har skapt et rom der vann blir stående.			
Bilde under til høyre: Dagens praksis tilsier at forbindelsen i et fagverk må beskyttes med beslag. Løsningen uten beslag har imidlertid vist seg også å fungere i kreosotimpregnert tre, men bør ikke benyttes som gjeldende praksis.			
			

Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Forbind. 08
Problembeskrivelse:			
Festemateriale på siden			
Problembeskrivelse: Regn treffer stålplaten og konsentreres i nedre punkt av platen før det renner videre nedover på treet.			
Tiltak: Større festemateriale i direkte kontakt med treet bør utformes med dryppnese slik at vann ledes bort fra treet.			
Bilder/illustrasjoner:			
<p>Bilde under til venstre: Vann forhindres fra å bli stående på oversiden av stålplaten ved at den er vinklet nedover, men vann konsentreres til et enkelt hjørne.</p> <p>Figur under til høyre: Stålplaten bør enten føres til å stikke ut under treet eller med dryppnese som leder vann bort fra treet. Dersom festematerialet er flatt på toppen bør det også forhindres at vann blir stående her.</p>			
			

Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Forbind. 09
Beskrivelse:			
Innfesting av hengestenger			
Problembeskrivelse: Kritiske deler av innfestningen til hengestenger bør være inspiserbar. I tillegg er plate med påsveist hengestag vanskelig å produsere nøyaktig nok.			
Tiltak: Plate med påsveist hengestag bør tilrettelegges med inspeksjonsmulighet fra toppen. Det kan også vurderes å lage et bolteledd på oversiden av platen som hengestangen er festet i. Alternativt kan en benytte innslissede plater med bolteforbindelser i bunn.			
Bilder/illustrasjoner:			
Figur til venstre: Hengestenger festet i innfrest plate i topp bue. Det bør tilrettelegges for inspeksjon fra oversiden.			
Figur til høyre: Innslissede plater med dybler og hengestenger i bolteforbindelse. Løsningen er kanskje mere komplisert, men enklere å produsere og viktige deler er fullt inspiserbare.			
			

Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Forbind. 10
-------------------------------	---------------------	-----------------	----------------------------

Beskrivelse:

Trykksammenføring mellom konstruksjonselementer

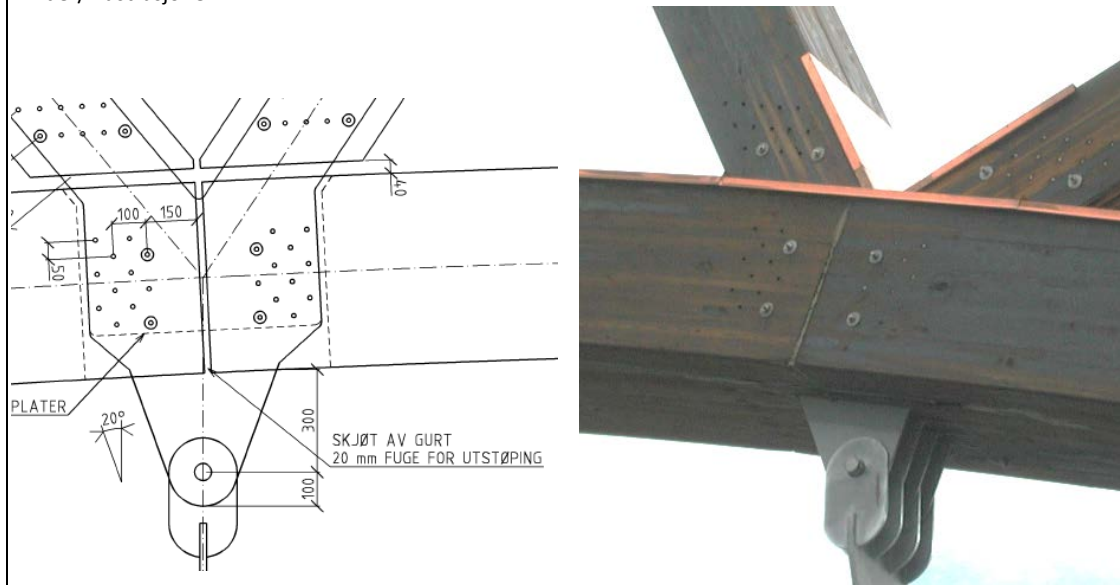
Problembeskrivelse:

Trykksammenføringen av mørtel kan svekkes over tid på grunn av forvitring

Tiltak:

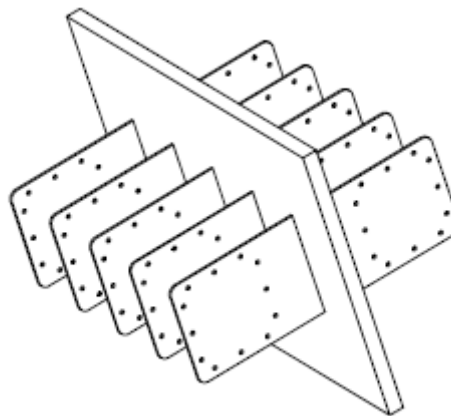
Mørtelen må beskyttes for sollys. Sammenføringen kan også utføres med stålplate fremfor utstøpt mørtel

Bilder/illustrasjoner:



Figur og bilde over: Utfylling av trykkfuge med mørtel. Over tid kan fugen forvitre

Figur til høyre: En sammenføring med stålplate mellom tredelene.



Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Treoverfla. 01
-------------------------------	---------------------	-----------------	-------------------------------

Beskrivelse:

Knusning av tre under ankerplate

Problembeskrivelse:

Ankerplaten er tilpasset tilgjengelig areal og er trolig utført for liten i bilde til venstre. I bilde til høyre er ankerplaten for nærme endeveden slik at kapasiteten til treet bak ankerplaten varierer. Følgelig oppstår det brudd på den svakeste siden først. I begge tilfeller kan en rotasjon av ankerplaten oppstå, noe som kan være uheldig for spennstagene.

Tiltak:

Behovet for trykk på tvers av fibrene mot landkaret er begrenset da lamellene er forhindret fra saksing av opplageret. Plassering av spennstagene må tilpasses rekkverksinnfestningen og andre hindre. For gangbruer kan ankerplaten heller være en integrert del av rekkverksinnfestningen.

Bilder/illustrasjoner:




Bilde over til venstre: Asymetriske ankerplater.

Bilder over til høyre: Glidning mellom lameller oppstår uansett ikke ved endeopplegget noe som begrenser behovet for tverroppspenning.

Bilde til venstre: Rekkverket og spennstaget er kombinert.

Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Treoverfla. 02
Beskrivelse:			
Manglende beskyttelse av overflatebehandling			
Problembeskrivelse: Overflatebehandlingen på treet beskyttes for lite av spilene. Spilene fungerer greit som konstruktiv beskyttelse, men beskyttes trevirket også med beis, må denne beskyttes mot direkte sollys.			
Tiltak: Spilene burde dekke tilnærmet hele buen.			
Bilder/illustrasjoner:			
		<p>Bilde til venstre: Overflatebehandlingen holder seg godt når den er beskyttet for sollys, men nedre del er ikke tilstrekkelig beskyttet og overflatebehandlingen har begynt å flasse.</p>	

Fokusområde: Utførelse	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Treoverfla. 03
Beskrivelse:			
Oppsprekking på overside			
Problembeskrivelse: En sprekke er forsøkt tettet med tjære eller lignende. Over tid vil også dette sprekke opp og i enda større grad forhindre fuktig tre i sprekken fra å tørke.			
Tiltak: Sprekker som peker oppover bør beskyttes med beslag isteden.			
Bilder/illustrasjoner:			
Bilde under: Sprekk på oversiden av en fagverksstav er forsøkt tettet.			
			

Fokusområde: Utførelse	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Annet 01
---------------------------	---------------------	-----------------	-------------------------

Beskrivelse:

Kreosotsøl

Problembeskrivelse:

Overimpregnering med kreosot fører til svetteing over lang tid

Tiltak:

Det må tas høyde for at kreosotimpregnert tre kan svette

Bilder/illustrasjoner:



Bilder over: Det samme kemperleddet tatt i 2001 og 2013. Platen beskytter for kreosotsøl på underliggende konstruksjonsdel og kunne nok vært fjernet etter omtrent 5 år.

Bilde under: Kreosotdrypp fanget opp med et lite beslag. Merk avstanden mellom tre og beslaget ved innfestningen som sørger for at mesteparten renner på innsiden.

Bilde under: Et enkelt beslag festet kun i midten sørger for at vann renner bort og kreosot fanges opp.



Fokusområde: Utførelse	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Annet 02
---------------------------	---------------------	-----------------	-------------------------

Beskrivelse:

Oppfukting på grunn av påhengte kabler

Problembeskrivelse:

Ettermonterte kabler er utført uten nødvendig detaljering.

Tiltak:

Kabelkanal kan anordnes fritt under tverrbærere eller mellom bjelker på utsiden av tverrspenne dekker. På overgangsbruene kan det vurderes kabeltrasé under hovedvegen.

Bilder/illustrasjoner:



Bilde over: Opphengt til kablene fukter opp treet lokalt.

Bilde under: Kabelkanal lagt over tverrbærer mellom bjelker som danner et fortau.



Bilde under: Kabelkanal hengt under tverrbærere.



Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Annet 03
-------------------------------	---------------------	-----------------	-------------------------

Beskrivelse:

Manglende dryppnese

Problem:

Rennende vann under dekket.

Problembeskrivelse:

Kantbeslaget fungerer ikke til sin hensikt, muligens på grunn av en skjøl. I tillegg er det ikke anlagt en dryppnese slik bilde til høyre viser.

Tiltak:

Dryppnese og inntrukket tverrbærer ville ha forhindre eventuell feil i kantbeslaget.

Bilder/illustrasjoner:


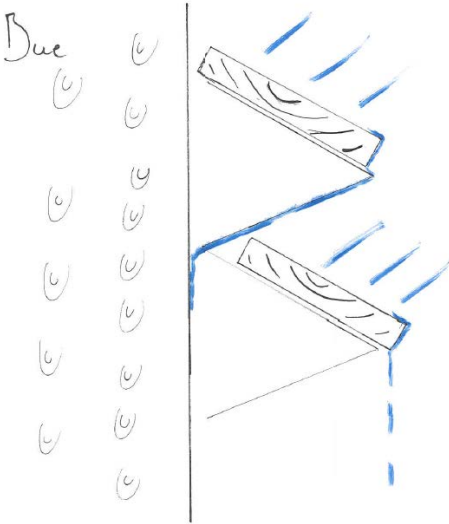



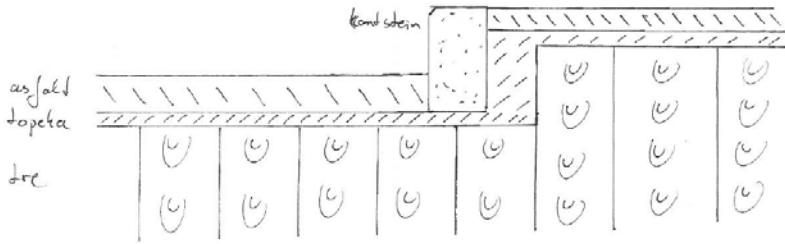
Bilde over til venstre: En feil i dekkekanten har medført at vann ledes innunder dekket.

Bilde over til høyre: En enkelt liten dryppnese forhindrer vann som kommer på siden å renne videre ned under dekket. En dryppnese inntil kanten vil trolig også medføre at trevirket der tørker raskere opp da mindre vann kan suges opp i våte perioder.

Bilde til høyre: Vann blir hengende på en vannrett flate. Dette medfører et økt fuktopptak enn om konstruksjonen hadde vært vinklet for å sikre at vannet renner av.



Fokusområde: Prosjektering og utførelse	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Annet 04
Beskrivelse:			
Vann renner fra spiler langsmed innfestning og ledes mot trebuen			
Problembeskrivelse: Systemet er svært sårbart for utførelsesfeil ved at spiler ligger noe for høyt. Innfestningen burde peke nedover på samtlige innfestningspunkter.			
Tiltak: Blir trolig nødvendig å bytte ut innfestning.			
Bilder/illustrasjoner: Bilde til venstre: Innfestningen har deler som leder vann mot buen. Figur til høyre: Øvre del med spiler festet noe inn fører vann mot buen, men dersom spilene er montert med utstikk vil ikke dette skje. Systemet er likevel svært sårbart, og innfestning bør også lede vann bort fra buen dersom spiler blir noe feilmontert eller vrir seg.			
			

Fokusområde: Prosjektering	Dato: 10.12.2015	Versjon: 1.0	Nr.: Annet 05
Beskrivelse:			
Fuktansamling bak fortauskant			
Problembeskrivelse: Membranen er enten diskontinuerlig eller skadet i overgangen mellom to metallplater.			
Tiltak: Det blir veldig vanskelig å sikre god tetting. Ideelt burde membranen vært lagt flat over hele brubanen med oppasfaltering av fortauet isteden. Rekkverksinnfestning kan gjøre det vanskelig på trebruer, slik at kontinuerlig membran må sikres på en robust måte.			
Bilder/illustrasjoner:			
Bilde til venstre: Fukt trenger inn mellom sliteslaget og oppkant. Figur til høyre: Forslag til løsning som kan sikre en kontinuerlig membran. Løsninger med asfaltpapp eller tilsvarende er erfaringsmessig ofte blitt punktert, men kan såklart legges bak topekaen som en ekstra sikkerhet i oppknekk.			
			



Statens vegvesen
Region øst
Ressursavdelingen
Postboks 1010 2605 LILLEHAMMER
Tlf: (+47 915) 02030
firmapost-ost@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

Trygt fram sammen