

# Inspeksjon av bruer på landbruksveger



SKOGKURS





# Inspeksjon av bruer på landbruksveger

*Truls-Erik Johnsrud*

---



SKOGKURS

## **Inspeksjon av bruer på landbruksveger**

**Forfatter:** Truls-Erik Johnsrud, Skogbrukets Kursinstitutt (SKI)

**Foto:** Asbjørn Kjellsen (ak)  
Truls-Erik Johnsrud (tej)  
Atle Wormdal (aw)

**Illustrasjoner:** Truls-Erik Johnsrud

**Layout og grafikk:** Per Håkon Granum (phg)  
**Produksjon:** Copyright © 2012,  
Skogbrukets Kursinstitutt  
Honnevegen 60, 2836 Biri

**ISBN:** 978-82-7333-182-3



(aw)

## Forord

Landbruksveger har et stort antall bruer bygget over lang tid med datidens krav til bæreevne. Med kjennskap til bruas historie og dokumentasjon av lastklasse kan selv eldre bruer klassifiseres for dagens transporter. Typetegninger som er utarbeidet gjennom tidene, gir en god dokumentasjon av bruas konstruksjon, men det forutsetter at brua er vedlikeholdt.

Inspeksjon av bruer på landbruksveger skal være et bidrag til at vegeier, veglag og offentlig forvaltning kan vurdere bruas tilstand ved inspeksjon og gjøre tiltak som er nødvendig i dens videre drift og vedlikehold.

Dette krever kunnskaper om bruers konstruksjon og materialene betong, stål og tre. Tilstandsregistreringen er beskrevet på flere nivå med skadevurdering ut fra skadetype, skadegrad, skadeårsak og med skadeutvikling over tid som beslutning for reparasjon og vedlikeholdstiltak.

Til vurdering av bæreevne, bruksklasse har vi tatt med enkle hjelpemidler, tabeller og nomogram, mens etterregning av bruer for eksakt bruksklasse bør utføres av en med relevant ingeniør kompetanse.

Det har vist seg at mye av registreringen kan gjøres med noe kunnskap og enkle midler som grunnlag for beslutninger og forberedende arbeider før en engasjerer ekstern bistand.

Vi takker sivilingeniør Svein K. Hovland, for faglige bistand.

Inspeksjon av bruer på landbruksveger er utarbeidet med midler fra Landbruks- og matdepartementet.

Biri, september 2012

Skogbrukets Kursinstitutt

## Innholdsfortegnelse

<b>1. Bruer på landbruksveger</b> .....	<b>8</b>
1.1 Definisjon .....	9
1.2 Spesifikasjon .....	9
<b>2. Lastforskrifter</b> .....	<b>10</b>
2.1 Klassifisering av bruer .....	10
<b>3. Bruprosjektering</b> .....	<b>12</b>
3.1 Grunnlagsmateriale for prosjektering av bruer .....	12
3.2 Ferdigstillelse av bruanlegget .....	13
<b>4. Brukonstruksjoner</b> .....	<b>14</b>
4.1 Grunnen .....	14
4.2 Underbygning .....	15
4.3 Overbygning .....	16
4.4 Stålbjelkebru med tredekke .....	17
4.5 Bjelkebru med betongdekke .....	18
4.6 Platebruer i betong .....	19
4.7 Platebruer i tre .....	19
4.8 Typetegninger for bruer på landbruksveger .....	20
<b>5. Tilstandsregistrering</b> .....	<b>22</b>
5.1 Enkel inspeksjon .....	22
5.2 Hovedinspeksjon .....	22
5.3 Spesialinspeksjon .....	22
5.4 Visuell kontroll .....	22
5.5 Skadevurdering .....	23
5.6 Skadetyper .....	23
5.7 Skadegrad – skadekonsekvens .....	24
5.8 Primærskader og følgeskader .....	25
5.9 Skadeutvikling .....	26
5.10 Skadeårsaker .....	26
5.11 Inspeksjon .....	26
<b>6. Betong</b> .....	<b>27</b>
6.1 Beskyttelse av armering .....	27
6.2 Korrosjon på armering .....	27
6.3 Overdekning .....	28
6.4 Karbonatisering .....	30
6.5 Klorider i betong .....	31
6.6 Kloridanalyse .....	32
6.7 Korrosjonsundersøkelse, EKP – målinger .....	33
6.8 Betongens trykkfasthet .....	33
6.8 Riss og sprekker .....	33
<b>7. Stål</b> .....	<b>35</b>
7.1 Stålkvaliteter .....	35
7.2 Korrosjonsbehandling .....	35
7.3 Skader på elementer av stål .....	36

<b>8. Tre</b> .....	<b>37</b>
8.1 Trevirkets mekaniske egenskaper .....	37
8.2 Nedbryting av trevirke i bruer .....	38
8.3 Impregnering og overflatebehandling .....	38
8.4 Konstruktiv beskyttelse .....	38
8.5 Skader på trebruer .....	40
<b>9. Lastberegninger</b> .....	<b>41</b>
9.1 Laster .....	41
9.2 Hjelpemidler til vurdering av bjelkebruer .....	42
9.3 Stålbjelker .....	42
9.4 Motstandsmoment .....	42
9.5 Etterregning av typetegninger for bruer for landbruksveger av 1987 ....	43
9.6 Brutype 1 (Br/B2a) Stålbjelkebru med tredekke .....	43
9.7 Brutype 2 (Br/B3b) Stålbjelkebru med betongdekke .....	44
9.8 Brutype 3 (Br/B3a) Betongplatebru .....	44
9.9 Beregning av bæreevnen på eldre bruer i skogsbilvegnettet .....	44
9.10 Trebjelkebru .....	44
9.11 Stålbjelkebru .....	46
9.12 Brudekke av tre .....	47
<b>10. Registrering av bruas tilstand</b> .....	<b>48</b>
10.1 Brudata .....	48
10.2 Oppmåling av bru .....	48
10.3 Enkel inspeksjon .....	49
10.3 Tilstandsregistrering for skogsbilvegbruer, et eksempel .....	50
<b>11. Forvaltning, drift og vedlikehold</b> .....	<b>65</b>
11.1 Drift .....	65
11.2 Vedlikehold .....	65
11.3 Ansvar .....	65

#### **Vedlegg 1.**

<b>Beregning av bæreevnen på eldre bruer i skogsbilvegnettet</b> .....	<b>66</b>
Stålbjelker og tabeller	
Nomogram for beregning av bæreevne	

#### **Vedlegg 2.**

<b>Tilstandsregistrering for skogsbilvegbruer Skjema</b> .....	<b>70</b>
----------------------------------------------------------------	-----------

#### **Vedlegg 3.**

<b>Typetegninger for bruer, Landbruksdepartementet 1987</b> .....	<b>80</b>
-------------------------------------------------------------------	-----------

## 1. Bruer på landbruksveger

*Behovet for bruer må mennesker ha følt til alle tider opp gjennom historien. Konstruksjonene måtte være tilpasset tilgjengelig materiale fra naturen, i Norge tremateriale og stein. Brua knytter vegen sammen over et dramatisk element i landskapet. Behov for bruer har gjennom praktisk erfaring og eksperimentell utvikling ført til nyvinning i bærende konstruksjoner. Vi finner her utviklingstrekk til de moderne brukonstruksjonene. De historiske bruene kan gi ideer til design av bruer knyttet til det utvidede begrepet utmarksnæring.*

Overleggbrua, to tømmerstokker lagt over elva på steinfundament er ei bjelkebru og med huggen/skåren plank ble det lagt på et brodekke.



Figur 1. Overleggbru (tej)

Restaurering av gamle bruer viser oss dristige konstruksjoner som Angardstaksto brue, i Grimsdalen, Dovre en utleggsbru, utkraget tømmerbru på 22 m og hvor den første brua ble anlagt i 1768.



Figur 2. Angardstaksto brue, utleggsbru. (tej)

Sprengverk bruer er konstruert med ett spenn eller flere spenn mellom pilarer og brukar. Storrustovern bru over Lågen på Dovre er 22 m og var klassifisert til 6 t.



Figur 3. Sprengverk bru. (tej)

Hornidal bru er en falsk hvelvbru hvor steinheller, (plater) er det bærende element mellom pilarene. Platebruer av betong er svært vanlig på landbruksveger.



Figur 4. Hornidal bru. (tej)

Stål- og betongbjelker med betongdekke er dominerende på nyere bruer på landbruksveger.



Figur 5. Stålbjelkebru med betongelementdekke. (tej)



Utvikling av moderne trekonstruksjoner i bruer har ført til dristige konstruksjoner, enkle i sin utforming og etisk attraktive. Trebruer med laminert brudekker med tverrspente plate er aktuell på landbruksveger.



Figur 6. Trebru, tverrspent plate 8,5 m. (tej)

Manglende kunnskap om vedlikehold har ført til sterkt redusert levetid for mange av bruene. Ved inspeksjon og etterregning av bæreevnen er det alvorlig at mye av den eldre brudokumentasjon er blitt borte/makulert i forbindelse med omorganiseringer i landbruksforvaltningen. Referanse til Statens vegvesens lastklasser, bruksklasser eller brunormaler vil være av stor betydning i dokumentasjon av bæreevnen på brua.

### 1.1 Definisjon

Bruer er bærende konstruksjoner for veg-, gang- og sykkeltrafikk som omfatter alle typer veg- og gangbruer med spennvidde større enn eller lik 2,50 m og med hovedfunksjon å bære trafikklast. Omfatter hvelv-, plate-, bjelke-, kasse-, fagverk-, bue-, henge-, flyte-, rør- og beveglige bruer, fergekaier, samt nedfylte konstruksjoner som kulverter og rør.

### 1.2 Spesifikasjon

Bruer på landbruksveger skal bygges etter spesifikasjon satt i Normaler for landbruksveger med byggebeskrivelse.

#### *Kapt. 4.11 Bruer og veiøverbygg*

*Bruene dimensjoneres for 13 t aksellast og dimensjoneres med laster gitt i Statens vegvesens lastforskrifter for bruer og ferjekaier. Statens vegvesen, håndbok 185.*

*Total brubredde skal være minimum 4 meter, hvorav*

*kjørebredden skal være minimum 3,5 meter. Nødvendig brubredde og behov for rekkverk og føringskanter skal vurderes ut fra en risikobetraktning i det enkelte tilfelle, og angis i byggeplanen. Bruene bygges etter særskilt avtale og godkjente tegninger.*

Statens vegvesens lastforskrifter for bruer og fergekaier er publisert i serien håndbøker og vegnormaler. Disse finnes på [www.vegvesen.no/fag/publikasjoner](http://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner).

Håndbøkene er over tid under stadig revisjon. På nettsiden finner en den til enhver tid oppgraderte utgave.

### Transportlaster

Bruer på landbruksveger skal være dimensjonert for dagens transporter.

- Tømmervogntog: Bruksklasse 10 t aksellast 50 t totalvekt (7 akslet vogntog 22 m 56 t)
- Maskintransporter: Trekkbil med svanehenger
- Skogsmaskiner med lass: 3 akslet kjøretøy

For kortere bruer og sekundærkonstruksjoner blir dimensjonerende laster bestemt av aksel-, boggi-, eller trippelboggilasten, mens for lengre bruer blir dimensjonerende laster på hovedkonstruksjonen bestemt av kjøretøy- og vogntoglasten.

Vegen inn på brua og bruas geometriske utforming er av betydning for fremkommeligheten. Det er særlig maskintransporter som krever god bredde i kurver.



Figur 7. Vegens geometriske utforming mot brua. (tej)

## 2. Lastforskrifter

*Statens vegvesen klassifiserer vegbruene i bruksklasser.*

*Bruksklasse er betegnelsen for de vekter som de forskjellige vegene tillates for. Bruksklassen forkortes Bk og etterfølges av et tall, f.eks. Bk10 og Bk8. Den angir største tillatte aksellast, last fra akselkombinasjoner og totalvekt avhengig av avstanden mellom akslene.*

*Brukslast er den trafikklast som tillates kjørt fritt (uten dispensasjon) på det offentlige vegnettet i dag. Brukslast angis enten som bruksklasse eller aksellast/totalvekt, AT.*

### 2.1 Klassifisering av bruer

Tidligere har Statens vegvesen angitt en del typekonstruksjoner for bruer og plassert dem i lastklasser. Disse har endret seg gjennom tidene og det har derfor vært nødvendig å omklassifisere bruene i henhold til stadig fornyet regelverk.

Hovedbæresystemet og dekkekonstruksjon er dimensjonert for gitte typiske kjøretøylaster. Er brua prosjektert med referanse til definert lastklasse, lastforskrift eller brunormal, eller om opprinnelige tegninger og beregninger finnes, kan den direkte omregnes til dagens bruksklasser. Dette forutsetter at brua er vedlikeholdt og uten skader av betydning.

Hvis bruas tidligere klassifisering ikke er kjent må hele konstruksjonen gjennomregnes. De kapasiteter som de enkelte konstruktive delene har, må så kontrolleres mot den type belastning som kreves for de forskjellige bruksklassene.

I Statens vegvesen håndbøker finnes grunnlag for beregningene.

Håndbok 238: Bruklassifisering, Lastforskrifter for klassifisering av bruer og ferjekaier i det offentlige vegnett.

Håndbok 239: Bruklassifisering, Lastforskrifter 1920–1973 og brunormal 1912–1958.

Utbygging av skogsbilveger kom i gang på 1930 tallet, men først på 1950 og 1960 tallet kom det fart i utbyggingen. Det er derfor lite sannsynlig å finne bruer fra de eldre lastklassene i dagens vegnett.

#### Lastklasse 1930

Lastklasse 1930 består av 3 underklasser avhengig av beliggenhet og trafikkmengde.

- Gjennomgangsveger nær større byer og industristeder, 10 t aksellast
- Alminnelige veger, 6 t aksellast
- Veger med mindre sterk trafikk, 5 t aksellast

Lastklasse 2/1930 med 6 tonn aksellast er den vanligste klassen for bruer bygget i perioden 1930 til 1947.

#### Lastklasse 1947

Lastklasse 1947 består av 4 underklasser er i hovedsak basert på 10 tonn aksellast, mens totalvekten varierer for de forskjellige underklassene.

- Vegklasse I og II, 10 t aksellast og 36 t totalvekt
- Vegklasse II og IIIa, 10 aksellast og 28 t totalvekt
- Vegklasse IIIa, 10 t aksellast og 16 t totalvekt
- Vegklasse IIIb, 5 t aksellast og 8 t totalvekt

Totalvekten for lastklassen vil i mange tilfeller vise seg for svak i det tyngre vegnettet, Bk 8 og Bk 10. Korte bruer med lysåpning (L) mindre enn 5 m kan oppskrives til Bk 10 i lastklasse 1-2-3/1947.

#### Lassforskrift av 1958

Lassforskrift av 1958 er delt i 2 klasser med for begge 13 tonn aksellast. Begge bruene regnes for en ekvivalentlast bestående av en jevnt fordelt last og en knivlast. Den jevnt fordelte lasten er forskjellig for de to klassene.

Lastklasse 1/1958 kan regnes å dekke bruksklasse Bk 10 for bruer med spennvidde mindre enn 20 meter. Klassifisering til Bk 10 kan skje uten beregninger for  $L < 20$  m.

Lastklasse 2/1958 gir ved lengre spenn enn 4 m, lavere dimensjonerende verdier enn BK 10.

Disse bruene bør undersøkes spesielt.

## Lastforskrift av 1969

Lastforskriften er bygger på lastforskriften av 1958, men har ingen underklasser. Utgangspunktet er 14 tonn akselast som iberegnet rystelse gir en aksellast på 20 tonn.

Bruer konstruert etter denne lastforskriften kan uten videre klassifiseres til Bk 10.

## Preliminær internordiske lastforskrift av 1971

Nordisk Vegteknisk Forbund kom fram til felles forslag til trafikklaster i Norden.

Forslaget angir ekvivalentlaster som skal dekke opp kjøretøy med aksellast 130 kN og 650 kN totalvekt eller tre 3-akslet kjøretøy med aksellaster på 300 kN.

Lastforskriften ble tatt i bruk i 1971, men kom først som lastforskrift i Bruhåndboka i 1973.

Bruer bygget etter disse lastforskriftene tåler uten videre Bk 10.

## Senere lastforskrifter

Lastforskriftene av 1973 ble revidert i 1986. I 1995 ble det fortatt en ny revisjon av lastforskriften utgitt som normal i Statens vegvesen håndbok 184:

Lastforskrifter for bruer og ferjekaier i det offentlige vegnett, 1996.

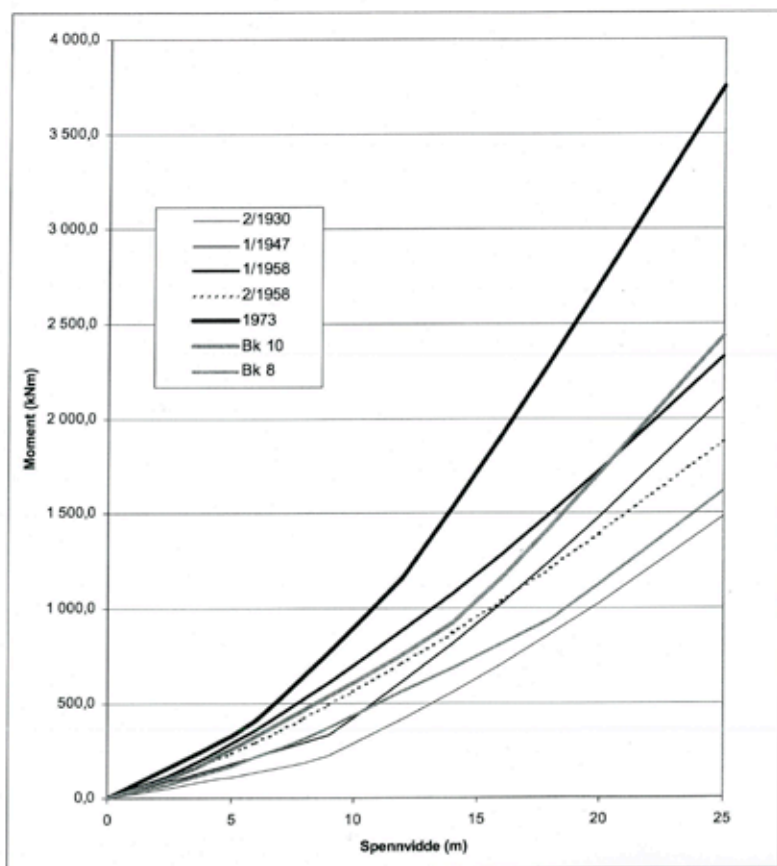
Trafikklastene i disse lastforskriftene bygger alle på lastforskrift av 1971.

I 1986 ble lastfaktoren for trafikklast endret til 1,3 for både ett og to lastfelt som er opprettholdt i de senere forskriftene. Statens vegvesen håndbok 185: Prosjekteringsregler for bruer, 1996 og nyere utgave håndbok 185: Bruprosjektering - eurokodeutgave, 2011 er revidert med hensyn til:

Laster, NS-EN 1991- Eurokode 1: Laster på konstruksjoner, Del 2 Trafikklast på bruer.

Lastfaktor, N-EN 1990: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.

I figur 8 er det laget en sammenlikning av moment for nevnte lastklasser/lastforskrifter og bruksklasser. Momentene er beregnet for en fritt opplagret bjelke.



Figur 8. Sammenlikning av momenter inkl. rystelse for lastklasser og bruksklasser, fritt opplagret bjelke. (Statens vegvesen håndbok nr.239 figur 2.1-1)

### 3. Bruprosjektering

*Grunnlaget for dokumentasjonen til bruer ligger i prosjekteringsarbeidet og byggetegninger.*

Bruer er en del av vegen og må behandles på lik linje som nybygging og ombygging av landbruksveger hjemlet i Skogloven § 7 med Forskrift om planlegging og godkjenning av veier for landbruksformål. Her gis det krav til planlegging, søknad og godkjenning av anlegget.

Videre i Forskrift om tilskudd til nærings- og miljøtiltak i skogbruket stilles det krav når det gis tilskudd til veganlegg:

Før anlegget settes i gang skal det foreligge en byggeplan som kommunen har godkjent.

Dette omfatter også byggetegninger for bruer. Forskriftene forvaltes av kommunen.

Bruer er etter Vannressursloven definert som vassdragsanlegg: Bygning eller konstruksjon i eller over vassdrag. Etter loven er alle tiltak i vassdrag som endrer vassdragets leie, strømretning og hastighet definert som vassdragstiltak. For vassdragstiltak gjelder:

Enhver skal opptre aktsomt for å unngå skade eller ulempe i vassdraget for allmenne eller private interesser. Vassdragstiltak skal fylle alle krav som med rimelighet kan stilles til sikring mot fare for mennesker, miljø eller eiendom.

Tiltak i vassdrag forvaltes av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

#### 3.1 Grunnlagsmateriale for prosjektering av bruer

Statens vegvesen håndbok 185 har detaljerte beskrivelser og prosedyrer for prosjektering. For bruer på landbruksveger må detaljeringsgraden vurderes etter byggeprosjektets omfang. Vi vil liste opp momenter som bør være med i grunnlagsmateriale.

- Oversiktskart, er utarbeidet under prosjektering av vegen
- Detaljkart fra brustedet med vegens senterlinje inntegnet
- Lengde- og tverrprofil av vegtrasé (LM = 1:1000 HM =1:200)
- Lengde og tverrprofil av elveløpet – lengdeprofil av brustedet, M = 1:200
- Grunnundersøkelser med beskrivelse av elveløpet, fjell, jordart, vegetasjon og strømforhold. Geoteknisk vurdering ved fundamentering av brukar og pilarer.
- Vannføring. Opplysninger om vannføring og flom kan gjøres ved observasjoner og erfaring ved eldre brusteder eller fra flomstatistikk som er tilgjengelig via internett hos NVE ([www.nve.no](http://www.nve.no)) Bruer dimensjoneres etter avrenning og nedbørsforholdene i området til en flomstørrelse som gjentar seg i gjennomsnitt hvert 200 år (returperiode, n = Q200).
- Vannets surhetsgrad må måles og vurderes ved bruk av korrugerte stålrør som brukonstruksjon.
- Opplysninger om stedlige forhold som påvirker valg av brutype.

Grunnundersøkelser krever noe kunnskap i geologi og kvartærgeologi for å kunne foreta geoteknisk vurdering av fundamentering av brukar og pilarer. Ofte kommer en ned på fjell eller grovere morenemasse med god bæreevne, men på marin leire bør en søke geoteknisk kompetanse.

Nyttig støttelitteratur er Statens vegvesen håndbok nr. 016 Geoteknikk i vegbygging.

Dimensjonerende vannføring og beregning av flommer er et omfattende tema. NVE gir opplysninger og råd, og både NVE og konsulentbransjen kan utføre både enkle og mer kompliserte flomberegninger. Det skilles ofte mellom flomberegninger i svært små nedbørsfelt (<0,5 km<sup>2</sup>), små nedbørsfelt (< 20 km<sup>2</sup>) og store nedbørsfelt som kan være flere tusen kvadratkilometer store.

Flomberegning skjer etter følgende metoder:

- Flomberegning på grunnlag av frekvensanalyse av vannføringsdata fra representative målestasjoner.
- Flomberegning på grunnlag av regionale flomformler.
- Flomberegning på grunnlag av en hydrologisk modell som ut fra et gitt nedbørsforløp simulerer et flomforløp.

- Flomberegning på grunnlag av avrenningskoeffisienter (den rasjonelle formel) og regnintensitet.

Nyttig støttelitteratur er Vassdragshåndboka, (NVE 2010) og Skogsveger og skredfare – veileder, (SKI 2011)

Når brutype er valgt prosjekteres brua. Tegninger med materialister og dokumentasjon utarbeides. Det kan kontaktes konsulentfirma, produsent av prefabrikerte bruer eller bruke typetegningene som er utarbeidet for bruer på landbruksveger. Skogbrukets Kursinstitutt, ([www.skogkurs.no](http://www.skogkurs.no)).

### **3.2 Ferdigstillelse av bruanlegget**

Før bruanlegget overdras fra entreprenør til byggherre skal det gjennomføres en overtakelsesforretning med ferdigbefaring av anlegget. Forretningen skal kontrollere at prosjekteringsplan og byggetegninger er fulgt og arbeidet utført i henhold til kontrakt. Det skal føres protokoll med eventuelle anmerkninger som undertegnes av partene. Protokollen er av stor betydning ved reklamasjoner.

## 4. Brukonstruksjoner

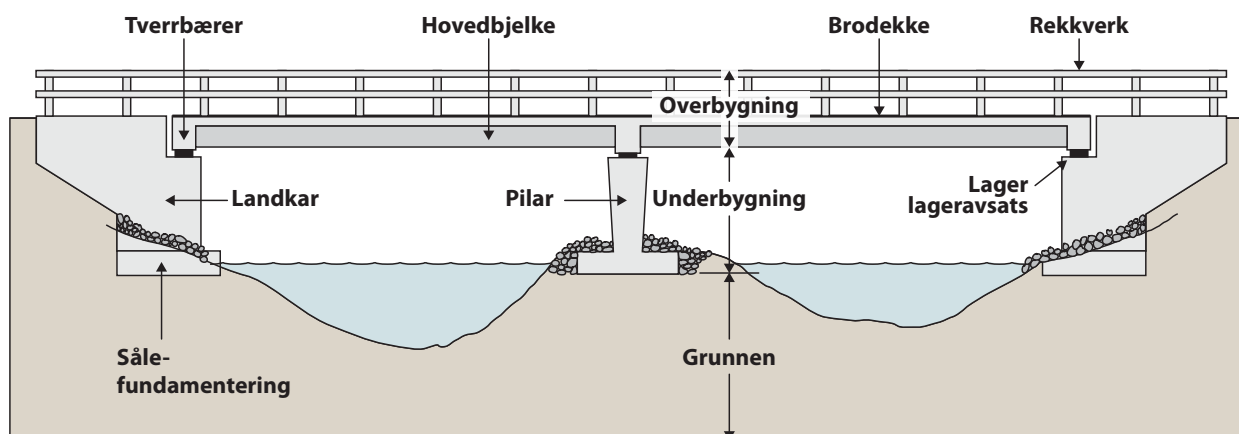
For å kunne beskrive bruer i detalj deles de inn i hensiktsmessige mindre deler eller komponenter som kalles elementer. Det er utarbeidet betegnelser for elementene ut fra fysisk plassering i konstruksjonen, konstruktiv virkemåte, type, funksjon, egenskaper osv.

I Statens vegvesen, håndbok 129: Bruregistrering, er bruene (byggverkene) beskrevet ved å dele inn i kategori, byggverkstype og elementer.

Kategori: Vegbru (Identifikasjon – Navn)

Byggverkstype: Bjelkebru, valsede stålbejelker, HE-A uten samvirke

Element: Brudekke, tredekke



Figur 9. Bruas element.

### 4.1 Grunnen

Grunnen omfatter terrenget og byggegrunnen under og inntil brua. Elementet grunn omfatter også peler, spunt, fylling, erosjonssikring og skråningsbeskyttelse.

Trafikkklaster og egenlast fra brua overføres til byggegrunnen hvor de tas opp som motstand og spenninger i grunnmaterialet. For beregning av kreftene som overføres til byggegrunnen henvises til Statens vegvesen håndbok 016, Geoteknikk i vegbygging.

Undergraving og bakvasking av brukar er en ofte forekommende mangel på eldre bruer på landbruksveger. Det er derfor viktig at grunnmaterialets fasthetsegenskaper og styrke opprettholdes. Ved tilstandsregistrering skal forhold til erosjon, skråningshellinger, setninger i fyllinger og grunnen i nærheten av fundamenter kontrolleres og endringer bli registrert.

#### Peler og spunt

Bruer på landbruksveger er ofte enkle konstruksjoner hvor det sjelden er behov for peler i fundamentering av bærende element eller spunt mot masser.

### Fylling

Fyllinger av løsmasser overfører trafikkklaster og sin egen vekt til undergrunnen. Kritiske faktorer ved dimensjonering av fylling er bæreevnen og friksjonsvinkelen til fyllmassene og hellingsvinkel på sideskråningene. Normaler for landbruksveier med byggebeskrivelse stiller krav til massene i bærelag og slitelag. I fyllinger brukes ofte stedegen masse av variabel kvalitet.

Til bakfylling på landkar skal det brukes, ikke telefarlige materialer av lett komprimerbare friksjonsmasser. Større steiner enn 30 cm skal ikke forekomme i massene nær konstruksjonen.

Bakfyllingen legges som en kile bakover med stigning på 1:2 – 1:3. Se figur 10, landkar

### Erosjonssikring

I elver og bekker med løsmasser vil vannstrømmen erodere (grave) i bunn og elvesider. Dette skjer særlig under store flommer. Kunnskap om strømførholdene på brustedet og gjennomføring av tiltaket f.eks. steinsetting er nødvendig. Vi viser til Vassdragshåndboka, NVE 2010

## Skråningsbeskyttelse

Skråninger må konstrueres med mindre helling enn rasvinkelen for den aktuelle massen. Etablering av vegetasjon eventuelt i kombinasjon med geosynteter er enkle sikringstiltak. Er skråningen utsatt for utglidning er motfylling av grovere masser eventuelt steinsetting aktuelt. Den grovere massen eller steinsettingen må ligge mot et godt fundament under fyllingsfoten.

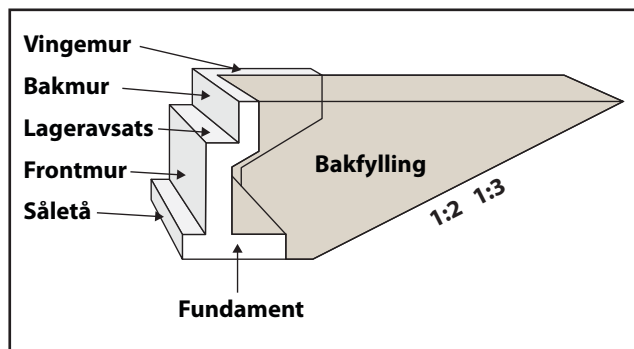
## 4.2 Underbygning

Underbygningen er de elementene som er i kontakt med grunnen og som holder bæresystemet, overbygningen oppe eller forankrer det til underlaget. Disse er landkar, fundamenter, pilarer, tårn og forankringer.

Underbygningselementer som er fundamentert på løsmasser er mer utsatt for skader på grunn av setninger og deformasjoner.

### Landkar

Landkaret utgjør overgangen fra land til bru og fører laster fra bruspenet ned i grunnen. De fleste bruer har landkar i plassstøpt betong. På eldre bruer forekommer massive landkar i stein.



Figur 10. Landkar, elementdeler og bakfylling.

Landkaret er utsatt for vertikale laster fra bruas egenvekt og trafikklaster, og horisontale laster fra bakfyllingens jordtrykk. Temperaturlaster og bremse-laster fra overbygningen forekommer ved faste lager. Landkarets konstruksjon skal beskrives i brudokumentasjonen. De vanligste typene på landbruksveger er massive landkar, vinkellandkar og kasselandkar.

### Fundament

Fundamentet er den platen / sålen underbygningselementet står på eller festes til i grunnen.

Fundamenteringsmåte kan være såle, peler, spunt, kasse, armert jord eller annen fundamenteringsmåte. I dokumentasjonen skal fundamenteringsnivå være oppgitt. Over vann, under vann med vanndybde eller annet nivå.

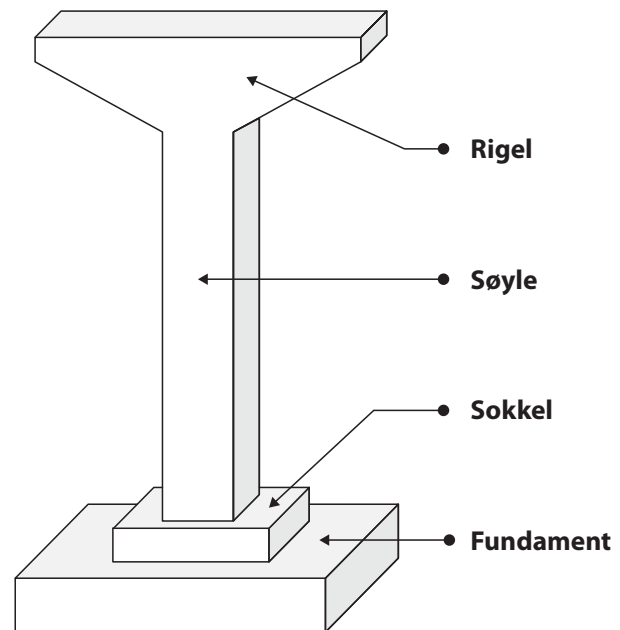
### Pilar

Pilarer er opplegg for overbygningen mellom landkarene for bruer med to eller flere spenn. Pilarer består av fundament, sokkel, søyle og kan ha rigel (søylehode) og påkjørsel vern.

Overbygningen kan ligge fritt opplagret på søylen eller søylen er støpt sammen med overbygningen.

Pilarer er oftest utført i plassstøpt betong, men de utføres også i stål, stein og tre.

Fundamentering av pilarer i løsmasser krever kunnskap om strømforhold og erosjon på brustedet.



Figur 11. Pilar

### Tårn

Tårn brukes til oppheng av kabler og stag til hengebruer, skråstagbruer og enkle hengverksbruer. Hengebru er vanlig som gangbruer i utmarksområder.

Tårnet består av fundament, tårnsøyle, planumsrigel (for avstivning av brubanen), topprigel og sadel (for opphenging av kabler).

### Forankringer

Feste for kabler, stag og fundamenter til grunnen.

### 4.3 Overbygning

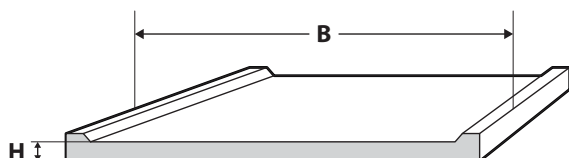
Overbygningen er de elementene som holdes oppe av underbygningen og som utgjør hovedbæresystemet i brukonstruksjonen. Disse er plate, bjelke, kasse, fagverk, bue og hengekonstruksjoner.

Sekundærbæresystemet er plater og dekkelementer som ligger oppå hovedbæresystemet og fordeler trafikklastene til disse.

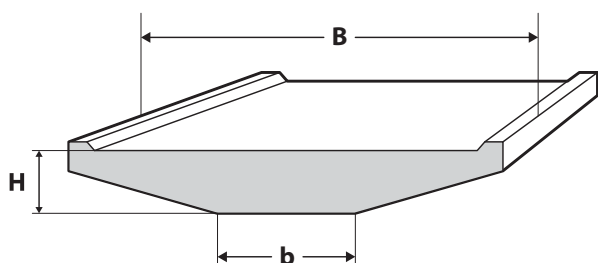
Sekundærbæresystemet er av Statens vegvesen nå definert som eget hovedelement, Brudekke/slitelag. Lager, fuger, rekkverk, drenering m.m. er samlet under hovedelementet, Utstyr.

#### Plate

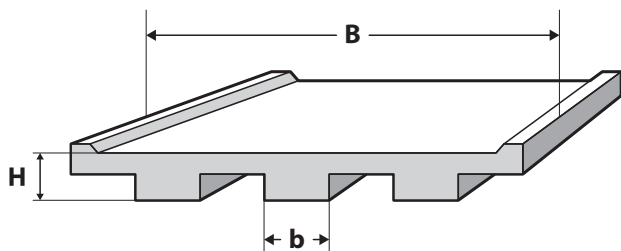
På platebruer er det selve platen som utgjør hovedbæresystemet. Bruplaten kan bygges med massivt tverrsnitt eller med sparerør for å spare vekt.



Figur 12. Platebru. Bruer regnes som platebru når  $B/H > 5$ . B er total brubredde og H er platetykkelsen



Figur 13. Bjelkeplatebru. Brua regnes som bjelkeplatebru når  $1 < b/H \leq 5$ , hvor b er minste bredde i underkant av platen.

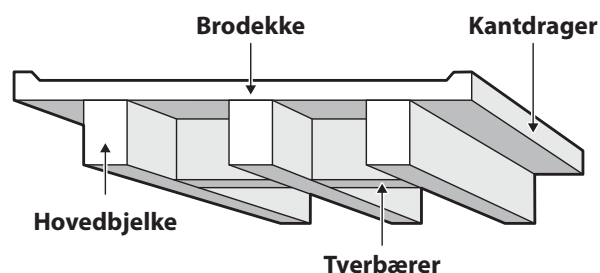


Figur 14. Ribbeplatebru. Brua regnes som ribbeplatebru når underkanten av platen har utsparinger  $b/H \geq 1$ .

Elementet plate, omfatter platebruer, bjelkeplatebru og ribbeplatebru.

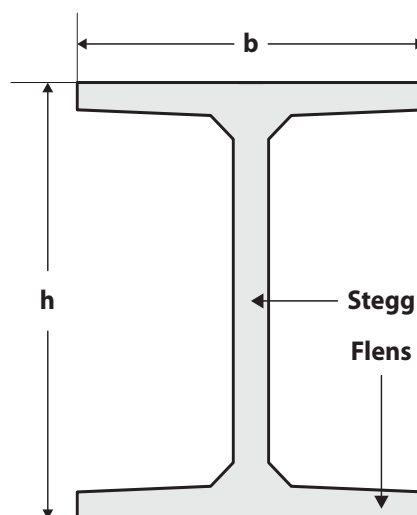
#### Bjelke

På bjelkebruer utgjør bjelkene bruas hovedbæresystem. Lastene blir overført fra brudekket gjennom langsgående bjelker til bruas underbygning. Mest vanlig bjelketverrsnitt på bruer på landbruksveger er rektangulære bjelker i betong og tre, og valsete stålbjelker i I eller H profil. T og U-formede betongbjelkelement forekommer. Elementene monteres sammen i hele brubredden. Ved påstøpt brudekke oppnår en samvirke i konstruksjonen.



Figur 15. Bjelkebru med rektangulære bjelker.

På eldre bruer finner vi stålbjelker med varierende profil. Bjelketypen kan vi finne ved å måle bredden, b og høyden, h. I stålkataloger finner vi tabeller hvor vi kan finne fram til aktuell bjelketype.



Figur 16. Stålbjelke, I/H-bjelke.

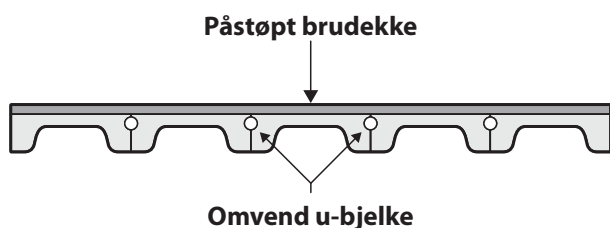


En bør også rutinemessig måle flensstykkelsen siden det kan forekomme sammenbygde bjelker som en må ta hensyn til under styrkeberegningene.

Til hjelp for å finne fram kan vi bruke følgende tommelfingerregel:

- Smale I-bjelker INP, bredden (b) er mindre enn  $\frac{1}{2}$  høyden (h). INP har skrå flenser.
- Middels brede bjelker, IPE bredden (b) er tilnærmet  $\frac{1}{2}$  høyden (h) til og med høyde 300 mm.
- Bredflensbjelker, normale HE-B (tidligere DIP), bredden (b) er lik høyden (h) til og med betegnelsen 300. Flensbredden (b) er 300 mm når høyden (h) er over 300 mm.
- Bredflensbjelker, lette HE-A (tidligere DIMEL), bredden (b) er større enn høyden (h) til og med betegnelsen 300. Flensbredden (b) er 300 mm når høyden (h) er over 300 mm.

Teknisk beskrivelse av bjelkene er vist i vedlegg 1.



Figur 17. U-bjelke element i samvirke med påstøpt brudekke

### Brudekke/Slitelag

Brudekke, det sekundære bæresystemet ligger oppå bjelkene og fordeler trafikklasterne fra kjørebanelen til hovedbæresystemet. Brudekke kan være fast forbundet, i samvirke med bjelkene. Dekke bærer da sin andel av de globale laster og bidrar til konstruksjonens totale bæreevne eller være uten samvirke og bærer kun lokale laster. De vanligste brudekker er plasstøpt betong, betongelementer med og uten påstøp og tredekker.

På betongbruer er slitelaget oftest en del av brudekke.

Tredekke har et bjelkelag (strøved) på tvers av bjelkene med langsgående sliteplank oppå. Fuktisolasjon (membran) kan legges mellom brudekke og slitelaget.

Slitelaget regnes ikke med i beregning av bruas lastbærende verdi.

### Lager

Bruer på landbruksveger har lager som sikrer overføringen av krefter og bevegelser mellom underbygnings- og overbygningselementene. Til de relativt enkle konstruksjonene brukes glidelager som tillater lineære bevegelser i lagerplanet, men låser noe for rotasjoner. Der det er ønskelig med bare en bevegelsesretning f.eks. i lengderetningen kan lageret utføres med sidestyring.

Lagrene må i konstruksjonen underbygges på lageravsatsen så det ligger horisontalt. Til lagermateriale brukes blokkager av neoprene. Det består av syntetisk gummi ofte med innlagte stålplater. På eldre bruer er det ofte brukt 2 – 3 lag med asfaltpapp til lager.

### Rekkverk

Brurekkverk settes opp for å styre trafikken på brua og hindre utforkjøring og fall fra brua.

På landbruksveger skal behov for rekkverk og dimensjonering av rekkverket vurderes ut fra en risikovurdering i prosjekteringen av brua. Utformingen av rekkverket er med på gi brua et estetisk preg.

## 4.4 Stålbjelkebru med tredekke

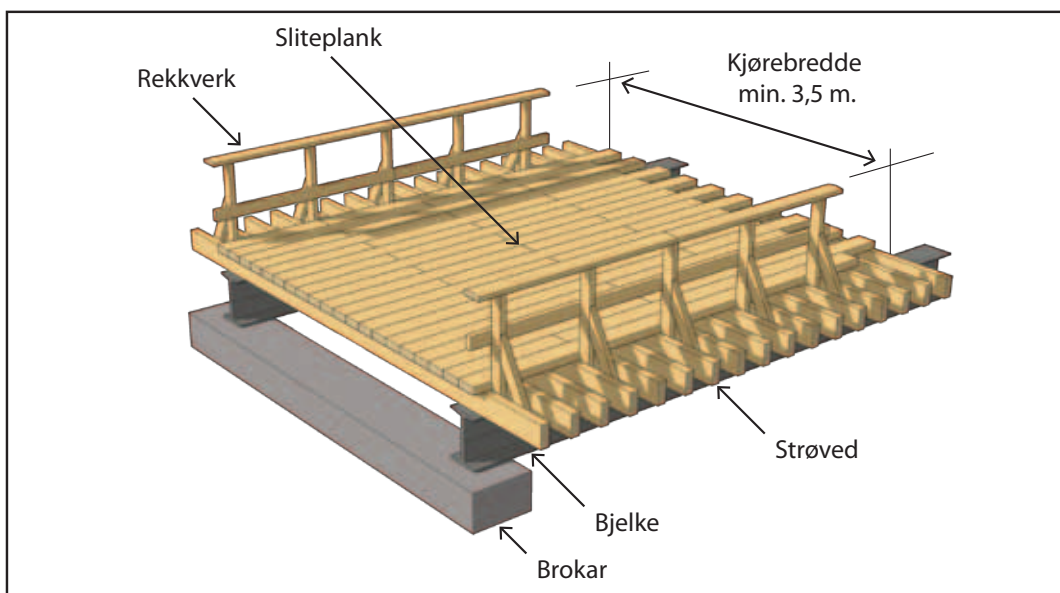
Stålbjelkebru med tredekke er svært vanlig på eldre bruer. Stålbjelker på brukar er hovedbæresystemet. Bjelkenes plassering er av stor betydning for lastfordelingen og dimensjonering av brudekke.

Brudekke, treplank på tvers (strøved) utgjør det sekundære bæresystemet. I typetegningene for bruer på landbruksveger er for Bk 10 angitt trelast i styrkeklasse C 30 og med dimensjonen 75 x 200 mm på høgkant og med avstand c/c 150 mm. Sliteplanken, 63 mm tykk regnes ikke som lastbærende.

Ved slitasje og elde er de enkelte elementene i brua lett å skifte ut.

Trevirke utsettes for mekanisk slitasje og råte. Ved utskifting anbefales å bruke trykkimpregnert treverk CU-impregnert klasse A, eller kreosotimpregnert klasse AB.

Stålbjelkene utsettes for rust. Reingjøring og rustbehandling vil øke levetiden. Manglende reingjøring av



Figur 18. Stålbjelkebru med tredekke.

(pgh)

lageravsatsen er en vanlig årsak til rust som reduserer bjelkens bæreevne og også bryter ned betongen i brukaret.

Ødelagte eller manglende lager bør erstattes med nytt av neoprene tilpasset anleggsflaten og belastning på lageret. Se tabell i typetegninger for bruer. Utbedring av lager gjøres ved å jekke opp bjelkene/brua.

#### 4.5 Bjelkebru med betongdekke

Bjelkebru med betongdekke har hovedbæresystem av stål- eller betongbjelker med brudekke av plasstøpt betongplate eller av prefabrikkerte betongelement.

Norsk Cementforening utformet NC-brua en bjelkebru for mindre spenn av prefabrikkerte bjelker og plateelement som sammenstøpes.

Plateelementene med utsparinger og gjennomgående armering, monteres med utsparingene over bjelkene med oppstikkende bøylearmering.

Utstøping av dekkutsparinger og tverrfuger gir med armert påstøp en monolittisk konstruksjon. Brua kan trafikkeres uten påstøp, men det anbefales å legge på et slitelag. Lastgrunnlaget er 12 t aksellast, men NC-brua er ikke prosjektert etter Vegdirektoratets Bruhåndbok.

Vi finner en del eldre elementbruer av variabel utførelse på landbruksvegene. Elementprodusentens dokumentasjon er nyttig for etterregning av bæreevnen, men vi finner sammenstøping og påstøp av dårligere kvalitet som over tid svekker brua. En del eldre produserte element har for liten overdekning inn til armeringen.



Figur19. Stålbjelkebru med tredekke. Strøveden er festet til bjelkene med treskruer. (ak)



Figur 20. Stålbjelkebru med dekke av betongelement. (tej)



Figur 21. Betongbjelkebru med dekke av betongelement.  
(tejl)



Figur 22. NC-brua (Norsk Cementforening)

Ved avskalling av betong inn til armeringen bør armeringsjernet pusses rein for rust og ny mørtling / utstøping utføres.

#### 4.6 Platebruer i betong

Platebruer i betong er som regel plasstøpt og er en vanlig konstruksjon for kortere bruer på landbruksveger. Plater av prefabrikkerte elementer forekommer. Disse bør ha et påstøp for å gi samvirke i konstruksjonen.

I bjelkeplate- og ribbeplatebruer er bjelke og dekke støpt monolittisk sammen.



Figur 23. Dårlig utstøping av betongen ved påstøp av elementene. Armeringen er sterkt angrepet av rust  
(tejl)

#### 4.7 Platebruer i tre

Trebruer med laminerte brudekker er massive plater som består av lameller av plank eller limtre. Lamellene, bjelker på høykant blir presset sammen med stålstag. Friksjonen mellom bjelkene gir samvirke i laminatet. På platen legges en fuktsperre og et slidedekke av plank.

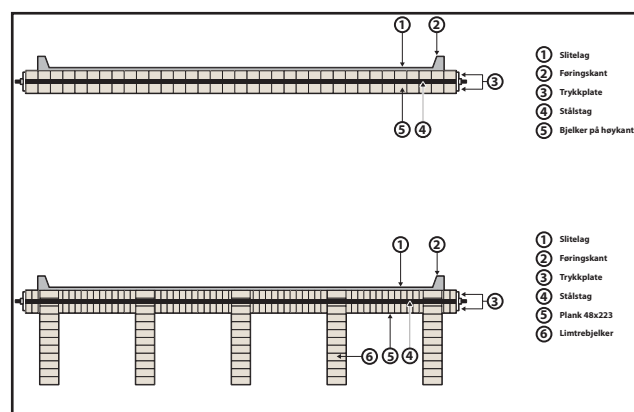


Figur 24. Bjelkeplatebru i betong.  
(tejl)

Bjolkene er trykkimpregnert i CU-impregnert klasse A, eller kreosotimpregnert klasse AB.

Bruplatene prefabrikeres og legges på plass på brukarene. De er et alternativ ved utskifting av eldre bruer.

I Støytfossen i Etna, Nordre Land er en eldre stålbelebrue med et utslitt betongelementdekke og manglende bredde, bygget i 1952 blitt skiftet ut med en ribbeforsterket tverrspent platebrue fra Moelven Limtre AS. Brua ble satt på plass i de opprinnelige brukarene uten større ombygging.



Figur 25. Snitt av tverrspent platebrue og ribbeforsterket tverrspent plate.

#### 4.8 Typetegninger for bruer på landbruksveger

Landbruks- og matdepartementet har gjennom tidene utgitt Typetegninger for kulturtekniske tiltak, som også omfatter bruer på landbruksveger. Referanse til typetegningene gir en god dokumentasjon ved vurdering av og beregning av lastkapasiteten på eldre bruer. Nye typetegninger ble utarbeidet i 2007 og 2011 utgitt av Skogbrukets Kursinstitutt ([www.skogkurs.no](http://www.skogkurs.no) Kunnskapsskogen / Typetegninger for bruer – landbruksveger)



Figur 26. Gammelbrua tv. og nybrua i Støytfossen, lysåpning 14,5 m.

(tej)



### De omfatter:

- Landbruksvegbru type 1 Stålbjelkebru med tredekke
- Landbruksvegbru type 2 Stålbjelkebru med betongdekke
- Landbruksvegbru type 3 Betongplatebru
- Landbruksvegbru type 4 Trebru - Tverrspent skurlastdekke
- Landbruksvegbru type 5 Trebru - Tverrspent limtredekke
- Landkar h = 3,0 m på god byggegrunn
- Etterregning av typetegninger for landbruksvegbruer, revidert 1987.

Tegningene kan skrives ut i A3 format og generelle data og armeringslister i A4 format.

Eldre typetegninger er utarbeidet av Landbruksteknisk Institutt, NLH (UMB) og er datert 1977 og 1987-1989 og utgitt av Landbruksdepartementet.

Typetegningene omfatter:

	Aksellast/totalvekt	Utgitt
• Br/B 2a Stålbjelkebru med tredekke.	4/12t – 10/30 t *	1977
• Br/B 2a Stålbjelkebru med tredekke	4t – 7t – 10t *	1987
• Br/B 3b Stålbjelkebru med betongdekke	13 t	1987
• Br/B 3a Betongplatebru	13 t	1987
• Br/L 3a Landkar, høyde 3 m, på god byggegrunn	13 t	1980
• (Materialliste mangler)		
• Br/L 3b Landkar, høyde 4 m, på god byggegrunn	13 t	1980/1989
• Br/L 3c Landkar, høyde 5 m, på god byggegrunn	13 t	1980/1989
• Br/L 3d Landkar, høyde 3 m, på middels god byggegrunn	13 t	1980/1989
• Br/L 3e Landkar, høyde 4 m, på middels god byggegrunn	13 t	1980/1989
• Br/L 3f Landkar, høyde 5 m, på middels god byggegrunn	13 t	1980/1989
• Br/P 3a Brupilar, 4-6-8 m, på god byggegrunn	13 t	1983/1989
• Massive landkar dimensjonering *		
• Massive vingemurer til massive landkar*		
• Vingemur av stor sprengstein/murt*		

(\* Mangler referanse til lastforskrift.)

Typetegningene er vist i Vedlegg 3.

## 5. Tilstandsregistrering

*Gjennomføringen av en tilstandsregistrering krever kunnskap om brukonstruksjoner, byggematerialer og skademekanismer. Mye kan utføres med enkelt måleutstyr mens mer inngående registreringer og beregninger krever tilgang på en del spesialutstyr.*

*For bruer på landbruksveger stiller vi spørsmål om hva vegeier og landbruksforvaltningen i kommunen kan utføre av tilstandsregistrering og beregninger og eventuelle forarbeider for ekstern bistand med mer omfattende målinger og beregninger.*

Formålet med en tilstandsregistrering kan være:

- å gi en beskrivelse av bruas tilstand
- å finne årsaker til at påviste skader har oppstått
- å kartlegge skadeomfang
- å avdekke reparasjonsbehov
- å danne grunnlag for prosjektering av rehabiliteringsløsninger
- å danne grunnlag for vurdering av restlevetid.

Det vil som regel være fornuftig å begynne en tilstandsanalyse på lavest mulig nivå, slik at en unngår å gjøre en mengde unødvendige undersøkelser. Ved først å utføre en tilstandsanalyse på et lavere nivå vil en kunne bestemme de konstruksjonselementene der det er påkrevet med en grundigere undersøkelse.

### 5.1 Enkel inspeksjon

Hensikten med enkel inspeksjon er å kontrollere om det er oppstått alvorlige skader som på kort sikt kan påvirke bruas bæreevne, trafikksikkerhet, fremtidig drift og vedlikehold.

### 5.2 Hovedinspeksjon

Hensikten med hovedinspeksjon er å foreta en tilstandskontroll av hele brua for å kontrollere at den fyller sin funksjon. Videre skal eventuelle behov for drift- og vedlikeholdstiltak fastslås med tilhørende kostnadsoverslag.

Hovedinspeksjonen skal danne grunnlag for å supplere eller justere inspeksjonsplan og vedlikeholdsplan, eventuelt sette opp slike planer dersom disse ikke eksisterer.

### 5.3 Spesialinspeksjon

Hensikten med spesialinspeksjon er å undersøke nærmere de skader og/eller skadeårsaker som er oppdaget ved tidligere inspeksjoner eller skademeldinger. Spesialinspeksjon kan også utføres for å få grunnlag for å beskrive kostbare og/eller kompliserte tiltak.

### 5.4 Visuell kontroll

Den visuelle kontrollen utgjør en svært viktig del av en tilstandsanalyse. Ved den visuelle kontrollen skal det kontrolleres om de enkelte elementene har alvorlige skader, mangler eller feil.

En erfaren person med god kjennskap til skademekanismer, statikk, miljøpåvirkninger og byggemåter vil ofte gjennom en visuell kontroll avdekke så klare indikasjoner på skadeårsaker at videre undersøkelser kan begrenses. Det er imidlertid mye vegeier kan utføre selv av forebyggende vedlikehold bare ved å ta seg en tur under brua og iakttå tingenes tilstand.

Under den visuelle kontrollen er det en stor fordel å ha tilgang til byggetegninger. Skader som avdekkes visuelt kan ofte forklares med uheldige prosjekterte løsninger. Typiske eksempler på dette kan være armeringsføring som umuliggjør tilfredsstillende utstøping, prosjektert liten overdekning, uheldige støpeskjøter osv.



Figur 27. Tilstandsregistrering av bru, visuell kontroll og oppmåling. (tej)

## 5.5 Skadevurdering

I skadevurdering må en:

- Bestemme hvilken skadetype de enkelte skadene består av
- Vurdere hvor alvorlig skadene er for brua
- Vurdere årsaken til at skadene har oppstått

Grunnlaget for å bedømme skader er visuell kontroll, oppmåling og materialundersøkelser. I spesielle tilfeller kan det være nødvendig med statistiske beregninger og økonomiske kalkyler.

## 5.6 Skadetyper

For å ha en ensartet måte å beskrive skader, brukes fastlagte skadetyper. De vanligste skadetyper som kan oppstå på bruer blir gjengitt med en kort forklaring.

En mer utfyllende beskrivelse av skadetyperne er gitt i Statens vegvesen, håndbok 136: Inspeksjonshåndbok for bruer.

### Materialuavhengige skader:

- Setninger
  - Vertikal bevegelser i grunnen og av elementer i grunnen.
- Bevegelse
  - Rotasjon/forskyving av elementer i forhold til opprinnelige posisjon.
- Deformasjon
  - Bøying, (nedbøying, utbøying o.l.) av elementer.
- Riss/Sprekk
  - Alle typer riss og sprekker.
- Brudd
  - Gjennomgående skade eller brudd i elementer og forbindelsesmidler.
- Skade på overflatebehandling
  - Skade på overflatebehandling på stål, tre og betong.
- Lekkasje /fukt
  - Lekkasje av vann i materialer, fuger o.l. Gjentatt nedfukting kan føre til skade.
- Missfarging
  - Tilsmutning av f.eks. rustvann, graffiti og annen misfarging.

### Skade i grunnen:

- Innsnevring
  - Innsnevring av vanngjennomløp på grunn av oppsamling av løsmasser, hogstavfall o.l.
- Erosjon
  - Erosjon over og under vann, Erosjon av skrånninger og fyllinger.
  - Erosjon i bekker, elver og sund. Under graving av fundament.

### Skade på betong:

- Liten/skadet overdekning
  - Overdekning som er for liten til å gi armeringen tilstrekkelig beskyttelse mot korrosjon, dvs. er karbonatisert, infisert av klorider o. l.
- Forvitring
  - Forvitring av betong på grunn av ytre eller indre påvirkninger, som frost eller alkali-kisel reaksjoner, dvs. tilslag (sandfraksjoner) som inneholder mineraler som reagerer kjemisk med sementen og fører til oppsprekking av betongen.
- Støpesår
  - Sår i betongen som skyldes dårlig utstøping/komprimering.
- Bom
  - Heftsvikt og delaminering.
- Avskalling
  - Alle typer avskalling.
- Armeringskorrosjon
  - Korrosjon på slakkarmering og/eller spennstål.
- Utvasking
  - Utvasking av betong i vann.

### Skade på stål:

- Løse skruer/nagler
  - Løse skruer og nagler i stålkonstruksjoner, rekkverk o.l. nagler
- Korrosjon
  - Korrosjon på elementer i stål.
- Slitasje/ gnisning
  - Slitasje og/eller gnisning på kabler, hengestag o.l.

- Trådbrudd
  - Brudd på tråder i bærekabler og/eller hengestag av kabel.

#### Skade på stein:

- Utglidning
  - Utglidning av en eller flere steiner i landkar, pilarer, hvelv o.l.
- Utrasing
  - Utrasing av steinkjegler o.l.

#### Skade på tre:

- Oppflising
  - Oppflising av treverk, brekkasje.
- Råte
  - Råte på treverk.

#### Skade på slitelag/fuktisolasjon:

- Sporslitasje
  - Slitasje fra trafikk.
- Ujevnheter
  - Alle typer ujevnheter på slitelag unntatt sporslitasje.
- Krakelering
  - Krakelering/hull i slitelag av asfalt og betong.

#### Mangel:

- Reingjøring
  - manglende fjerning av sand, grus, o.l. som kan føre til at andre skadetyper utvikler seg.
- Manglende del
  - Mangel av hele eller deler av elementer.
- Opprydding/ fjerning
  - Manglende opprydding etter bygging eller manglende fjerning av forskaling, stag, vegetasjon på/ved brua, ting som er lagret under brua, osv.

### 5.7 Skadegrad – skadekonsekvens

Skadegrad benyttes for å angi hvor alvorlig en skade er og hvor raskt den må repareres.

Skadegraden angis som:

1. Liten skade/mangel, ingen tiltak nødvendig
2. Middels skade/mangel, tiltak i løpet av 4 – 10 år

3. Stor skade/mangel, tiltak i løpet av 1 – 3 år
4. Kritisk skade/ mangel, tiltak straks eller innen ½ år

Skadegraden må sees i sammenheng med en tilstand, dvs. skader, feil eller mangler på ei bru eller et bruelement som krever at det utføres tiltak. Ved inspeksjon/kontroll må det tas stilling til om tilstanden som utløser vedlikehold er nådd eller ikke.

Når skade/ mangel påvirker bæreevnen vil det være behov for statiske beregninger før skadegrad kan fastsettes.

Skadekonsekvens benyttes for å angi hvilken konsekvens en skade har for brua eller omgivelsene.

Skadekonsekvens benyttes for bruas funksjoner:

- B. - Skade/mangel som truer bæreevnen
- T. - Skade/mangel som truer trafiksikkerheten
- V. - Skade/mangel som kan øke vedlikeholdskostnadene
- M. - Skade mangler som kan påvirke miljø/estetikk..

Skadegraden og skadekonsekvensen skal benyttes sammen. Skaden kan være sammensatt og det kan bli gitt forskjellige verdier for de enkelte konsekvensfunksjoner.

Eksempel: Stålbjelkebru med tredekke.

Brua har begynnende korrosjon på bærebjelkene av stål. Målinger viser at bjelkene fortsatt har prosjektert bæreevne. Treslitelaget er sterkt flisete og rekkverket har store skader.

#### Brua bedømmes til:

1. 2B - Bjelkene bør rustbehandles 4 – 10 år
2. 3T - Slitelagsplanken bør skiftes raskt, 1- 3 år.
3. 4T - Rekkverket skal repareres straks.
4. 3V - Ødelagt slitelag og fuktsperre vil gi fuktskader på strøveden og korrosjonen vil på sikt redusere bæreevnen på bjelkene. Vedlikehold og utskifting av element vil forlenge bruas levetid vesentlig.



5. 3M - Rekkverket som har store skader gir et dårlig inntrykk av bruas tilstand.



Figur 28. Stålbjelker med begynnelsen av korrosjon og fuktskade ved lager. Manglende reingjøring og drenering av lager og lageravsats øker risikoen for korrosjon. (tej)

### 5.8 Primærskader og følgeskader

I mange tilfeller kan en skadetype, primærskade føre til at andre skadetyper får utvikle seg og gir følgeskader. Typiske eksempler er:

- Setninger av landkar og pilerer vil føre til deformasjon av overbygning for kontinuerlige bruer.



Figur 29. Avskalling av betong og sprekker under bruplaten som følgeskade pga. primærskaden, setninger som skyldes, utvasking av betong og erosjon under fundamentet til pilaren. (aw)

- Riss og sprekker i betong kan føre til lekkasje og fuktbelastning
- Liten og skadet overdekning vil føre til armeringskorrosjon og avskalling.



Figur 30. Følgeskaden her er armeringskorrosjon pga. manglende overdekning. Primærskaden skyldes mangler under montering, dårlig utstøping av betongen som ikke ble oppdaget fordi forskalingen ikke ble fjernet. (tej)



Figur 31. Brua i figur 30, manglende fjerning av forskaling. Dette burde være påpekt under ferdigbefaring og manglende overdekning er da en reklamasjons sak. (aw)

Det er viktig å være klar over sammenhengen mellom primærskader og følgeskader både ved bedømmelse av skader og ved bestemmelse av reparasjonsmetoder. I de fleste tilfeller må primærskaden avdekkes for at det skal være mulig å utarbeide en egnet reparasjonsbeskrivelse. Reparasjoner bare rettet mot følgeskader blir sjelden vellykket.

## 5.9 Skadeutvikling

Alvorlige skader som har redusert bæreevnen eller trafikksikkerheten er enkle å ta stilling til. Tiltak må iverksettes raskt eller brua stenges.

Skader som utvikler seg over tid er det vanskeligere å ta stilling til. En kartlegging vil kunne gi svar på:

- Hvor lang tid har det tatt for å utvikle den observerte skaden?
- Hvor raskt er det sannsynlig at den vil utvikle seg i tiden framover?

Dokumentasjoner fra tidligere inspeksjoner vil være verdifulle i å vurdere skadens utvikling.

Oppmåling og nivellement er aktuelt for å kartlegge forskyvninger og setninger. Mangler tegninger må hele brua måles opp for å kunne utføre kontrollregning av brua.

Materialundersøkelser utføres for å måle karboniseringsdybde og klorinnhold som grunnlag for å bedømme faren for framtidig armeringskorrosjon i betongkonstruksjoner. Korrosjon i stålbjelker reduserer tverrsnittet og dermed bæreevnen i stålkonstruksjoner.

## 5.10 Skadeårsaker

Årsaken til skaden kan være enkelthendelser, påkjørsel, flom o.l. eller mer sammensatt som primær- og følgeskader. Skadeforløpet er av betydning for utførelse av reparasjonen.

Årsaken til skader kan skyldes:

- Prosjekteringsfeil - avvik fra standarder, feil i beregninger, materialvalg og utforminger.
- Materialfeil - feil i betongkvalitet, materialfeil i fasthet, laminering og oppsprekking.
- Utførelsesfeil - feilplassert armering, feil i utstøpning, manglende bearbeiding og herding av betong, og monteringsfeil.
- Manglende drift og vedlikehold
- Miljøangrep - frostsprengning, kloridangrep og prosesser i betong, sopp og pelemark i tre, og kjemiske angrep.
- Belastning - trafikklast (overlast), jordtrykk, islast, strømlast.
- Ulykkeslast - påkjørsel, flom, jord og

snøskred.

- Bruksskade - normal slitasje med følgeskader, brøyteskader og hærverk.

Skadeårsaken på brua i figurene 30 og 31 er primært en utførelsesfeil, feil (dårlig) utstøpning og monteringsfeil (ikke fjernet forskaling). Følgeskaden er korrosjon på armeringen.

## 5.11 Inspeksjon

Til inspeksjoner er det behov for en del utstyr og arbeidet må utføres på en sikker måte både for den som utfører inspeksjonen og trafikken på brua.

For arbeid langs offentlige veger er det utarbeidet prosedyrer for arbeidsvarsling, Statens vegvesen, håndbok 051: Arbeid på og ved veg. På landbruksveger bør graden av varsling tilpasses trafikken, men også her er det et aktsomhetskrav.

Tilkomstutstyr: Stiger, klatreutstyr og lifter må være utstyrt med fallsikring. Ved større høyder og stor vannføring bør inspektøren ikke arbeide alene.

Personlig verneutstyr tilpasses arbeidets art. Ved arbeid over vann bør redningsvest brukes.

Hjelpemidler og utstyr som kan være nødvendige under visuell kontroll og enkel inspeksjon er:

- Hjelpemidler - Brutegninger, kart, inspeksjonsskjema, skrivesaker og skriveunderlag og mobiltelefon.
- Utstyr - Lommelykt, fotoapparat for dokumentasjon av skader, kikkert, kompass, tommestokk, måleband, skyvelær, kniv, tung hammer, meisel, kritt/merkespray og sprekk luppe for måling av rissvidder.

Spesialutstyr for materialundersøkelser blir omtalt under de enkelte moment.

## 6. Betong

*Kunnskap om betong som byggemateriale og prosessene som foregår i betongen over tid er nødvendig for å kunne vurdere bruelements tilstand og vedlikeholdstiltak.*

Betong er et byggemateriale fremstilt av sement, vann og tilslag (sand og stein). Sement er et bindemiddel som blir fremstilt ved brenning av en blanding av kalkstein og kvartsholdige materialer. Sementen blir etter brenning knust til et meget fint pulver

Sement blir omdannet til lim når vi tilsetter vann. Styrken på sementlimet avhenger av forholdet mellom vann og sement og kalles v/c-forholdet (liter vann/kilo sement).

Når sement reagerer med vann og blir hard, herder betongen. Reaksjonen er en hydratisering hvor det dannes kalsiumhydroksyd  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Hydratiseringen skjer raskt de første timene og avtar deretter i styrke og vil kunne fortsette langsomt i lang tid.

Sementlimet avgjør hvor sterk betongen blir. Betong blir sterkest når vi ikke tilsetter mer vann enn at all sementen reagerer med vannet og blir omdannet til lim. Dette oppnås med en vannmengde på ca 40% av sementvekten som gir et v/c-forhold på 0,4. Tilsetter vi mer vann enn dette, blir betongen porøs og dårligere.

Betongens porøsitet sier noe om innholdet av luft i betongen. Luft reduserer fastheten.

Luftporer påvirker flere egenskaper hos betong. Ikke bare mengden av luftporer er avgjørende, men også størrelsen og formen.

Betong tåler trykk-krefter, men er svak for strekk-krefter. Armeringsjern legges inn for å ta opp strekk-kreftene.

Tilsetningsstoffer brukes for å oppnå betong med spesielle egenskaper:

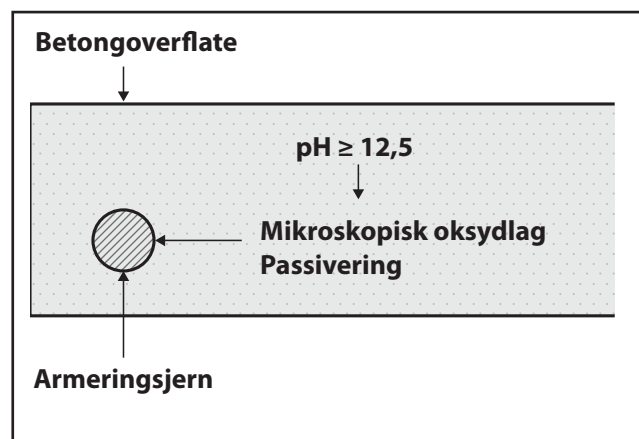
- L - stoff for å få en frostbestandig betong.
- P - stoff for å få en smidig betong.
- Akselererende og retarderende stoffer for å få en raskere eller saktere herdefase.
- Selvkompakterende betong (SKB) som ikke trenger å vibreres og kan brukes til å støpe ut vanskelig tilgjengelig områder i konstruksjonen.

- UV – stoff som gjør den ferske betongen spesielt seig, og som kan brukes til støping direkte i eller under vann.

### 6.1 Beskyttelse av armering

Betong er sterkt alkalisk med en pH-verdi av porevannet større enn pH 12,5. Når pH-verdien er så høy dannes et mikroskopisk oksydlag på armeringens overflate, passivering.

Passiveringen hindrer oppløsning av jern. Dette hindrer korrosjon på armeringen, selv om alle andre forutsetninger for korrosjon er til stede (hovedsakelig fuktighet og oksygen).

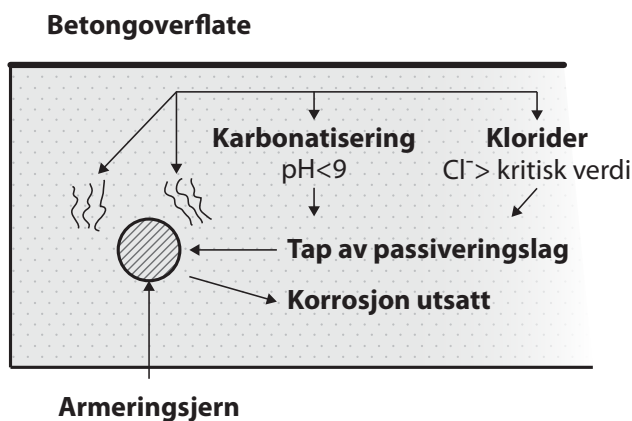


Figur 32. Beskyttelse av armering ved betongens alkalitet.

### 6.2 Korrosjon på armering

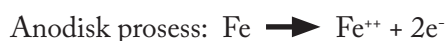
På grunn av prosesser i betongen kan pH-verdien reduseres lokalt eller over store områder.

Hvis pH-verdien i betong faller til mindre enn pH 9 ved armeringen, eller hvis kloridione-konsentrasjonen overstiger en kritisk verdi, vil passiveringslaget oppløses og tap av korrosjonsbeskyttelse finne sted. Muligheten for korrosjon er til stede når tilstrekkelig fuktighet og oksygen er tilgjengelig. Dette antas å være oppfylt for konstruksjoner under «åpen himmel.» Korrosjonsprosessen kan deles i to adskilte prosesser, katodisk prosess og anodisk prosess.



Figur 33 Armeringskorrosjon etter tap av passiveringslag.

Anodeprosessen er oppløsning av jern.



Ved katoden vil overskytende elektroner i stålet forbinde seg med vann og oksygen og danne hydroksylioner.

Katodisk prosess:



Etter noen «mellomstadier» vil jern og hydroksylioner reagere og danne rust.

Forenklet reaksjon:



Dette betyr at bare oksygen blir brukt til å danne korrosjonsprodukter. Oksygen må diffundere gjennom betongoverdekningen inn til armeringen dersom korrosjon skal finne sted.

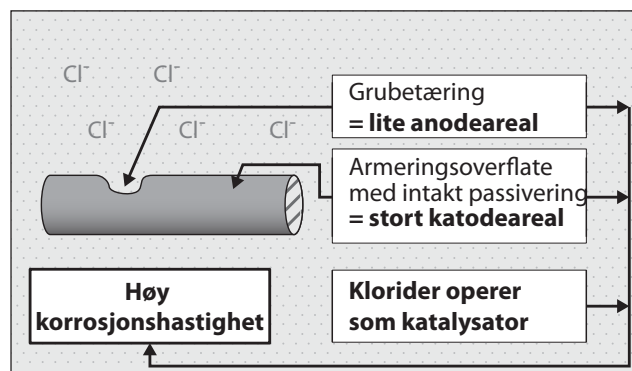
Vann (porevann med salter) er bare nødvendig for at den elektrolytiske prosessen skal finne sted.

Som en følge av dette vil korrosjon ikke skje i tørr betong (elektrolytisk prosess stopper) eller i neddykket betong (oksygenmangel), selv om passiveringslaget på armeringen er ødelagt.

Innenfor anodisk aktivt område vil passiveringslaget nedbrytes, mens katodisk prosess kan skje selv om passiveringslaget er intakt.

Ved kloridkorrosjon vil denne effekten forårsake såkalt grubekorrosjon (pittings), fordi passiveringslaget blir oppløst over et lite område på armeringen. Vi får dermed et lite anodisk område og et stort katodisk område. Denne effekten skaper stor nedbryting innenfor et meget lokalt område. I tillegg

vil kloridionene virke som katalysator i gruben på armeringen og aksellere oppløsningen av jernet.



Figur 34. Pittings, grubekorrosjon forårsaket av klorider.

### 6.3 Overdekning

Mange av skadene som avdekkes på betongkonstruksjoner kan tilskrives manglende betongoverdekning på armering.

*Overdekning er avstanden fra betongoverflaten og inn til armeringen.*

Målingene gjennomføres ved bruk av en overdekningsmåler, covermeter. Målingene utføres ved at en sonde føres over betongoverflaten, og når denne passerer armeringsjern kan overdekningen leses av på et display i mm.

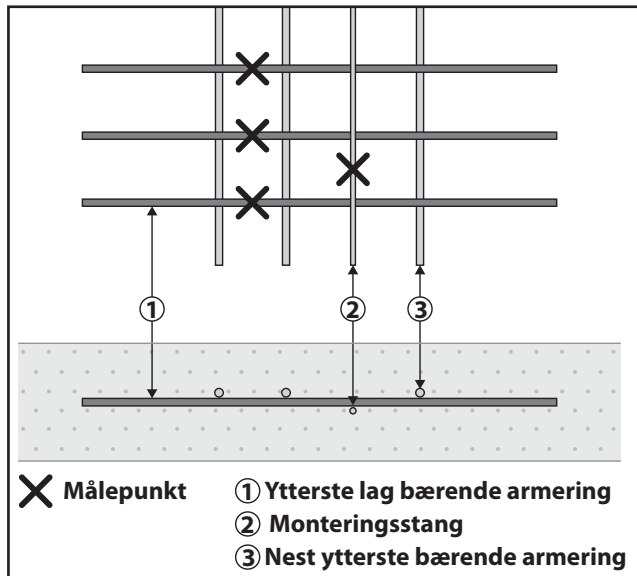
De fleste overdekningsmålere registrerer endringer i magnetfeltet rundt magnetisk metall. Endringene er en funksjon av mengden metall og avstanden inn til det. Det finnes flere typer elektromagnetiske målere på markedet, med ulik grad av nøyaktighet og diverse tilleggfunksjoner som minnefunksjon, hurtigscanning, diametersonder, dybdesonder osv.

Overdekningsmålere blir påvirket av temperatursvingninger, fuktighet i sondene, elektromagnetiske spenningsfelt og tett armering. Målerne bør kalibreres jevnlig og ved bruk i felt bør en med visse mellomrom bore seg inn til armeringsjern for å verifisere om målingene er riktige. Hullene fylles med polyuretan fugemasse eller egnet sementmørtel.

Ved nøyaktige målinger henviser vi til beskrivelsen i *Statens vegvesen håndbok 015: Feltundersøkelser, metode 15.542. Armeringslokalisering og –overdekning.*

Ved stikkprøvekontroll utføres målingene som følger:

I områder hvor overdekningen skal måles, lokaliseres retning og beliggenhet av bærende armering og eventuelt nærmeste monteringsstang. Overdekningen måles på minimum 3 stenger i det ytterste laget av bærende armering. Målingene utføres midt mellom kryssende stenger. Overdekning for monteringsstenger måles i minimum et punkt.



Figur 35. Overdekningsmåling ved stikkprøvekontroll. (Statens vegvesen håndbok 136. Figur 7.3-1.)

Krav til overdekning:

Krav til overdekning gjelder fra betongflaten og til nærmeste armeringsstang, inkl. bøyer i den ferdige konstruksjonen. Tykkelsen av eventuelt slitelag i

Måling av overdekning kan være aktuelt ved:

- Elementer hvor det er sannsynlig at overdekningen er mindre enn beskrevet, f.eks. undersiden av brudekker, områder med tett armeringsføring
- Elementer hvor det ikke er brukt armeringsstoler eller monteringsstenger
- Elementer hvor det er synlig korroderende armering med liten overdekning
- Elementer hvor det er stor kloridbelastning
- I punkter hvor det utføres andre materialundersøkelser

Utstyr for måling av overdekning:

- Overdekningsmåler, covermeter
- Armeringstegninger
- Tommestokk
- Skyvelære
- Kritt til opptegning/merking
- Slagborremaskin for kontrollmåling
- Materialer og utstyr for igjenstøping av hull

betong regnes ikke som overdekning. Overdekningen varierer med konstruksjonens funksjon og de ytre påvirkninger.

**Tabell 1.** Krav til overdekning

	Overkonstruksjon OK	Underkonstruksjon OK
Typetegninger for bruer på landbruksveger, utg. 2007	85 mm ± 15 mm	55 mm ± 15 mm
Typetegning Br/B3a betongplatebru, LD 1987	55 mm	30 mm
Statens vegvesen, håndbok 185: Bruprosjektering	Min 60 mm	Min 40 mm
Prefabrikerte element	Spesifiserte krav	Spesifiserte krav

## 6.4 Karbonatisering

Karbonatisering av betong er en skademekanisme som må ta ansvaret for en stor andel av rehabiliteringsbehovet som oppstår på betongkonstruksjoner.

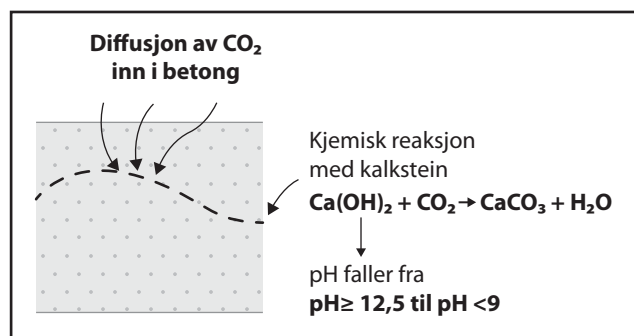
Betong er i utgangspunktet sterkt basisk, med en pH på rundt 12 – 13. Karbonatisering er en ”nøytralisering” av betong som skyldes reaksjoner mellom karbondioksid i luften og kalsiumhydroksid i betong, med den følge at pH-verdi i betong reduseres. Prosessen går fra betongoverflaten og innover i betongen. Når nøytraliseringen når armeringsjernet, vil den passiverende oksydfilmen som beskytter mot korrosjonsangrep brytes ned. Betong er et porøst materiale og CO<sub>2</sub> i luft trenger inn i betongen via porene ved diffusjon. Der foregår en kjemisk reaksjonen mellom karbondioksid i luft og kalsiumhydroksid i betong.



Da det i hovedsak er Ca(OH)<sub>2</sub> som utvikler den høye pH-verdien i betong, vil pH-verdien falle til 7 - 8 når betong blir karbonatisert.

Hastigheten for diffusjon av CO<sub>2</sub> er avhengig av porøsiteten i betongen.

Karbonatiseringen går raskere i tørt klima (innlandstrøk) og områder med forurensning fra trafikk og industri. Diffusjon av CO<sub>2</sub> er bare mulig i luftfylte porer. Neddykket i vann vil betongen ikke kunne karbonatisere.



Figur 36. Karbonatisering av betong.

### Måling av karbonatiseringsdybden

Måling av karbonatiseringsdybder utføres i henhold til spesiell beskrivelse. Vi henviser til Statens vegvesen håndbok 015: Feltundersøkelser, metode 15.554 Karbonatiseringsdybder i betong.

Den mest benyttede metoden for måling av karbonatiseringsdybder i betong er bruk av fenolftaleinopløsning. Dette er en pH-indikator som gir fargeomslag til rødt/lilla når pH-verdien i porevannet overstiger ca 9, mens «sur» betong ikke vil få fargeomslag.

Målingene utføres ved at det bores eller meisles hull i betongen, som deretter reingjøres grundig. Hullet blåses rein for støv med trykkluft, alternativt kan en sykkelpumpe brukes.

Etter reingjøring dusjes betongen lett med fenolftaleinopløsningen fra en sprayflaske, og avstanden inn til karbonatiseringsfronten måles.

Karbonatiseringsdybden kan variere mye på en og samme konstruksjon, avhengig av betongkvalitet, miljø, overflatebehandling og ikke minst fuktighet. Generelt gjelder at karbonatiseringsdybden vil være størst der betongen er tørrest.



Figur 37. Avmeislet betong etter gammel kjøreskade. Omkretsen av den rødlilla fargen, viser karbonatiseringsfronten. (tej)

### Karbonatiseringsfronten:

Grensen mellom karbonatisert og ukarbonatisert betong. Viser som grenselinjen mellom rødlilla farge og opprinnelig farge på betong etter påsprøyting av indikatorvæsken (fenolftaleinopløsning).

### Karbonatiseringsdybden:

Avstanden fra betongoverflaten til karboniseringsfronten. Måles i mm.

Metoden er enkel å utføre, men krever hugging eller boring i konstruksjonen. Aktuelt utstyr er:

- 1% fenolftalein oppløsning ( 1g fenolftalein oppløst i 1 liter 50/50 etanol/vann.)
- Sprayflaske
- Utstyr for reingjøring av prøveflate, trykkluft, alt. sykkelpumpe og børste.
- Meterstokk
- Skyvelære
- Kjerneborutstyr/slagdrill, verktøy til å etablere bruddflate.
- Meisel
- Hammer
- Materialer og utstyr for igjenstøping av hul

## 6.5 Klorider i betong

En annen skademekanisme som må ta ansvaret for en stor del av de betongskadene vi må hanske med i dag, er klorider i betong. Kloridene kan være tilført betongen i fersk tilstand, innstøpt ved bruk av klorholdig akselerator. Saltholdige akseleratorer ved vinterstøping og bruk av sjøvann og sjøgrabbet tilslag var tidligere tillatt, men ble forbudt i NS 3474 som kom tidlig på 1970 tallet. Klor kan også trenge inn i betongen etter utstøping, f.eks. fra sjøvann eller tinesalter.

### Diffusjon av klorid inn i betong

Ved siden av  $\text{CO}_2$  kan kloridioner trenge inn i betongen via poresystemet. Klordiffusjon finner sted i totalt eller delvis vannfylte porer.

Sement har en viss kjemisk og fysisk kapasitet til å binde kloridioner. Dette er avhengig av kloridkonsentrasjonen i porevannet. All klorid kan ikke bindes og det vil oppstå en likevekt mellom bundet klorid og frie kloridioner i porevannet.

Med hensyn til korrosjon av armering er det bare frie kloridioner i porevannet som har betydning. Det er derfor viktig å ta med at etter en karbonatisering, vil bundet klorid bli frigjort, slik at korrosjonsrisikoen forårsaket av kloridioner vil øke betraktelig.

Som et resultat av diffusjonsprosessen, vil kloridionekonsentrasjonen avta fra betongens overflate og innover i betongen.

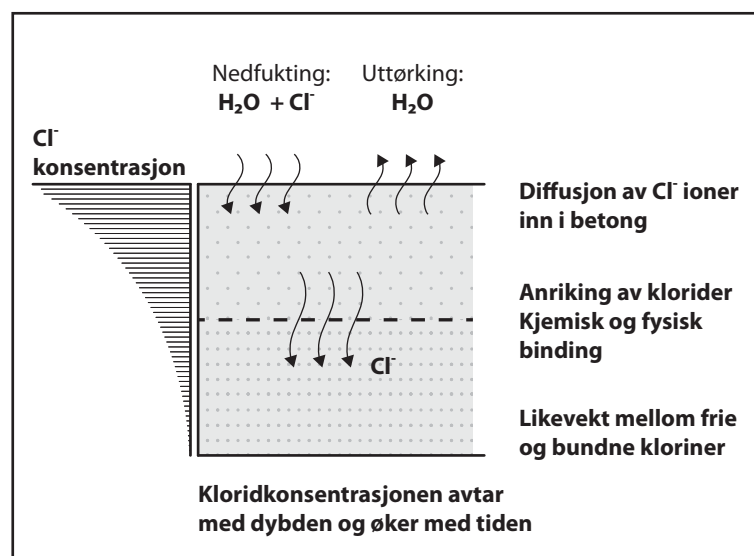
Innstøpt klorid (akselerator,  $\text{CaCl}$ ) vil forårsake en jevn fordeling av klorider i betongen.

Ved nedfukting og uttørring av betongens overflate med kloridholdig vann blir klorider anriket nær betongens overflate.

I begynnelsen av nedfuktingen vil en relativt stor mengde kloridholdig vann trenge inn i porene i betongen ved kapillært sug. I tørkeperioder fordamper vannet og kloridene blir værende i betongen. Denne prosessen kan forårsake en økt kloridionekonsentrasjon i den sonen av betongen som er utsatt for nedfukting/uttørring.

Forhold som er av betydning for korrosjonshastigheten og må sees i sammenheng med registrert kloridinnhold, er:

- Betongens tetthet mot oksygentransport (betongkvalitet, porøsitet og overdekningens tykkelse)
- Betongens elektrokjemiske egenskaper (variasjon i betongkvalitet, høyt fuktinnhold og variasjon i fuktinnhold)



Figur 38. Klorinntrenging i betong ved diffusjon og ved nedfukting og uttørring av betongoverflaten.

## 6.6 Kloridanalyse

Det er i prinsippet 3 ulike metoder for å ta ut kloridanalyser av en betongkonstruksjon:

- Uttak av støvprøver ved bruk av slagdrill
- Uttak av borkjerner som seinere sages/freses til skiver og ned knuses til støv.
- Utmeisling av betongbiter for nedknusing til støv.

### Uttak av støvprøver ved bruk av slagdrill

Denne metoden er den som benyttes mest, da den er enklest og dermed rimeligst å utføre.

Støvprøvene bores ut med slagdrill med dybdeanviser. Støvprøven samles opp gjennom en slangestuss som monteres rundt boret.

For framstilling av profiler, dvs. en analyse av ulike nivåer (dybdeintervall) fra betongoverflaten velger man bordybde for hvert enkelt dybdeintervall. Dybdeintervall og antall intervaller i et profil må vurderes med bakgrunn i armeringens plassering og formålet med undersøkelsen. Alternative dybdeintervall for prosjektert overdekning kan være som vist i tabell 2.

Første prøve starter på 2 mm, ikke på 0. Dette for å unngå overflatekontaminerte klorider på betongflaten. Dersom betongen er karbonatisert, må en ta hensyn til karbonatiseringsdybden ved valg av profil. Kloridionekonsentrasjonen vil normalt være stor like innenfor karbonatiseringsfronten.

Ved uttak av støvprøver bør hver prøve inneholde minst 20 g støv for å få en representativ prøve. Støv bores ut med et 18 mm bor og uttak fra 4 hull pr. prøve. Hullene plasseres som hjørnene i et kvadrat på 5 x 5 cm. Bores bare få hull, kan man risikere at enkelte prøver inneholder utelukkende nedknust singel/pukk, mens kloridene ligger i mørtelen.

Ved uttak av borstøv for framstilling av profiler er det meget viktig at man rengjør hullene nøye mellom hvert prøveuttak, slik at man unngår forurensning av de neste prøvene. Rengjøring utføres med trykkluft, alternativt en sykkelpumpe.

### Uttak av borkjerner

Dette er en metode som normalt gir sikrere resultater enn støvprøver pga:

- Ingen forurensning fra naboprøver, prøven sages i skiver før nedknusing
- Større mengde betong som nedknuses, og dermed en mer representativ prøve

Metoden åpner for framstilling av svært detaljerte profiler, da man ved bruk av freseteknikk kan framstille prøver i sjikt ned til 1 - 2 mm. Dette har en imidlertid sjelden behov for ved praktiske tilstandsanalyser.

### Utmeisling av betongbiter for nedknusing til støv

Metoden er egnet dersom man er ute etter å påvise om betongen inneholder klorid eller ikke og vil være dekkende på konstruksjoner der man f.eks. skal påvise innstøpte klorider. Normalt vil det være interessant å se på fordelingen av klorider fra betongoverflaten og innover i konstruksjonen. Da er metoden uegnet.

### Analysemetoder

Det anvendes flere metoder for å analysere kloridinnholdet i betong, med tilhørende variasjon i nøyaktighet og pris. Generelt kan en skille mellom felt- og laboratoriemetoder, selv om feltmetodene også benyttes i laboratorier.

De vanligste feltmetodene er RCT og Quantab. Disse metodene er mindre nøyaktige enn laboratoriemetodene, men vil i de fleste tilfellene ha tilstrekkelig nøyaktighet dersom de kontrolleres mot referansestøv eller laboratoriemetoder.

**Tabell 2.** Alternative dybdeintervall ved borprøver

Overdekning	Dybdeintervall
25 mm	2 - 10 mm, 10 - 20 mm, 20 - 30 mm, 30 - 40 mm
30 mm	2 - 10 mm, 10 - 20 mm, 20 - 30 mm, 30 - 45 mm, 45 - 70 mm
50 mm	2 - 15 mm, 15 - 30 mm, 30 - 50 mm, 50 - 75 mm, 75 - 100 mm



## RCT (Rapid Chlorid Test)

RCT-analysen går ut på å løse en gitt mengde betongstøv opp i eddiksyre, og deretter måle ionekonsentrasjonen i løsningen ved bruk av en klorselektiv elektrode og et millivoltmeter. Man måler spenningen på voltmeteret og omgjør den til kloridinnhold ( $\text{Cl}^-$  i % av betongvekt) ved å gå inn på en standard kalibreringskurve

Beskrivelse og prosedyre: *Statens vegvesen håndbok 015: Feltundersøkelser, metode 15.553. Kloridinnhold i betong ved RCT-test.*

## Quantab

Quantabanalysen er basert på at en gitt mengde betongstøv løses opp i 10 % saltpetersyre og deretter nøytraliseres med vannfritt natriumkarbonat til en ekstrakt som filtreres. En Quantab-strimmel settes i filtratet. Quantab-strimmelen har en stripe sølvdikromat innlagt. Når plaststrimmelen settes ned i oppløsningen suges væsken kapillært opp i stripen. Reaksjonen mellom sølvdikromat og kloridioner danner sølvklorid som framstår som en hvit søyle oppover plaststrimmelen. Høyden på den hvite søylen leses av når en indikator viser at stripen er mettet med væske og kloridinnholdet finnes ved å gå inn i en omregningstabell som følger boksen med Quantab-strimmeler.

Beskrivelse og prosedyre: *Statens vegvesen håndbok 015: Feltundersøkelser, metode 15.552. Kloridinnhold i betong ved Quantab-test.*

## Laboratoriemetoder

Ved behov for stor nøyaktighet på analyseresultatene må det benyttes laboratoriemetoder. De vanligste metodene er potensiometrisk titrering og Volhardts metode. Analysemetodene er beskrevet i *Statens vegvesen håndbok 014: Laboratorieundersøkelser.*

## 6.7 Korrosjonsundersøkelse, EKP-målinger

EKP – målinger utføres dersom det er mistanke om skult armeringskorrosjon.

Det oppstår elektriske felter rundt armeringsstål som rustar. Dette som følge av at anode og katode fungerer som et galvanisk element som genererer et elektrisk felt. Betongens porevann fungerer som den ene strømleneren, en elektrolytt, mens armeringen

utgjør den andre. Som følge av betongen/porevannets ohmske motstand oppstår spenningsgradienter, og det er disse spenningsgradientene som måles med Elektro Kjemisk Potensialmålinger, EKP.

Målingene utføres ved å koble en ledning til armeringen. Denne går via et voltmeter til en referanseelektrode med kjent potensiale. Ved å flytte referanseelektroden på betongoverflaten, kan en måle spenningsgradienten ulike steder på armeringen og derved få et bilde av armeringens korrosjonstilstand.

Metoden er enkel, ikke-destruktiv og gir, forutsatt riktig utførelse et godt bilde av armeringens korrosjonstilstand. I tillegg til målingene bør det foretas opphugninger for blottlegging av armeringsjern for å kunne visuelt bedømme armeringens korrosjonstilstand.

EKP – målinger må alltid ses i sammenheng med andre analyser som karbonatiseringsdybde og kloridinnhold.

Beskrivelse og prosedyre: *Statens vegvesen håndbok 015: Feltundersøkelser, metode 15.551 Armeringens elektrokjemiske potensial (EKP).*

## 6.8 Betongens trykkfasthet

Fasthetsbestemmelse kan være aktuelt dersom bæreevnen i konstruksjonen er for lav og hvor virkelig fasthet kan være av betydning for styrkeberegningen. Målinger kan avdekke områder med dårlig utstøpt betong som ikke kan klassifiseres visuelt.

Målingene utføres med slaghammer, Schmidthammer eller pendelhammer som en ikke-destruktiv metode, eller ved utboring av betongkjerner som trykkprøves.

Beskrivelse og prosedyre: *Statens vegvesen håndbok 015: Feltundersøkelser, metode 15.544 Trykkfasthet betong, slaghammer metode 15.516 Utboring av betongkjerner*

## 6.9 Riss og sprekker

Betong har lav strekkfasthet. Riss i betong som er påvirket av bøy- eller strekkkrefter er derfor normalt, men rissene skal være innenfor visse grenser.

I områder med riss vil karbonatisering og klorider trenge raskere inn til armeringen. Korrosjonsprosessen påvirkes relativt lite av riss med rissvidde

innenfor (0,15 – 0,35mm). Av vesentlig større betydning er tykkelsen på betongoverdekningen.

Ved «normale» rissvidder (0,15 – 0,35mm) har rissene ofte en selvreparerende evne. Snuss og rust avsettes i risset og etter hvert lukker det. I slike tilfeller vil en påbegynt korrosjonsprosess kunne stoppe opp.

Grove riss og sprekker kan være et tegn på at bæreevnen er for lav. Det er for lite armering som gir høye spenninger i armeringen nær bruddgrensetilstanden for stålet.

Feil sammensetning av betongen og dårlig utført støpearbeid kan føre til svinnsprekker, setningsriss, uttørkningsvinn og riss pga. herdevarme/temperaturgradienter.

Rustdannelse ved armeringskorrosjon gir spenninger i betongen med dannelse av riss, sprekker og til slutt avskalling.

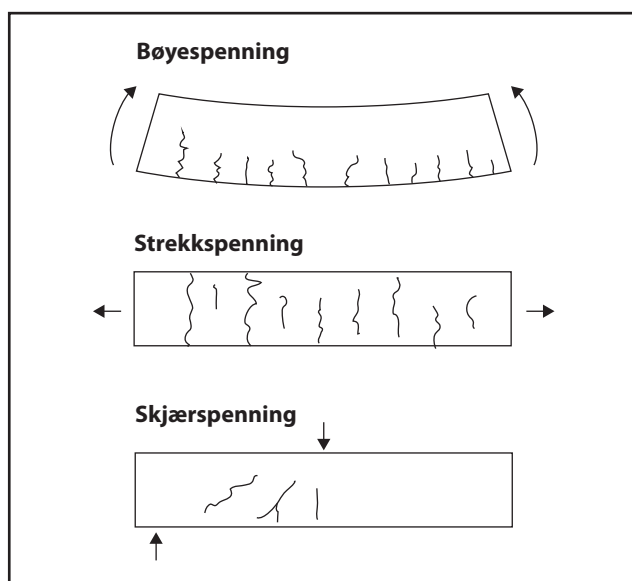
Vurdering av skadegrad for riss og sprekker som kan påvirke fremtidige vedlikeholdskostnader kan settes til:

• Riss/sprekk	< 0,5 mm	1V
• Riss/sprekk	0,5 – 1,0 mm	2V
• Riss/sprekk	> 1,0 mm	3V

Riss og spreker i aggressivt miljø og med fuktgjennomgang er mer utsatt enn tørre riss og sprekker. Skadegraden ved riss/sprek-vidden settes da til det halve av verdiene over.

#### Tiltak

- Overflatebehandling
- Forsegling av riss og sprekker
- Injisering av riss og sprekker
- Forsterkning



Figur 39. Riss- og sprekkemønster karakteristisk for typer av ytre belastninger.

Skadegraden må settes ut fra sprekkenes beliggenhet, størrelse, antall, skadeårsak og sannsynlige utvikling.

Riss og sprekker er ofte forårsaket av andre skader som deformasjoner, bevegelser, overbelastning, manglende reingjøring osv. Disse primærskadene må utbedres før det utføres tiltak for riss og sprekker.

## 7. Stål

*I bruer på landbruksveger og utmarksbruer finner vi elementer av stål i hovedbæresystemet, bjelker og hengestag og i elementet utstyr, rekkverk, lager, bolter og stag.*

*Dårlig vedlikehold er hovedårsaken til skader på bruene ved siden av svakheter i konstruksjonen ved prosjektering.*

Manglende rengjøring av bruelement, særlig bjelker og lager. Sand og skitt blir liggende på lagerfundament og rundt lagrene. Dette hindrer drenering av vann og uttørring. Fuktigheten fører til rustdannelse på stålet og nedbryting av betongen.

Konstruksjonsdetaljer som rekkverkstolper støpt ned i betong vil med tiden få rustdannelse i overgangen til betongen.



Figur 40. Typisk bruskade. Manglende rengjøring med fuktskade fører til rustdannelse på bjelkene og nedbryting av betongen. (tej)

### 7.1 Stålkvaliteter

Varmvalset konstruksjonsstål til bruas hovedbæresystem, skal være i stålkvalitet S 355, med gammel betegnelse St. 52. Stolper til rekkverk foreskrives i kvaliteten S 235.

De eldre typetegningene for bruer, revidert i 1987 foreskriver stålkvaliteten St. 37 nå betegnet S 235 som da var vanlig handelsstål ved siden av St. 52.

Ved etterregning av bæreevnen på eldre bruer hvor stålkvaliteten ikke er kjent går vi ut i fra St. 37.

### 7.2 Korrosjonsbehandling

Det foreligger flere muligheter for rustbeskyttelse av stålkonstruksjoner, særlig dersom dette blir gjort før monteringsfasen. Alle deler av konstruksjonen kan da gis en komplett overflatebehandling. Mulighetene er mer begrenset dersom overflatebehandlingen gjøres når konstruksjonen er på plass. Overflatebehandling vil vanligvis også være mindre effektiv hvis behandlingen gjøres etter byggingen/monteringen.

#### Varmforsinking

Stålet blir rengjort og senket ned i et bad med smeltet sink (herav navnet varmforsinking). Dette gir et sjikt av tykkelse ca. 80-120 my, og har en meget god korrosjonshindrende effekt. Det er viktig at det ikke senere bores nye hull eller sveises i konstruksjonen, da dette vil svekke rustbeskyttelsen på disse stedene.

Metoden kan bare brukes før monteringsfasen, og konstruksjonen må ha en viss oppdeling, da sinkkarene har begrenset størrelse.

#### Spøyteforsinking

Stålet rengjøres og blir påsprøytet ett eller flere lag med smeltet/forstøvet sink.

Denne metoden kan benyttes på konstruksjoner av «ubegrenset» størrelse, da det fins både stasjonære og transportable anlegg. Metoden har best effekt dersom den benyttes før konstruksjonen monteres, da alle flater kan få behandling. En eksisterende konstruksjon kan bare beskyttes på flater som er eksponert.

#### Malingsbehandling

Det finnes mange typer malinger som blir benyttet til overflatebehandling av stål. Felles for alle er at best effekt oppnås ved en grundig rengjøring

før overflatebehandlingen, og at denne gjøres før monteringen. I tillegg blir det gjerne påført maling også etter monteringen.

Hensyn til helse og miljø har utelukket noen tidligere typer maling, for eksempel blymønje.

I stedet er det kommet en rekke nye «miljøvennlige» malinger, bl.a. epoxy-baserte.

I typetegningene for bruer – landbruksveger, beskrives overflatebehandling:

- Stålbjelkene varmforsinkes etter bearbeiding, alternativt males med 1 strøk Zinga sinkmaling.
- Rekkverkstolper skal varmforsinkes.
- Innstøpte boltegrupper skal være i syrefast stål.

### 7.3 Skader på elementer av stål

#### Setninger og bevegelser

Vertikale forskyvninger som påvirker hovedbæresystemet, bjelkene skyldes setninger i grunnen under de bærende element, landkar og piler.

Horisontal forskyvning, glidning av overbygningen skyldes oftest ugunstige trafikklaster, f.eks. påkjørsel eller konstruktive svakheter ved tverrbjelker og lagre. Vi finner eldre bruer som mangler vridningsstive tverrbærere i endene, noe som fører til at bjelkene ikke har samvirke ved skjevbelastning.

Skadegraden må vurderes ut fra forskyvningens omfang, dvs. dens betydning for bæreevne og følgeskader som vil påvirke vedlikeholdskostnadene over tid.

#### Deformasjoner

Bruelement som blir bøyd i forhold til sin opprinnelige form.

Skadeårsaken kan være spontan, påkjørsel eller over tid, overlast eller redusert kapasitet pga. korrosjon, rust.

Tilstanden for bæreevnen og trafikksikkerhet påvirker om og når tiltak skal settes inn. Ved deformasjoner med brudd i stålet skal element eller deler av det skiftes ut straks.

#### Riss og sprekker

Skadetyper omfatter sprekker i stålkonstruksjoner, sveiser, skruer og nagler. Riss og sprekker er tegn på overbelastning og utmatting av stålet.

Ikke alle sprekker vil være synlige med det blotte øye, spesielt på overflatebehandlet stål.

Ikke synlige sprekker kan undersøkes med magnetpulverkontroll. Metoden er beskrevet i *NS-EN 1369 – 1996 Støping - Magnetpulverkontroll*.

Ved utmattingsprekker i bærende element skal tiltak utføres straks.

#### Skade på overflatebehandling

All overflatebehandling vil brytes ned over tid og føre til nedbrytende korrosjon.

Skadene kan skyldes mangelfull overflatebehandling eller normal nedbrytning og slitasje.

Lekkasje, fuktbelastning og manglende reingjøring av lager og lageravsatsene, hvor sand, skitt og vegetasjon hindrer drenering og opptørking er en vanlig årsak til rustskader på stålbjelker og lager.

Reingjøring av lageravsatsen bør inngå i det rutinemessige bruedlikeholdet.

Ny overflatebehandling, reingjøring og maling vil kunne øke bruas levetid.

#### Korrosjon

Korrosjon oppstår ved at stål reagerer med oksygen i fuktig miljø til rust. Reaksjonene er beskrevet under betong. Får rustdannelsen utvikle seg reduseres tverrsnittet og bæreevnen på bruelementet.

Skadegraden må velges ut fra skadens omfang og sannsynlige utvikling. Ved tverrsnitts-reduksjon på bærende element vil det være påkrevet med beregningskontroll for å fastsette skadegraden.

Tiltak må vurderes i forhold til bruas forventede økonomiske levetid. Større vedlikehold med fornyet korrosjonsbeskyttelse og eventuell utskifting av element/deler må over tid sees mot økonomien ved å bygge ny bru.

## 8. Tre

*For å kunne inspisere og utføre vedlikehold av trebruer må en ha kjennskap til trevirkets mekaniske egenskaper, nedbrytende mekanismer og beskyttelsestiltak.*

Historien viser at trebruer med riktig konstruktiv utforming og gode detaljer har vist god holdbarhet. Fuktinntrengning med påfølgende råteangrep har ført trebruer i et dårligere lys enn stål og betong. Med trykkimpregnert virke og varmforsinkede ståldeler bør det ikke være tvil om at trebruer vil kunne fylle kravene til normal levetid, hvis de konstrueres riktig.

Stålbjelkebruer med tredekke er vanlig på landbruksveger. Bruene er enkle i sin konstruksjon og deler er lett å skifte ut ved vedlikehold. Trebruer med tverrspente plater er kommet som et interessant alternativ ved utskifting av eldre bruer og nybygging.



Figur 41. Gammel bru skiftet ut med trebru, tverrspent plate. (tej)

### 8.1 Trevirkets mekaniske egenskaper

#### Styrke – fasthetsegenskaper

Trevirkets styrke er knyttet til treslag og densitet. Lett virke dvs. stor avstand mellom årringene har dårligere fasthet enn virke med tettere årringer. Fasthetsegenskapene har tre karakteristiske akseretninger, langs fibre (i fiberretningen) og på tvers av fiberretningen i radiell- og tangentiell retning (i forhold til årringene i tverrsnittet).

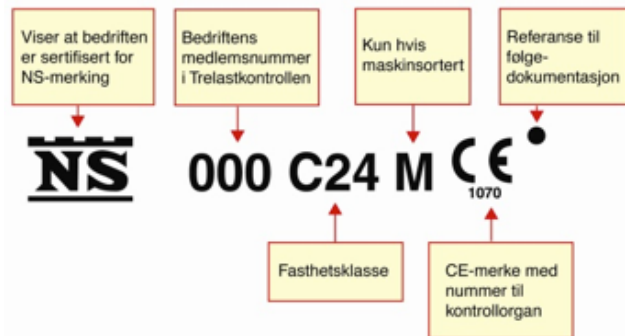
Trevirke har gode fasthetsegenskaper i forhold til vekt. Det egner seg utmerket ved bøying, strekk og trykk i fiberretningen. Ved trykk på tvers av fiberretningen er skjærfastheten lavere og ved strekk på tvers av fiberretningen lav.

Konstruksjonsvirke i Norge er basert på treslagene furu og gran.

Konstruksjonsvirke sorteres i styrkeklasser:

*NS-EN 14081 Trekonstruksjoner – Styrkesortering konstruksjonsvirke med rektangulært tverrsnitt.*

Styrkesortert trelast er merket:



Til konstruksjon på bruer anbefales styrkeklasse:

Strøved: C 30

Skråstøtte rekkverk: C18

Slitelag, føringskant og rekkverk: Ingen krav.

På eldre bruer kan strøveden være en svakhet pga. for stor senteravstand. For å tåle trafikklaster iht. Statens Vegvesen Håndbok 185 for 10 t aksellast må strøveden konstrueres med: Skurlast C30, 75mm x 200mm stående med c/c 150mm.

#### Krymping og svelling

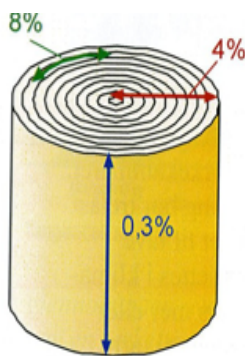
I ferskt trevirke vil cellehulrommene i yteveden være fylt med vann som kalles fritt vann, mens celleveggen vil være mettet av bundet vann. Summen av fritt vann og bundet vann gir et uttrykk for trevirkets fuktighet.

Under tørkeprosessen vil først det frie vannet fjernes fra cellehulrommet. Når dette er fjernet er det stort sett bare bundet vann igjen. Vi har kommet ned på fibermetningspunktet, ca 30% fuktighet for gran og furu. Videre uttørking av bundet vann medfører at celleveggen krymper. Tilføres vann vil celleveggen svulle. Tørt trevirke vil trekke til seg fuktighet fra luften avhengig av den relative luftfuktigheten og innstille seg på en likevektfuktighet.

Trevirke arbeider – forandrer volum og ofte form som følge av varierende fuktighetsinnhold fra

fibermetningspunktet og ned til tørt virke.

Krympingen fra fibermetningspunktet til helt tørt virke er i fiberretningen 0,3%, radially 4% og tangentielt 8%. Dette må en ta hensyn til ved trekonstruksjoner.



Tørkesprekker oppstår når den ytre veden tørker fortere enn veden lenger inne i planken.

Krympingen fører til spenninger i den ytre veden som sprekker.

Figur 42. Trevirke krymper forskjellig i de enkelte hovedretningene. (Norsk Treteknisk Institutt)

## 8.2 Nedbrytning av trevirke i bruer

### Ultrafiolette stråler (UV)

Ultrafiolette stråler fører til en kjemisk forandring i de ytre ca. 2 mm på ubehandlet trevirke. Cellene i treet blir grå og får et gammelt utseende. Gråfargen beskytter mot videre inntrenging av prosessen. Den grå litt bustete overflaten er dårlig egnet for overflatebehandling og må i så fall fjernes.

### Fukt og temperatur

Fukt og temperaturvariasjoner gir spenninger og oppsprekking, spesielt ved store dimensjoner. Vann i sprekker ofte kombinert med frost øker faren for råte pga. økt fuktighet i de indre deler av tverrsnittet hvis impregneringen der ikke er tilfredsstillende.

### Skadeinsekter

Av skadeinsekter som kan forvolde ødeleggelse på trevirke er husbukk og stripete borrebille de viktigste. Larvene gnager ganger i trevirke som gjennomhuller. Fuktigheten må være over 10% for at larvene skal trives. Stokkmaur bygger reier i bjelker av større dimensjoner som fra før er litt råteskadet.

### Råte

Råtesoppene bryter ned vedsubstansen og utvikler seg ved fuktigheter mellom 20 – 55%, med fritt vann i vedcellene og i temperaturer fra 0 – 40°C. Cellestrukturen ødelegges med sterk reduksjon av fasthetsegenskapene i trevirke.

## Mekanisk påkjenning

Trevirke tåler ikke hard mekanisk påvirkning som f.eks. brøyteutstyr som subber inntil føringskanter eller føringsskinner i tre. Piggkjetting og piggdekk sliter ekstra på slitelaget ved at trefibrene trykkes inn i veden.

## 8.3 Impregnering og overflatebehandling

### Kreosot

Trykkimpregnering med kreosot gir en vannavstøtende flate med lite oppsprekking. Holdbarheten er avhengig av det ytre miljøet. I utsatte områder må det regnes med at flater uten konstruktiv beskyttelse bør oljes/beises etter 20-30 år. Behandlingen bør så gjentas hvert 5-7 år og utføres når sprekkene i trevirke er størst, dvs. om sommeren.

Kreosotimpregnering kan svette, og bør unngås der publikum kommer i nærkontakt med trevirke.

Kreosotimpregnering ansees som den beste metoden mht. levetid for trevirke, men kan ikke limes.

### Salt

Trykkimpregnering med salter gir en ikke vannavstøtende flate og fører til mer oppsprekking og oppflising. Olje eller beis på eksponerte overflater er nødvendig uten konstruktiv beskyttelse. Saltimpregnert virke kan limes etter impregnering.

### Dobbelt impregnering

Trevirke saltimpregneres før liming og kreosotimpregneres etterpå. Dette gir bedre beskyttelse i de indre delene i forbindelse med oppsprekking.

### Maling

Overflatebehandling med maling er bare egnet for små dimensjoner som må være umalte på minst en side for at fuktvandring ikke skal føre til bløring og økt vedlikehold. Maling bør derfor bare brukes på sekundære elementer og konstruktiv beskyttelse som er lett å skifte ut.

## 8.4 Konstruktiv beskyttelse

Konstruktiv beskyttelse består i å beskytte treoverflaten mot direkte vann og sollys. Oppfuktning kan hindres eller reduseres ved riktig utførelse av detaljer i konstruksjonen og innkledning av bruelement. En god regel er å forutse at vann kan trenge inn. Detaljer



Figur 43. Konstruktiv beskyttelse av saltimpregnert tverrspent plate. Metallbeslag med bordkledning på siden med god utlufting. Membranen på brudekke, sort skimtes under føringskanten. Brukar, prefabrikkert tømmerkiste. Svenska Träbroar's gründer Erik Berglund betrakter sitt verk. (tej)

bør konstrueres slik at vann dreneres ut og at trevirke kan tørke opp. Det er ikke den umiddelbare oppfuktingen som er farlig, men at fuktigheten blir stengt inne. Innkledningen kan være lokalt rundt et bærende tverrsnitt eller som dekke over hele konstruksjonen. Materialet i innkledningen kan være av impregnert eller malt tre, metallbeslag og fuktsperre/membran. Innkledningen bør kunne skiftes ut ved råte eller korrosjon uten at hovedbæresystemet berøres.

På brudekker av tre bør det legges en fuktsperre mellom strøveden og slitelaget. På bjelkebruer med tredekke er det vanlig å legge grunnmurspapp på

oversiden av strøveden.

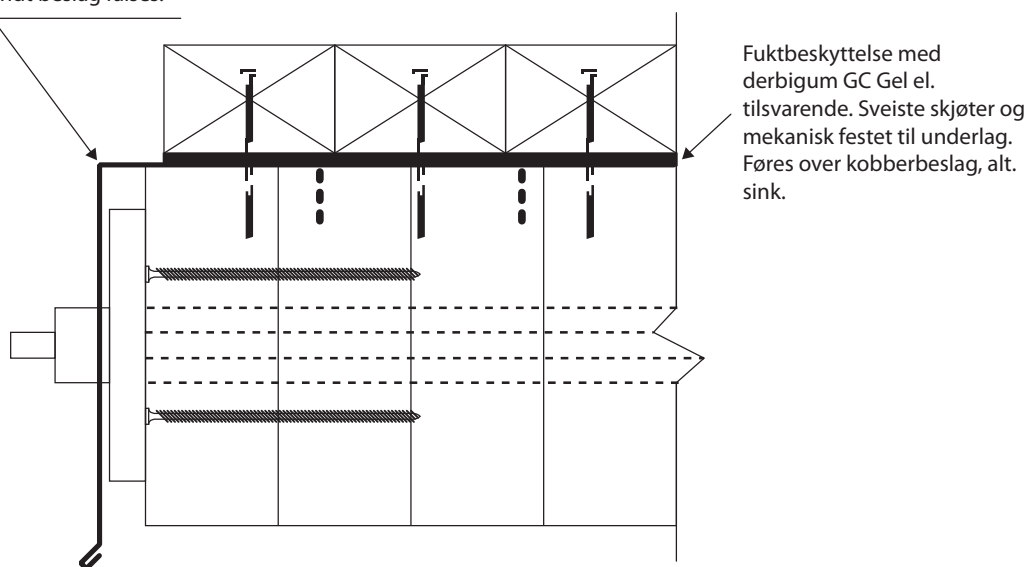
På kompakte tredekker anbefales en membran av Derbigum GC eller tilsvarende.

Endeved og utstikkende konstruksjonsdeler dekkes med metallbeslag.

Vannlommer unngås ved å gi alle oppadrettede flater fall, f.eks. vannbordet oppå rekkverket på skrå eller med avrundet profil.

Unngå innfestinger, bolter til rekkverkstøtter etc. på oppadrettede flater.

1mm kobberslag tilpasset dekketykkelse, alt. sink utføres med dryppnese 40mm utenfor / nedenfor dekkekant. Se detalj nr. 100 uimpregnert dekkekant. Festes med messingskruer. Tilpasses rundt stagender. Evt. skjøter rundt beslag falses.



Figur 44. Tverrspent dekke, beslag for dekke uten kreosot impregnert plank. (SwecoAS)

Typetegninger for bruer på landbruksveger, brutype 4 og 5 Tverrspente dekker viser utforming av beslag for konstruktiv beskyttelse. Et eksempel er vist i figur 44.

## 8.5 Skader på trebruer

Inspeksjon av trebruer krever kunnskap om treets egenskaper. Aktuelt utstyr i tillegg til standardutstyret omtalt i kapittel 5, tilstandsregistrering er:

- Tilvekstbor for prøvetaking
- Fuktighetsmåler for min. 2 dybder
- Tynt stålband for å måle sprekker

### Deformasjoner

Stor styrke i fiberretningen gjør at trevirket tåler en viss nedbøying og innen visse grenser går tilbake til sin opprinnelige form når de ytre krefter blir fjernet. Utover denne grensen vil det oppstå varig deformasjon. Deformasjonen øker da raskere enn belastningen og tilslutt oppstår brudd. Ved varige deformasjoner i bærende konstruksjoner er skadegraden høy og utskiftninger skal vurderes.

### Råte

Fuktighet ofte fra lekkasje vil over tid medføre råte.

Registrering av overflateskader som sprekker i trevirke, oppsprekking av limfuge, skadet eller utilstrekkelig overflatebehandling eller impregnering tilsier skadeforebyggende tiltak mot fuktinntrengning og råteskader. Råte kan oppdages i tide med å måle treets fuktighet. Ved fuktighet over 25% i lengre tid bør tiltak vurderes.

Indre råteskader kan oppdages med tilvekstbor. Større råteangrep kan også oppdages ved banking med hammer (hul lyd).

Angrep av råtesopper utvikles over tid. Skadegraden må vurderes ut fra skadens omfang og plassering i konstruksjonen. Råte i bærende konstruksjoner medfører stor skadegrad og at tiltak bør iverksettes relativt raskt.

### Mekanisk skade

Oppflising og brekkasje på treverk pga. påkjørsel, snøbrøyting o.l. oppstår som regel på ikke bærende bruelement, men på føringskanter og rekkverk. Skaden må vurderes ut fra trafiksikkerhet, miljø og estetiske verdier. Senskader som gir fuktinngang og råte må tas i betraktning.

Slitelag blir utsatt for spordannelse og brekkasje. Utskifting av slitelagsplank hører med til bruvedlikeholdet. Spiker har lett for å komme opp, disse bør erstattes med skruer.

### Rengjøring

Trebruer har en del konstruksjonsdeler der sand og skitt blir liggende samtidig som det holder på fuktigheten. Dette akselerer nedbrytningsprosessen både for trevirke og stålet i brua. Regelmessig rengjøring bør være en del av bruvedlikeholdet. Området rundt fuger ved lageravsats bør vies oppmerksomhet. Disse er ofte så håpløst utformet at selvrenging er utenkelig.



## 9. Lastberegninger

*Landbruksfaglig personale bør kunne utføre visuell kontroll og enkel inspeksjon som grunnlag for spesialinspeksjon. Vi vil her ta med tabeller og figurer som kan være et hjelpemiddel i vurdering av stålhelkebruer.*

*Etterregning av kapasiteter på hele brua eller bruelement bør utføres av en med relevant ingeniør kompetanse.*

Krav til bæreevne på bruer på skogsbilveger kom først inn i Skogsveibygging, Klassifisering av skogsveier, utgitt av Norges skogeierforbund i 1961 som stiller krav om minst 8 tonn akseltrykk og anbefaler 10 tonn på nye bruer i betong og stål. Ved revisjon av Skogsveibygging, utgitt i 1967 skal bruene tåle et akseltrykk på minst 10 tonn.

Eldre bruer dokumentert bygget etter Lastklasse 1/1958, Lastforskrift av 1969 og seinere lastforskrifter kan dersom de er vedlikeholdt, klassifiseres til BK 10. Se kap. 2 Lastforskrifter.

### 9.1 Laster

En last defineres som enhver form for påvirkning som medfører spenninger eller tøyninger i konstruksjonen, f.eks. kraft eller påført deformasjon.

Trafikklastene inkluderer dynamiske tillegg og virkningen av ujevn lastfordeling.

Lastene deles inn i grupper etter type og sannsynlighet for at de skal opptre:

- Permanent last
- Variabel last
- Deformasjonslast
- Ulykkeslaster

Permanente laster er laster som kan anses som konstant uavhengig av tiden. Dette er:

- *Egenlast* er tyngden av konstruksjonen og tyngden av installasjoner som hviler på konstruksjonen. Slitedekke inngår i egenlasten. På bruer med dekkonstruksjonen i betong skal den nødvendige armeringsoverdekningen ikke regnes med i slitelaget.
- *Ytre vanntrykk* er kreftene fra vanntrykket regnet ut fra midlere vannstand eller grunnvannstand.

- *Jordtrykk* er vekten av jord og eventuelle andre permanente fyllmasser.

Variable laster er laster som varierer i tid og omfatter:

- *Trafikklast* er belastningen i vertikal og horisontal retning på kjørebane og skulder. Dette gjelder både fra fotgjengere og alle typer kjøretøyer som kan trafikere brua uten spesielle restriksjoner. Trafikklast plasseres på brua i ugunstigste stilling i lengderetningen og tverretningen innenfor den tilgjengelige føringsavstanden.
- *Naturlast* er tyngden av snø, kreftene på brua fra vind, variasjon i vannstand, strøm og bølger, og is.

Trafikk- og naturlaster kan bli uforutsett store, og må da betraktes som ulykkeslaster.

Deformasjonslast er laster som er knyttet til påførte deformasjoner eller konstruksjonsmaterialets egenskaper som:

- *Oppspenning av konstruksjonen* (spennkrefter)
- *Svinn og kryp*
- *Setninger i grunnen*
- *Deformasjoner* som følge av fabrikkasjons-, bygge- eller installasjonsmetode.

Ulykkeslast er laster som bare opptre ved ulykkestilfeller eller unormale tilstander. For bruer på landbruksveger er dette risiko for:

- *Påkjøringslaster fra kjøretøy*
- *Flom/isgang.*

### Grensetilstander

All dimensjonering går ut på å finne fram til konstruksjoner som har en viss sikkerhet mot brudd. På grunn av dette skal alle konstruksjoner undersøkes for flere grensetilstander som kan føre til brudd eller skader på et eller annet tidspunkt. Konstruksjonen har nådd grensetilstanden når den ikke lenger oppfyller de kravene til funksjon og virkemåte som den ble dimensjonert for.

- Bruddgrensetilstanden svarer til definert kapasitet hos en konstruksjon eller et konstruksjonselement. Denne kapasiteten er fastlagt i forhold til faren for brudd eller store uelastiske forskyvninger eller tøyninger som kan sammenlignes med brudd.
- Bruksgrensetilstanden svarer til en definert grense som ikke kan overskrides ved den forutsatte bruk av en konstruksjon eller et konstruksjonselement. Denne grensen fastlegges i forhold til faren for ikke akseptable forskyvninger, tøyninger, spenninger, rissdannelse, nedbøyninger o.l.
- Utmattingsgrensetilstanden svarer til en definert levetid og er fastlagt i forhold til faren for brudd på grunn av virkningen av gjentatte laster.
- Ulykkesgrensetilstanden er fastlagt i forhold til faren for omfattende sammenbrudd av konstruksjonen etter at en lite sannsynlig hendelse er inntruffet.

## 9.2 Hjelpemidler til vurdering av bjelkebruer

Under Typetegninger for bruer på landbruksveger, Skogbrukets Kursinstitutt 2007\*, er det en rapport: Etterregning av Typetegninger for landbruksvegbruer, revidert 1987 Landbruksdepartementet. Her finnes i tabeller over stålbjelker, hvilken bruksklasse brua tilfredsstillende kravene til.

\* [www.skogkurs.no](http://www.skogkurs.no) kunnskapsskogen.

Beregning av bæreevnen på eldre bruer i skogsbilvegnettet, er utgitt av Landbruksdepartementet i 1985. Her finnes figurer som viser bruksklasse ved aktuell bjelkes motstandsmoment og bruas spennvidde. Beregningene har referanse til Lastforskrift av 1971.

## 9.3 Stålbjelker

Bjelketyper vi finner på landbruksvegbruer er:

- Smale I-bjelker INP, bredden (b) er mindre enn ½ høyden (h). INP har skrå flenser.
- Middels brede bjelker, IPE bredden (b) er tilnærmet ½ høyden (h) til og med høyde 300 mm.
- Bredflensbjelker, normale HE-B (tidligere DIP), bredden (b) er lik høyden (h) til og med betegnelsen 300. Flensbredden (b) er 300 mm når høyden (h) er over 300 mm.
- Bredflensbjelker, lette HE-A (tidligere DIMEL), bredden (b) er større enn høyden (h) til og med betegnelsen 300. Flensbredden (b) er 300 mm når høyden (h) er over 300 mm.

Teknisk data om bjelkene er vist i vedlegg 1.

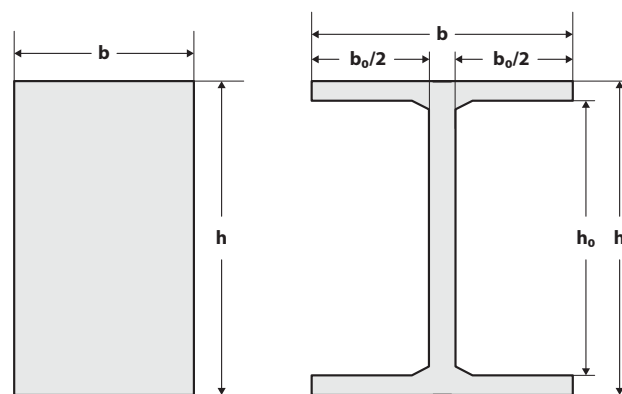
Vi finner fortsatt på vegnettet bruer med jernbanskinner og andre ukurante bjelketyper. Bruene er ofte i en slik forfatning at utskifting er aktuelt om relativt kort tid. Kjøring med prøvelast og hyppig inspeksjon kan gi en indikasjon på bæreevnen.

## 9.4 Motstandsmoment

Bjelkene i brua blir i statikken regnet som en fritt opplagret bjelke. I beregningene må motstandsmomentet i bærebjelkene være større enn sum belastningsmoment på bjelkene.

Motstandsmomentet  $W_x$  er en konstant som multiplisert med vedkommende tverrsnitts tillatte bøyepåkjenning (spenning), gir tverrsnittets tillatte momentkapasitet. Enheten er  $\text{mm}^3$ ,  $\text{cm}^3$ .

$W_x$  finnes i tabeller om bjelkenes tekniske data eller kan beregnes etter formlene:



Plank:

$$W_x = 1/6 \cdot b \cdot h^2$$

H-bjelke:

$$W_x = \frac{b \cdot h^3 - b_0 \cdot h_0^3}{6 h}$$

### Tillatt bøyespenning

Den bøypåkjenning (spenning) som tillates i et tverrsnitts ytterste fibre. Bøyespenningen finnes ved å dividere opptredene bøymoment ( $M$ ) med motstandsmomentet  $W_x$  i det angjeldende tverrsnittet. Enheten er  $N/mm^2$ .

## 9.5 Etterregning av typetegninger for landbruksveger av 1987

Noen av de eldre tegningene manglet referanse til lastforskrifter og anbefalte bjelker er av en lavere stålqualität enn dagens krav. Typetegningene, se vedlegg 3.

Følgende bruer ble etterregnet:

- Landbruksvegbru type 1 (Br/B2a) Stålbjelkebru med tredekke
- Landbruksvegbru type 2 (Br/B3b) Stålbjelkebru med betongdekke
- Landbruksvegbru type 3 (Br/B3a) Betongplatebru.

For brutype 1 og 2 er det i hovedsak sett på kapasiteten av stålbjelkene. Dekket er i mindre grad kontrollert, da feilkildene her er flere og en eksakt konklusjon er vanskelig å sette. Her anbefales det at visuell kontroll gjennomføres slik at en forsikrer seg om at korrosjon og råte ikke har svekket konstruksjonen. Er dette tilfelle gjelder ikke angitt bruksklasse.

For bru type 3 er det beregnet dimensjonerende kapasitet for det mest belastede snittet i en gitt lastsituasjon.

## 9.6 Brutype 1 (Br/B2a) Stålbjelkebru med tredekke

Stålbjelkene opplistet under stålqualität St37 (S235) på eksisterende tegninger er kontrollert etter Statens vegvesens håndbok 238 for laster som tilsvarer bruksklasse 10 (Bk10). For spenn som ikke tåler dette er annen bruksklasse angitt. Bjelkene er kontrollert for bøyning om to akser. De fleste HE-A og HE-B bjelkene tilfredsstiller kravene til Bk 10. IPE bjelkene tilfredsstiller kravene til Bk 8.

Følgende bjelker med stålqualität S235 tilfredsstiller kravene til Bk 10.

Bjelke	HE240A	HE260A	HE320A	HE400A	HE500A	HE550A	HE650A	HE800A	HE900A
Spenn	2,0m	4,0m	6,0m	8,0m	10,0m	12,0m	14,0m	16,0m	18,0m

Bjelke	HE200B	HE220B	HE300B	HE360B	HE450B	HE500B	HE600B	HE700B	HE800B
Spenn	2,0m	4,0m	6,0m	8,0m	10,0m	12,0m	14,0m	16,0m	18,0m

Følgende bjelker med stålqualität S235 tilfredsstiller kravene til Bk 8.

Bjelke	IPE270	IPE360	IPE450	IPE550	IPE600
Spenn	2,0m	4,0m	6,0m	8,0m	10,0m

Bjelke	HE1000A
Spenn	20,0m

Bjelke	HE900B
Spenn	20,0m

(SWECO AS, 2007)

## 9.7 Brutype 2 (Br/B3b) Stålbjelkebru med betongdekke

Stålbjelkene og dekket er kontrollert etter dagens krav til laster gitt i Statens vegvesens håndbok 184. For spenn som ikke tåler dette er annen bruksklasse

angitt. Bjelkene er kontrollert for bøyning om sterk akse. Dekket er kontrollert i tverretningen. De fleste HE-A og HE-B bjelkene tilfredsstillers dagens krav til laster. HE-B bjelker med spenn på 16m og 18m tilfredsstillers kravene til Bk 10.

I lengderetningen:

Følgende bjelker med stålqualität S235 tilfredsstillers dagens krav til laster:

Bjelke	HE500A	HE650A	HE800A	HE900A	HE1000A
Spenn	8,0m	10,0m	12,0m	14,0m	16,0m

Bjelke	HE450B	HE600B	HE700B	HE800B
Spenn	8,0m	10,0m	12,0m	14,0m

Følgende bjelker med stålqualität S235 tilfredsstillers kravene til Bk 10.

Bjelke	HE900B	HE1000B
Spenn	16,0m	18,0m

I tverretningen:

Plate som er angitt på typetegning revidert 1987 er modellert og kontrollert i G-prog betongdekke.

Denne platen holder mål med tanke på kapasitet. Ikke kontrollert for riss.

(SWECO AS, 2007)

## 9.8 Brutype 3 (Br/B3a) Betongplatebru

Betongdekket er kontrollert for bøyning i lengderetningen etter dagens krav til laster gitt i Statens vegvesen håndbok 184. Alle spenn tåler denne bruddgrensekontrollen.

## 9.9 Beregning av bæreevnen på eldre bruer i skogsbilvegnettet

Med forutsetning at arbeidet skal kunne utføres av skogfaglig personale uten spesielle kunnskaper i bruberegninger er modeller for beregning av bæreevnen på mindre bjelkebruer utarbeidet. Modellene er til hjelp i vurderingen av eldre bruers bæreevne under visuell kontroll.

Under forutsetning av kjøring hvor hjultrykket er konsentrert over en bjelke, er det bærebjelkenes bæreevne som bestemmer aksellasten. Ved oppmåling av bærebjelkene som inngang i tabeller, vedlegg 1, finner en bjelkenes spesifikasjoner, bjelketype og motstandsmoment ( $W_x$ ).

I nomogram med inngang, motstandsmoment eller dimensjon og spennvidde kan en lese av dimensjonerende akseltrykk. Nomogrammene, vedlegg 1.

## 9.10 Trebjelkebru

Bruer bygget med bjelker av rundtømmer er stort sett skiftet ut som kjørebuer, men som utmarksbruer er de fortsatt aktuelle. Snøbrøyting og maskinpreparering av skiløyper stiller krav til bæreevne.

Trafikklast på gangbruer Lasttype G2, Statens vegvesen:

Lasten består av to aksellaster på 60 og 30 kN med akselavstand 3,0 m fordelt på to hjullaster på henholdsvis 30 og 15 kN med senteravstand 1,8 m.

Bæreevnen på eldre trebruer kan tilnærmet beregnes ved hjelp av nomogrammet, figur 45.

Nomogrammet er utarbeidet for spennvidde fra 1,0 – 4,5 meter og forutsetter trevirke av god kvalitet. Det er sett bort fra bruas egenvekt da denne har liten betydning for slike bruer.

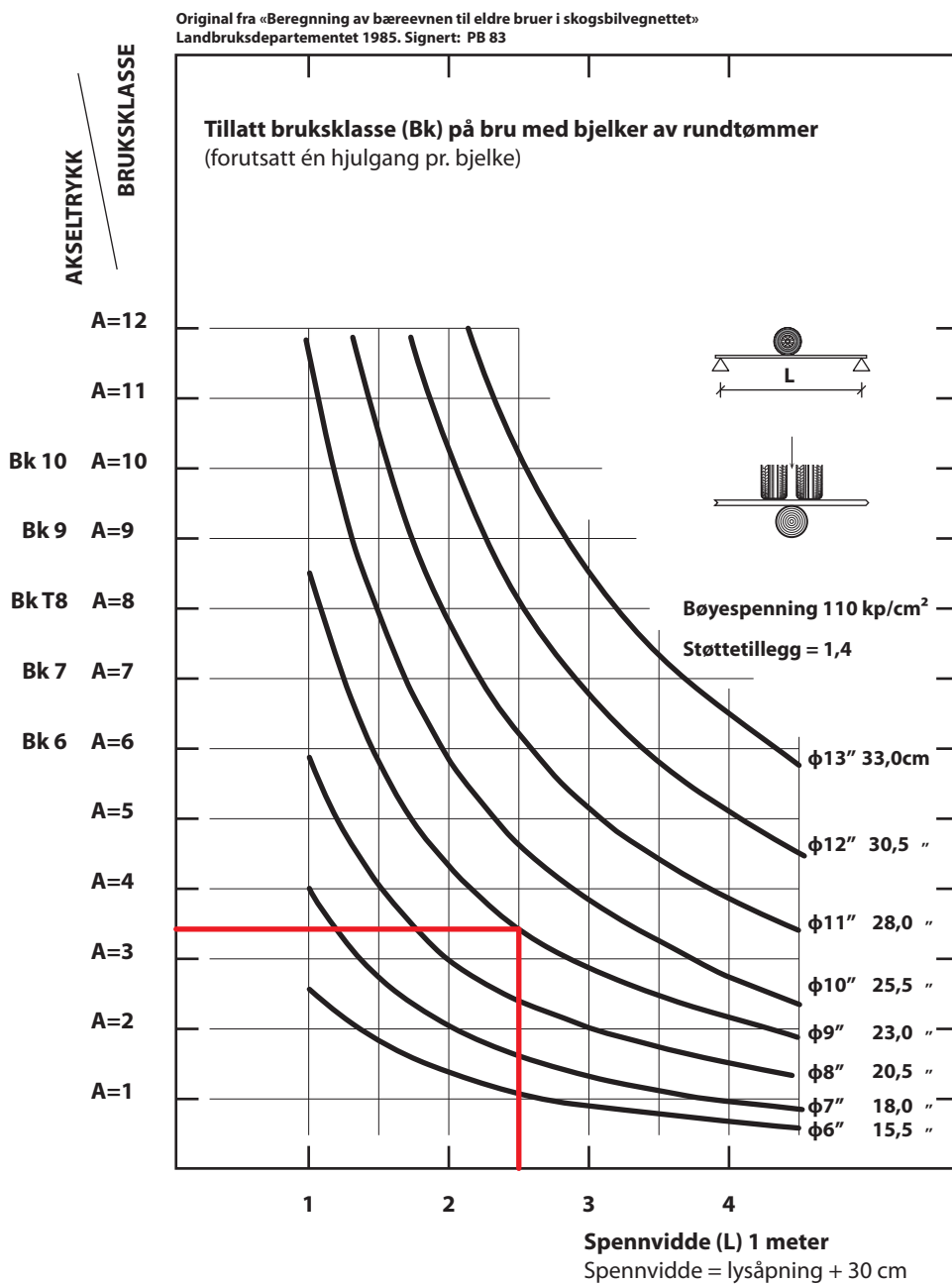
Nomogrammet viser bæreevnen når en bjelke opptar hele hjultrykket (tvilling) uttrykt ved akseltrykk (A) eller bruksklasse (Bk). Dersom hjultrykket fordeler seg på flere enn en bjelke, økes bæreevnen i forhold til antall bærende bjelker.

Nomogrammet er beregnet for det akseltrykket to like bærebjelker tåler. I beregningene er den bjelken med minst diameter bestemmende.

### Eksempel:

En bru med to bjelker under hver hjulgang har en spennvidde på 2,5 meter. Den minste bjelken har en diameter på 23 cm.

Av nomogrammet leser vi av at 23 cm tømmer ved 2,5 m spennvidde har akseltrykk,  $A = 3,4$  tonn. Bæreevnen for brua blir  $2 \cdot 3,4$  tonn = 6,8 tonn.



Figur 45. Tillatt bruksklasse på bruer med bjelker av rundtømmer.

## 9.11 Stålbjelkebru

Stålbjelkebru med tredekke er vanlig for eldre bruer på skogsbilvegnettet. Under visuell kontroll vil en avdekking av råte og brekkasje i treverk, og rust på bjelkene være avgjørende for bæreevnen.

Nomogrammet er utarbeidet for en spennvidde fra 2 til 10 meter og for bruksklassene Bk 6, Bk 8, Bk T8, og BK 10. Det er forutsatt at bjelkene er av stålkvalitet St. 37 (S235).

Det er regnet med et støtt tillegg på 1,4 og at en bjelke bærer hele hjultrykket.

Type og dimensjon på stålbjelker finner vi ved å måle høyden og bredden på bjelken som inngang i tabeller,

vedlegg 1 og leser av motstandsmomentet  $W_x$  for bjelken. Med spennvidde og motstandsmoment som inngang finner vi bruas bruksklasse.

### Eksempel:

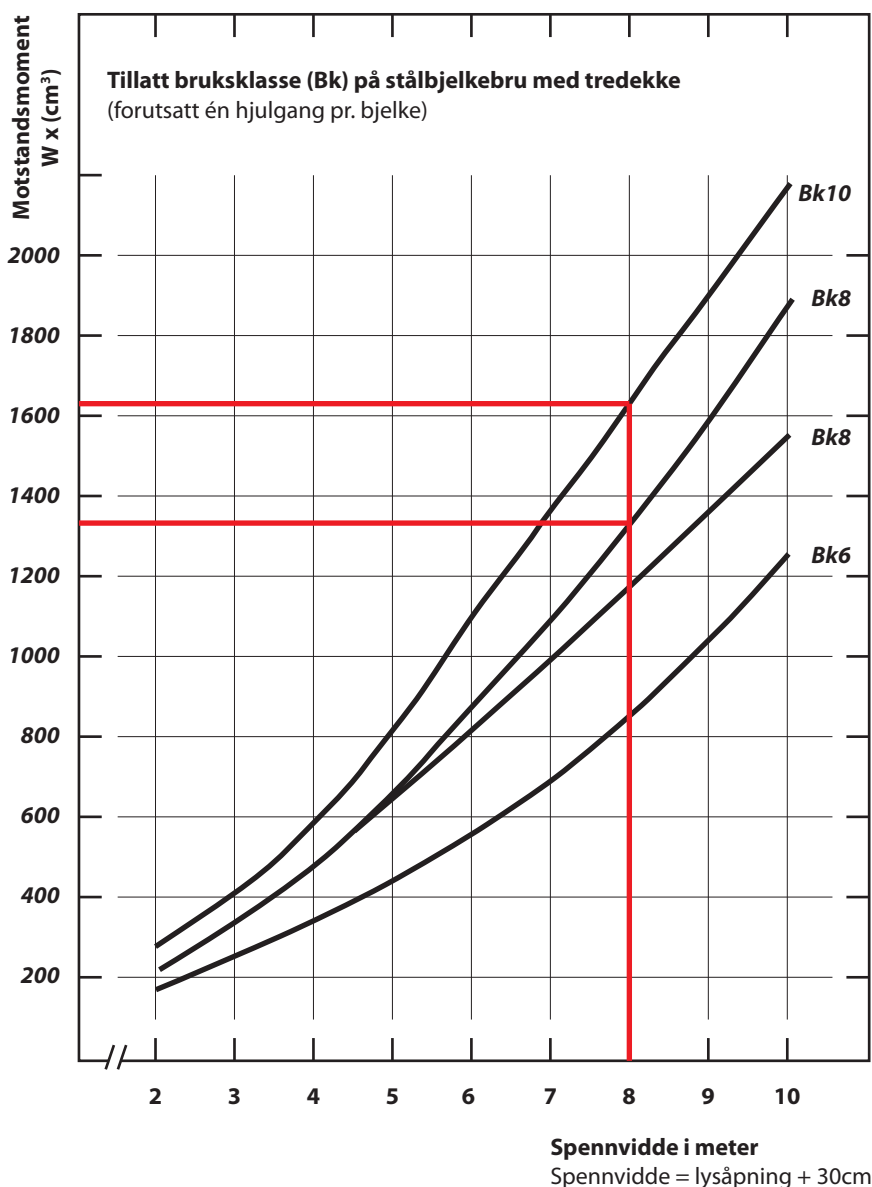
Brua har to bærebjelker av stål med med høyde 310 mm og bredde 300mm. I tabellene, vedlegg 1, finner vi at dette er profil HE-A 320, skrives HE320A med motstandsmoment

$$W_x = 1480 \text{ cm}^3.$$

Spennvidden er 8 meter.

Av nomogrammet leser vi at for en spennvidde på 8 meter kreves et motstandsmoment,  $W_x$  for Bk T8 = 1330  $\text{cm}^3$  og Bk 10 = 1630.

Brua kan vurderes klassifisert til Bk T8.



Figur 46. Stålbjelkebru med tredekke.

## 9.12 Brudekke av tre

Strøvedens bæreevne er avhengig av om hjultrykket er sentrert over bærebjelken eller om det skal fordele hjultrykket mellom parvise bærebjelker. Strøvedens bæreevne i den utkragede delen av brudekket er som regel meget liten.

I følge typetegningene, Landbruksvegbru type 1 Stålbjelkebru med tredekke (2007), må strøveden for å kunne klassifiseres til Bk 10, minst være av trelast styrkeklasse C30 i dimensjonen 75 mm x 200 mm stående med c/c 150 mm.

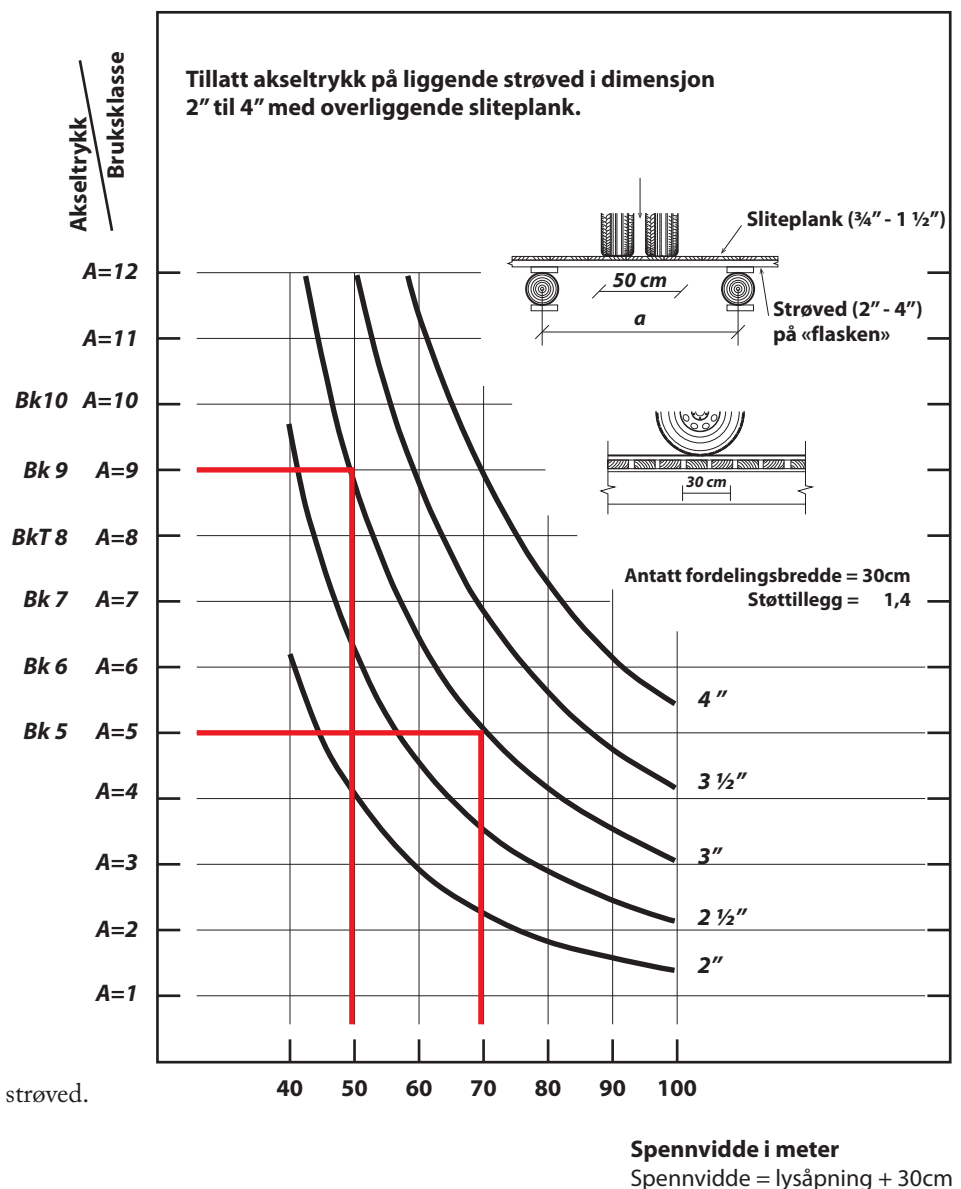
Liggende strøved forekommer fortsatt på eldre bruer. Strøvedens bæreevne kan beregnes ut fra

nomogrammet, figur 47. Avstanden mellom parvise bjelker er fra 40 – 100 cm regnet fra senter til senter i bjelken. Den frie avstanden mellom strøveden er liten og ikke større enn  $\frac{1}{4}$  av strøvedens bredde. Støttilegget er 1,4.

### Eksempel:

En bru har parvise bærebjelker. Avstanden (a) mellom de parvise bærebjerkene er 70 cm regnet fra bjelkesenter. Strøveden har en tykkelse på 3". Nomogrammet viser at strøveden har en bæreevne på 5 tonn akseltrykk.

Ved en bjelkeavstand (a) på 50 cm ville 3" strøved ha en bæreevne på 9 tonn akseltrykk.



Figur 47. Akseltrykk på liggende strøved.

## 10. Registrering av bruas tilstand

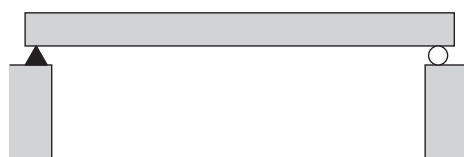
*Tilstandsregistrering for bruer på skogsbilveger er et skjema som veileder gjennomføringen av en enkel inspeksjon med oppmåling og visuell kontroll.*

*Brudata, tegninger og byggeberskrivelser er nyttig historisk informasjon under vurderingen av bruas tilstand.*

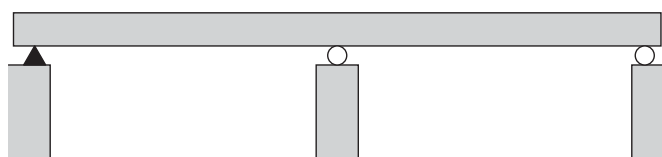
### 10.1 Brudata

#### Nasjonal vegdatabase, NVDB

Vbase inneholder senterlinjen for alle kjørbare veger lengre enn 50 m, kategorisert etter vegtype som omfatter også private skogsbilveger (landbruksveger).



**Fritt opplagt**



**Kontinuerlig system**

Figur 48. Statisk system, fritt opplagt (ett spenn) og kontinuerlig system (to spenn)

### 10.2 Oppmåling av bru

Før innsamling av data settes i gang, er det utarbeidet prosedyrer som beskriver fra hvilket element og hvor på elementet data er registrert.

Alle mål som lengder, spennvidder, bredder, føringer og arealer på brubanen skal måles horisontalt.

Alle mål som høyder, dybder, masseoverdekning og arealer på frontmurer skal måles vertikalt.

#### Lengde

Bruas lengde er konstruksjonens totale lengde, inkludert endeavstander målt horisontalt langs senterlinje bru (CL-veg).

#### Endeavstand

Avstanden målt horisontalt langs senterlinje bru mellom opplagerlinjen og enden av overbygningen. Opplagerlinjen er en linje mellom opplagerpunktene.

Landbruksvegene blir registrert med vegklasse, f.eks. V kl 3 og bruksklasse, f.eks. Bk 10 t.

Attributter som bru og låst bom er knyttet til hver veglenke oppgitt med koordinater og høyde.

Vbasen blir driftet av Statens kartverk.

#### Byggedate

Bruas identifikasjon og byggverksbeskrivelse med tegninger, mål, lastdata og statisk system skal være tilgjengelig i lokale registre/arkiv hos kommune eller fylke.

#### Statisk system

Bruas statiske system beskriver hvordan kreftene opptrer i bæresystemet. Figur 48 viser statiske system som er vanlig på landbruksvegbuene.

#### Bredde

Brudekkes minste totalbredde er målt fra ytterkant bruplate vinkelrett på bruas senterlinje.

Rekkverksrom er bredden målt fra ytterkant bruplate til innerkant av rekkverk eller føringsskinne.

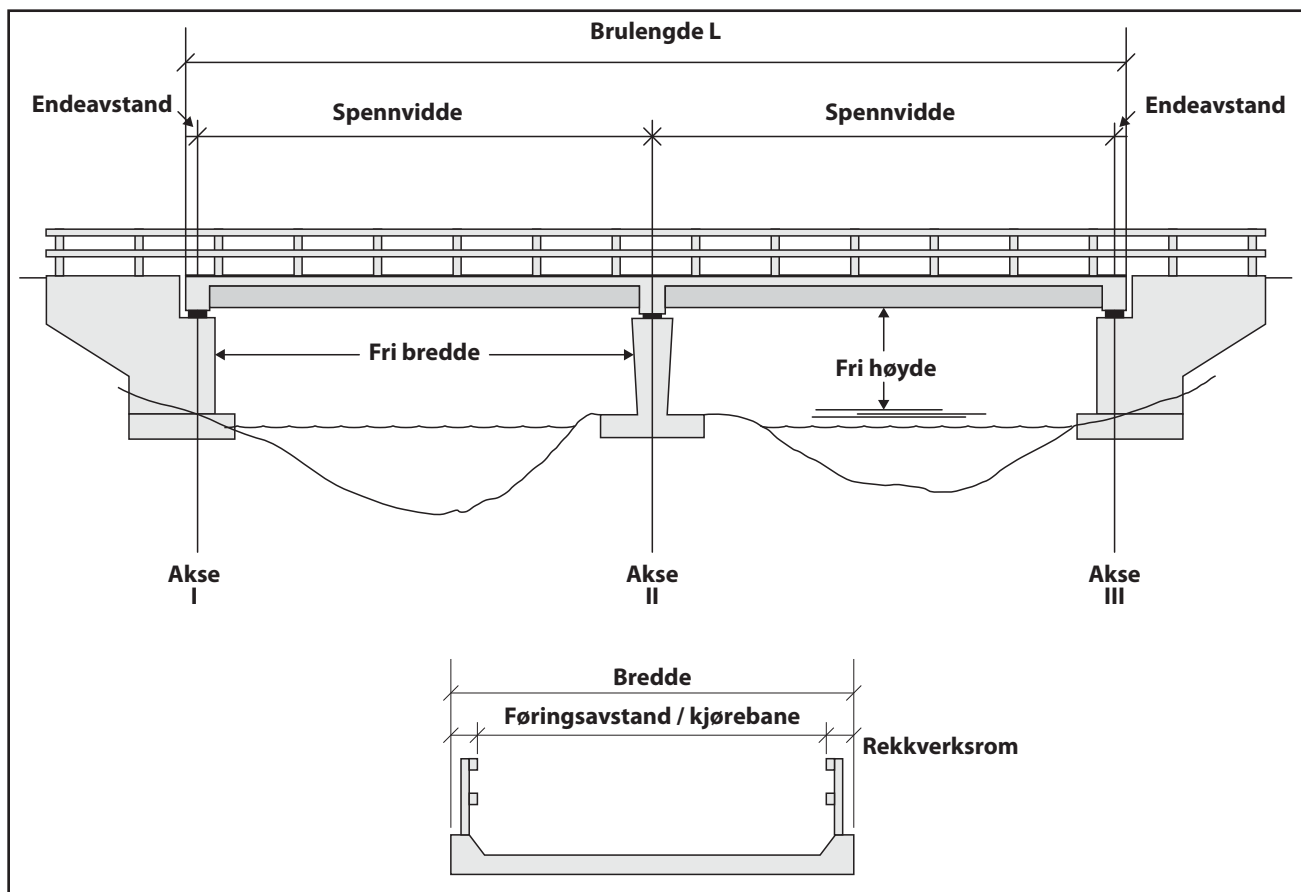
#### Akser

Akser brukes for å beskrive beliggenheten av bruas hovedelementer som vertikale plan gjennom konstruksjonens opplagringspunkter, f.eks. ved landkar, pilarer og andre opplagringspunkter for bruas bæresystem. Aksene gis løpende nummer i samme retning som vegens løpemeter. Bruer med ett spenn får to akser.

#### Spennvidde

Spennvidden er den horisontale avstanden mellom skjæringspunktene for opplagerlinjene til overbygningen og bruas senterlinje. Dvs. avstanden mellom to akser.





Figur 49. Bru inndelt i akser og mål.

For bruer uten lager, det gjelder en del mindre bruer regnes:

Spennvidde = Fri bredde (mellom landkar) + 30 cm

### Fri høyde

Fri høyde er målt vertikalt fra høyeste vannstand til underkant av overbygningen.

### Fri bredde

Fri bredde eller lysåpning er den horisontale avstand mellom landkar, og landkar og pilarer.

## 10.3 Enkel inspeksjon

Vi vil gå igjennom et skjema utarbeidet for en enkel inspeksjon.

Hva som registreres vil variere, avhengig av skadeårsak og skadeutvikling.

Skader og mangler som avdekkes gir grunnlag for mer inngående materialundersøkelser.

Disse er vesentlig knyttet til prosessene i betong og etterregning av bærende element, bjelker og brudekke.

En går systematisk fram. Brua deles inn i akser og en tar for seg elementer i grunnen, underbygningen og overbygningen.

## 10.4 Tilstandsregistrering for skogsbilvegbruer

### Et eksempel:

Eksisterende opplysninger om brua (Tegninger, bru register)

Brunummer:	Brunavn:	Eier:	Byggeår:
Fylke:	Vegnummer:	UTM-koordinater:	Reparert år:

Brusystem/typebru: Ett spenn, fritt opplagret bjelke	Konstruksjon: (Materialer) Stålbjelkebru med tredekke
Brudekke, inkl. slitedekke: Tre	Underbygning: Landkar
Landkar: Tørrmur med betong krone	Fundamentering: I Løsmasse II Løsmasse og fjell
Spennvidde: 12900 mm (Fri bredde +300mm)	Bredde: 340 mm
Konstruert for lastklasse: Ukjent	Konstruert for akseltrykk:

Andre opplysninger/kjent historikk vedr. brua:

.....

.....

.....

.....

.....

## REGISTRERINGSDATA FOR BRUANALYSE

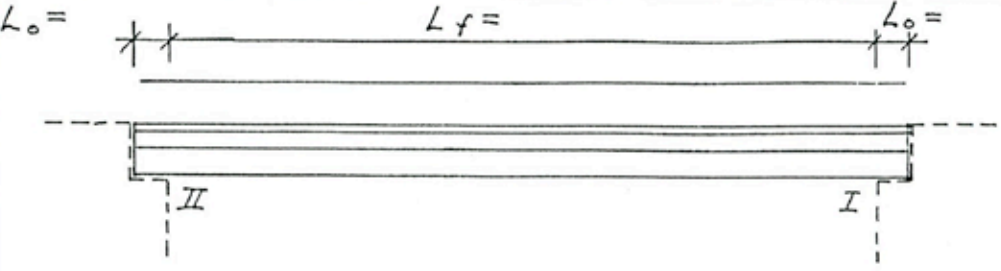
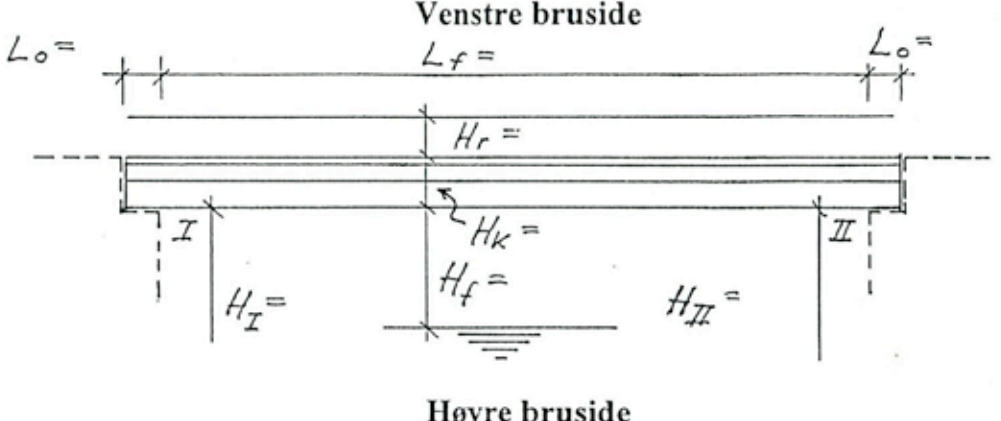
Alle mål i mm hvis ikke annet er angitt. Skisser suppleres med påtegninger, mål etc. i henhold til stedlig registrering. Særlig legges vekt på forhold av betydning for sikkerhet og brukbarhet.

Objekt	Skisser med mål og andre opplysninger								
1 Plan									
Foto nr.									
Nord-/sydpil:									
Vegsystem:									
Akse: I									
Registreringer utført (kryss av når utført):									
1.1 Oppmåling	1.2 Stigninger	1.3		1.4 Kurver		1.5 Innkjøring		Landkar	
1.6 Forskyvn.	1.7 OK dekke	1.8		1.9 Rekkverk		1.10 Foto		Annet	
<p><b>Beskrivelse:</b></p> <p>1.1 Merknader i tilknytning til oppmåling:</p> <p><i>Akse: Akse I defineres som der en kjører inn på brua etter vegens lengdemeter(fra starten av vegen) eller retning mot et definert sted. Orienter brua etter kompasset, tegn inn nord-syd pil i rubrikken.</i></p> <p>1.10 Annet:</p> <p>Hovedinntrykk:</p>									

## REGISTRERINGSDATA FOR BRUANALYSE

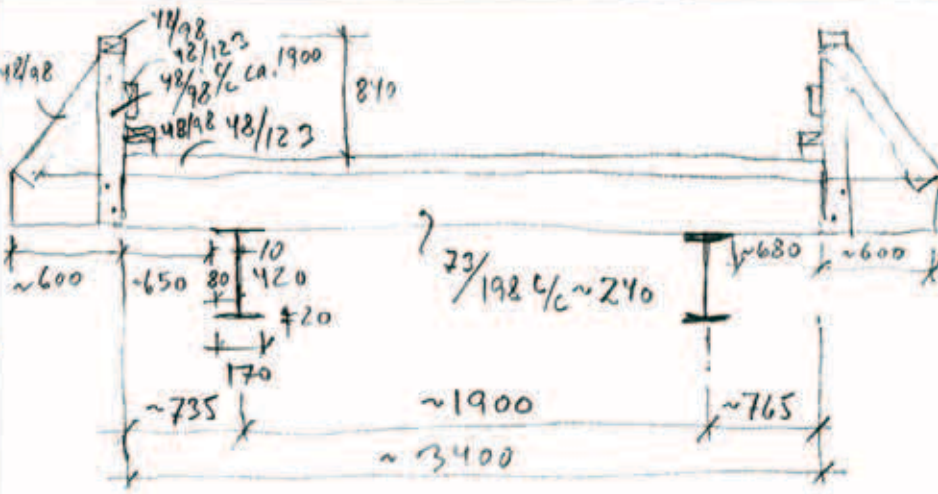
Alle mål i mm hvis ikke annet er angitt. Skisser suppleres med påtegninger, mål etc. i henhold til virkelige forhold på stedet. Særlig legges vekt på forhold av betydning for sikkerheten.

Konstr.del	Skisser med mål og og andre opplysninger
<b>1 Plan</b>	
Foto nr. 15, 16	
Nord-/sydpil: 	
Vegsystem: 	
<p>Registreringer (oppmålinger, stigningsforhold, kurver, innkjøringsforhold, dekkeoverside, forskyvninger, rekkverk m.m.):</p> <p>Plan brua (ingen stigning)          Avstand fra Selbuviem ca 60m.          Balke ned fra Selbuviem og opp på brua. Foto 15</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stigning på veien mot nordøst.</li> <li>- Litt slitasje på tredelhet, men ellers i god stand</li> <li>- Løst rekkverk på <u>venstre</u> side ved landkan II.</li> </ul>	

Objekt	Skisser med mål og og andre opplysninger						
2 Oppriss							
Foto nr.							
							
<b>Registreringer utført</b> (kryss av når utført):							
2.1 Oppmåling		2.2 Hovedbær.		2.3 Sek. bæring		2.4 Dekke	2.5 Rekkverk
2.6 Underbyggn.		2.7 Terr.profil		2.8 Deformasj.		2.9 Foto	2.10 Annet
<b>Beskrivelse:</b>							
2.1 Merknader i tilknytning til oppmåling:							
2.10 Annet:							
Hovedinntrykk:							


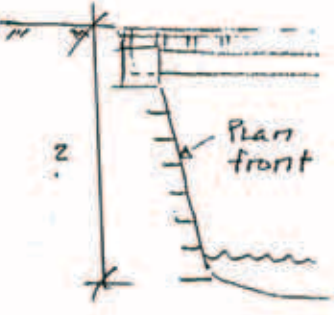
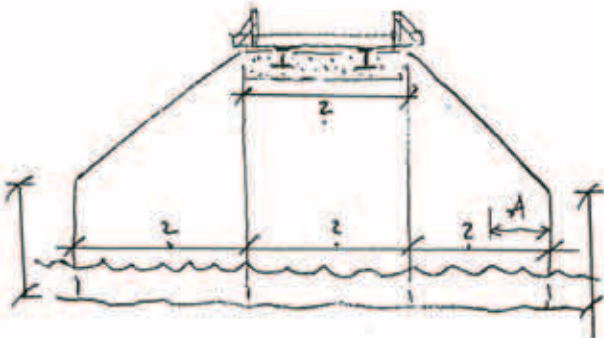
Konstr.del	Skisser med mål og og andre opplysninger
<p>2 Oppriss</p>	
<p>Foto nr. 1</p>	
<p>Stignings- forhold Solløs.</p>	
<p>Registreringer: (høyder, terrengformasjon,</p>	
<p>Horizontal brensane</p>	

Objekt	Skisser med mål og og andre opplysninger								
3 Tverrsnitt									
Foto nr.									
<b>Registreringer utført</b> (kryss av når utført):									
3.1 Oppmåling		3.2 Hovedbær.		3.3 Sek.bæring		3.4 Dekke		3.5 Rekkverk	
3.6 Avstivning		3.7 Innfesting		3.8 Skjevstill.		3.9 Foto		3.10 Annet	
<b>Beskrivelse:</b>									
3.1 Merknader i tilknytning til oppmåling:									
3.10 Annet:									
Hovedinntrykk:									

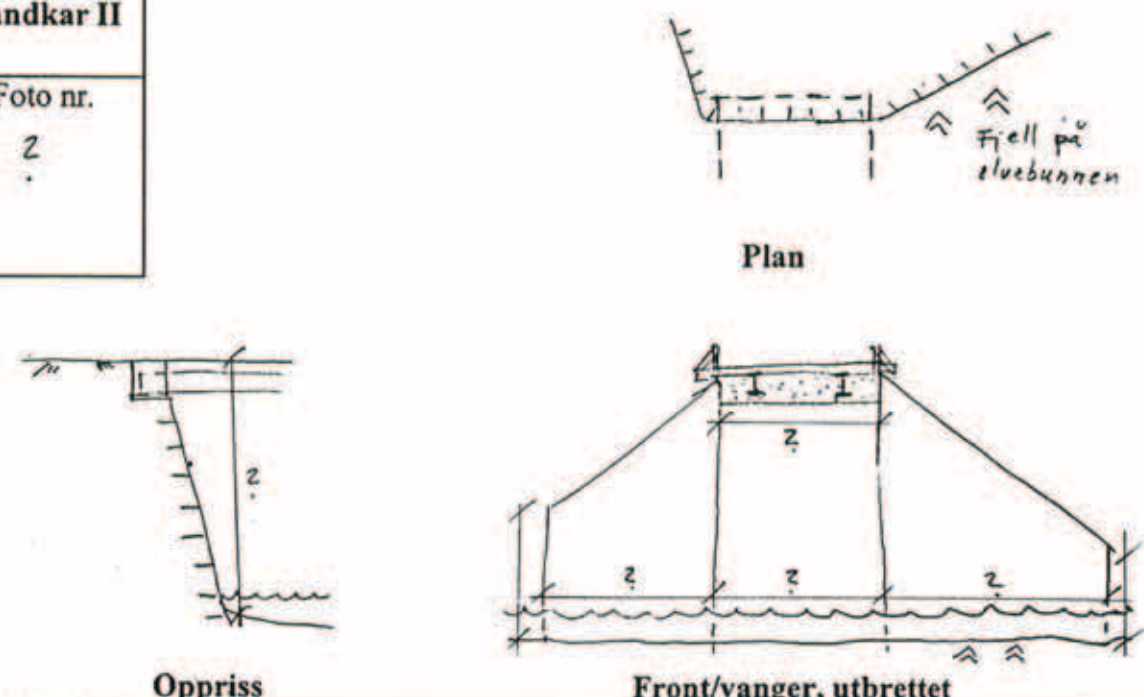
Konstr.del	Skisser med mål og andre opplysninger
<b>3</b> <b>Tverrsnitt</b>	 <p>Toglelinjesporened tverrsk</p>
Foto nr. 21, 22 23, 24 25	
<b>Registreringer (dimensjoner, forskyvninger, rekkverk m.m.):</b>	
<p>Foto 21 og 22, tatt fra I mot II:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Opplysningsforhold ser o.k. ut</li> <li>- Avstivningsstøps med ripping på midten av bema</li> <li>- Noe korrosjon på bjelker. Litt tverrsnittreduksjon</li> <li>-</li> </ul> <p>Foto 23 og 24 + 25, tatt fra II mot I:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- litt tvil om oppbygning ved I, sprekk/skader i betong. (Foto 23.)</li> <li>- Deformasjoner („bulker“) i underflens (Foto 25)</li> <li>- Merker i tegning eller tidligere forskyvninger. Nye forskyvninger av tredelhet er markert (skriver, spiker) (Foto 24)</li> <li>-</li> </ul>	



Objekt	Skisser med mål og og andre opplysninger						
<b>4 Landkar I</b>	<div style="text-align: center; margin-top: 200px;">Plan</div>						
Foto nr.							
<b>Oppriss</b>				<b>Front/vanger, utbrettet</b>			
<b>Registreringer utført</b> (kryss av når utført):							
4.1 Type	4.2 Geometri	4.3 Fundament.	4.4 Fylling.	4.5 Sprekker			
4.6 Avskalling	4.7 Deformasj.	4.8 Erosjon	4.9 Foto	4.10 Annet			
<b>Beskrivelse:</b>							
4.1 Type landkar:							
4.10 Annet:							
Hovedinntrykk:							

Objekt	Skisser med mål og og andre opplysninger								
4 Landkar I	 <p style="text-align: center;">Plan</p>								
Foto nr. 17, 18									
 <p style="text-align: center;">Oppriss</p>		 <p style="text-align: center;">Front/vanger, utbrettet</p>							
<b>Registreringer utført</b> (kryss av når utført):									
4.1 Type	✓	4.2 Geometri	✓	4.3 Fundament.	✓	4.4 Fylling.	✓	4.5 Sprekker	—
4.6 Avskalling	—	4.7 Deformasj.	✓	4.8 Erosjon	✓	4.9 Foto	✓	4.10 Annet	✓
<b>Beskrivelse:</b>									
4.1 Type landkar: Tørrmur m/ skråvanger.									
4.2 Se skisse Helning frontmur ~ 10:1									
4.3 Direkte fundamentering på løsmasse									
4.4. Fylling OK før overgang fylling/bree. Ingen glidninger									
4.7 før overflate, ingen utbuling, ingen utpresse stein									
4.8 Ingen tegn til erosjon eller undergraving									
4.10 Annet: Ute del av vestre vange har dårligere stein kvalitet, merket A på skisse									
Hovedinntrykk: Tørrmur av god kvalitet.									

Objekt	Skisser med mål og og andre opplysninger								
<b>5 Landkar II</b>	<p style="text-align: center;"><b>Plan</b></p>								
Foto nr.									
<b>Oppriss</b>				<b>Front/vanger, utbrettet</b>					
<b>Registreringer utført</b> (kryss av når utført):									
5.1 Type		5.2 Geometri		5.3 Fundament.		5.4 Fylling.		5.5 Sprekker	
5.6 Avskalling		5.7 Deformasj.		5.8 Erosjon		5.9 Foto		5.10 Annet	
<b>Beskrivelse:</b>									
5.1 Type landkar:									
5.10 Annet:									
Hovedinntrykk:									

Objekt	Skisser med mål og og andre opplysninger								
<b>5 Landkar II</b>	 <p style="text-align: center;"><b>Plan</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Oppriss</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Front/vanger, utbrettet</b></p>								
Foto nr. 2									
<b>Registreringer utført</b> (kryss av når utført):									
5.1 Type	<input checked="" type="checkbox"/>	5.2 Geometri	<input checked="" type="checkbox"/>	5.3 Fundament.	<input checked="" type="checkbox"/>	5.4 Fylling.	<input checked="" type="checkbox"/>	5.5 Sprekker	<input type="checkbox"/>
5.6 Avskalling	<input type="checkbox"/>	5.7 Deformasj.	<input checked="" type="checkbox"/>	5.8 Erosjon	<input checked="" type="checkbox"/>	5.9 Foto	<input checked="" type="checkbox"/>	5.10 Annet	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Beskrivelse:</b>									
5.1 Type landkar: <i>Tørrmur</i>									
5.2 Geometri, se skisse <i>Helning frontmur ~ 10:1</i>									
5.3 Fundamentering, <i>delvis løsmasse, delvis fjell, se planskisse.</i>									
5.4 Fylling <i>OK, jevn overgang fylling/bru, ingen glidninger</i>									
5.7 <i>Jevn overflate, ingen utkleining, ingen utpressa stein.</i>									
5.8 <i>Ingen tegn på erosjon eller undergraving</i>									
5.10 Annet: <i>Fjell observert, på eluebunnen, utenfor østre vange. Se planskisse</i>									
Hovedinntrykk: <i>Tørrmur av god kvalitet, bortsett fra østre vange.</i>									

Objekt	Skisser med mål og andre opplysninger								
<b>6 Opplager ved I</b>	<p style="text-align: center;"><b>Oppriss venstre</b> <span style="margin-left: 200px;"><b>Oppriss høyre</b></span></p> <p style="text-align: center;"><b>Vertikalsnitt, mot landkar</b> <span style="margin-left: 200px;"><b>Vertikalsnitt, mot landkar</b></span></p>								
Foto nr.									
<b>Registreringer utført</b> (kryss av når utført):									
6.1 Oppmåling		6.2 Underlag		6.3 Innfesting		6.4 Glidesyst.		6.5 Fuktforhold	
6.6 Korrosjon		6.7 Skjevstill.		6.8 Avskalling		6.9 Foto		6.10 Annet	
<b>Beskrivelse:</b>									
6.1 Merknader i tilknytning til oppmåling:									
6.10 Annet:									
Hovedinntrykk:									

Objekt	Skisser med mål og og andre opplysninger								
7 Opplager ved II	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; height: 100px;"> <div style="text-align: center;">Oppriss venstre</div> <div style="text-align: center;">Oppriss høyre</div> </div>								
Foto nr.									
Vertikalsnitt, mot landkar		Vertikalsnitt, mot landkar							
<b>Registreringer utført</b> (kryss av når utført):									
7.1 Oppmåling	<input type="checkbox"/>	7.2 Underlag	<input type="checkbox"/>	7.3 Innfesting	<input type="checkbox"/>	7.4 Glidesyst.	<input type="checkbox"/>	7.5 Fuktforhold	<input type="checkbox"/>
7.6 Korrosjon	<input type="checkbox"/>	7.7 Skjevstill.	<input type="checkbox"/>	7.8 Avskalling	<input type="checkbox"/>	7.9 Foto	<input type="checkbox"/>	7.10 Annet	<input type="checkbox"/>
<b>Beskrivelse:</b>									
7.1 Merknader i tilknytning til oppmåling:									
7.10 Annet:									
Hovedinntrykk:									

Objekt	Skisser med mål og og andre opplysninger								
<b>8</b>									
Foto nr.									
<b>Registreringer utført (kryss av når utført):</b>									
8.1 Oppmåling		8.2		8.3		8.4		8.5	
8.6		8.7		8.8		8.9 Foto		8.10 Annet	
<b>Beskrivelse:</b>									
8.1 Merknader i tilknytning til oppmåling:									
8.10 Annet:									
Hovedinntrykk:									

## Andre opplysninger/registreringer:

Vurdering av brua:

1. Stålbjellkene har mål: Stegg 420 mm og flens 170 mm. I ståltabeller finner vi at dette er en smal I-bjelke(INP) med motstandsmoment  $2040 \text{ cm}^3$ . I figur 46 finner vi at bjelken ligger på grensen til Bk 8. Noe korrosjon på bjelkene med litt tverrsnittsreduksjon gjør at vi er forsiktig i vurderingen av Bk 8.
2. Tredekke: Litt slitasje ellers i god stand. Ny forankring av tredekke er monter.(skruer, spiker.) Bjelkene i strøveden er målt til 73/198 mm, men senteravstanden  $c/c \sim 240 \text{ mm}$  er for stor. (De nye typetegningene beskriver 75/200 mm  $c/c = 150 \text{ mm}$ .)
3. Bredden på brua er for smal 3400 mm. (Minimum kjørebanebredde er 3500 mm.)
4. Løst rekkverk

Vurdering:

1. Brua holder ikke dagens krav til tømmertransport. Ved fortsatt bruk bør bjelker og brudekke etterregnes og bruksklasse skiltes.
2. Løst rekkverk repareres.
3. Oppgradering eller ny bru. Oppgradering krever at det legges to stålbjelker ved siden av de gamle som rustbehandles. Det legges nytt brudekke med strøved 75/200 mm med  $c/c 150 \text{ mm}$  og brubredden utvides til min 4000 mm. Landkarene tilpasses den nye brubredden.

Oppgraderingen blir omfattende og en bør vurdere ny bru.

## REGISTRERINGSARBEIDET UTFØRT AV:

Dato: 05.07.2011

Navn/etat/firma: TEJ Skogbrukets Kursinstitutt



## 11. Forvaltning, drift og vedlikehold

*Står du på ei bru er det godt å vite hva du har under deg. Grunnlaget for god forvaltning er bruas historikk. Et oppdatert bruarkiv med dokumentasjon av bruas byggedata, eventuell oppgradering og gjennomført vedlikehold gir vegeier grunnlag for å planlegge og budsjettere de tiltak som skal gjennomføres i løpet av en periode. Dette gir også en dokumentasjon med hensyn til ansvar.*

### 11.1 Drift

Drift er gjennomføring av planlagte oppgaver som er nødvendige for at brua skal fungere som forutsatt.

- Enkel inspeksjon med oppgradering av bruas tilstand i vegarkivet bør inngå i de periodiske vedlikeholdskontrollene som gjennomføres på landbruksvegene.
- Driftstiltak er oppgaver som må utføres regelmessig. Det er:
  - Reingjøring av brudekke, lageravsats og fuger
  - Vegetasjonsrydding og opprensning av vannløp

### 11.2 Vedlikehold

Vedlikehold er gjennomføring av planlagte tiltak som er nødvendige for å opprettholde brua på et fastsatt kvalitetsnivå og som dermed gjør det mulig å bruke den til sitt tiltenkte formål innenfor en gitt levetid. Vedlikehold er angitt som:

- Løpende vedlikehold er oppretting av tilfeldige skader eller tiltak som ikke kan planlegges på lang sikt. Det kan f. eks. være oppretting/utskifting av skadd rekkverk, oppfylling etter undergraving osv.
- Periodisk vedlikehold er planlagte tiltak for å opprettholde bruas standard. Tiltakene utføres før det oppstår skader og ofte med regelmessige intervaller eller etter forutgående vurdering av tilstanden, f. eks. overflatebehandling av bruelement, utskifting av slidedekke når spordybden har nådd et kritisk nivå osv.
- Reparasjon er planlagte tiltak som utføres for å gjenopprette et skadet elements funksjonsdyktighet, f. eks. mekanisk

reparasjon av betongskader, større oppretting/utskifting av rekkverk, lager osv.

### 11.3 Ansvar

Alle som har en veg har et ansvar. Ansvar for å eie vegen og ansvar for vegen som bruksområde.

Ansvarsområde, landbruksvegen med tilegnede herligheter inkluderer også bruer. Brua er en del av vegen. Uten varsling må det forventes at brua har samme bruksområde som vegen.

#### VEGEIERS ANSVAR ER UFRAVIKELIG

Erstatningsansvar avgjøres etter vanlige rettsregler for skadevoldelse.

De tre hovedvilkår er:

- Personen må ha lidt økonomisk tap. Det må bevises at skaden gir et reelt økonomisk tap. Erstatningen skal holde den skadelidte økonomisk skadesløs.
- Grunnlag for ansvar må foreligge. Skyldansvar kan oppstå ved grov uaktsomhet eller forsett fra vegeiers side dvs. hva som er normal reaksjon fra vegeiers side for å hindre den aktuelle risiko for skade.
- Det må være årsakssammenheng mellom tap og ansvarsgrunnlag. For den skadelidte må det ha oppstått et særpreget og ekstraordinært faremoment. Farer i dagliglivet kvalifiserer ikke til erstatning – risikoen må over en viss tålegrense. Skaderisikoen må for vegeier være forståelig og påregnelig om hun/han skal kunne stilles til ansvar.
- At risikoen skal være ekstraordinær for skadelidte og påregnelig for vegeier er forholdsvis strenge krav

### §§ Ansvar og kontroll

Forskrifter om tilskudd til nærings og miljøtiltak i skogbruket § 5. Tilskudd til vegbygging, betinger byggeplan som kommunen har godkjent og at det er et krav at vegen blir vedlikeholdt til den standard som den opprinnelig ble bygget.

- Vedlikehold/bruvedlikehold: Vegeiers ansvar
- Kontroll: Kommunen, kontrollinstans i første ledd.

## Vedlegg 1.

### Beregning av bæreevnen på eldre bruer i skogsbilvegnettet

#### Stålbjelker – tabeller

- Smale I-bjelker INP, bredden (b) er mindre enn ½ høyden (h). INP har skrå flenser.
- Middels brede bjelker IPE, bredden (b) er tilnærmet ½ høyden (h) til og med høyde 300 mm.
- Bredflensbjelker, normale HE-B (tidligere DIP), bredden (b) er lik høyden (h) til og med betegnelsen 300. Flensbredden (b) er 300 mm når høyden (h) er over 300 mm.
- Bredflensbjelker, lett HE-A (tidligere DIMEL), bredden (b) er større enn høyden (h) til og med betegnelsen 300. Flensbredden (b) er 300 mm når høyden er over 300 mm.

Smale I-bjelker e. NS 1906.

I	Vekt G kg/m	Høyde mm	Bredde mm	Steg- tykkelse mm	Flens- tykkelse mm	J <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>
80	5,94	80	42	3,9	5,9	77,8	19,5
100	8,34	100	50	4,5	6,8	171	34,2
120	11,1	120	58	5,1	7,7	328	54,7
140	14,3	140	66	5,7	8,6	573	81,9
160	17,9	160	74	6,3	9,5	935	117
180	21,9	180	82	6,9	10,4	1450	161
200	26,2	200	90	7,5	11,3	2140	214
220	31,1	220	98	8,1	12,2	3060	278
240	36,2	240	106	8,7	13,1	4250	354
260	41,9	260	113	9,4	14,1	5740	442
280	47,9	280	119	10,1	15,2	7590	542
300	54,2	300	125		16,2	9800	653
320	61,0	320	131	11,5	17,3	12510	782
340	68,0	340	137	12,2	18,3	15700	923
360	76,1	360	143	13,0	19,5	19610	1090
380	84,0	380	149	13,7	20,5	24010	1260
400	92,4	400	155	14,4	21,6	29210	1460
450	115	450	170	16,2	24,3	45850	2040
500	141	500	185	18,0	27,0	68740	2750
550	166	550	200	19,0	30,0	99180	3610
600	199	600	215	21,6	32,4	139000	4630

Anvendt vekt ved fakturering fra lager er ca. 2% høyere enn tabellverdiene.

Bredflensbjelker, normale HE-B etter NS 1908 (tidligere DIP)

HE-B	Vekt G kg/m	Høyde mm	Bredde mm	Steg- tykkelse mm	Flens- tykkelse mm	J <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>
100	20,4	100	100	6	10	450	90
120	26,7	120	120	6,5	11	864	144
140	33,7	140	140	7	12	1510	216
160	42,6	160	160	8	13	2490	311
180	51,2	180	180	8,5	14	3830	426
200	61,3	200	200	9	15	5700	570
220	71,5	222	220	9,5	16	8090	736
240	83,2	240	240	10	17	11260	938
260	93,0	260	260	10	17,5	14920	1150
280	103	280	280	10,5	18	19270	1380
300	117	300	300	11	19	25170	1680
320	127	320	300	11,5	20,5	30820	1930
340	134	340	300	12	21,5	36660	2160
360	142	360	300	12,5	22,5	43190	2400
400	155	400	300	13,5	24	57680	2880
450	171	450	300	14	26	79890	3550
500	187	500	300	14,5	28	107200	4290
550	199	550	300	15	29	136700	4970
600	212	600	300	15,5	30	171000	5700
650	225	650	300	16	31	210600	6480
700	241	700	300	17	32	256900	7340
800	262	800	300	17,5	33	359100	8980
900	291	900	300	18,5	35	494100	10980
1000	314	1000	300	19	36	644700	12890

Middels brede bjelker IPE e. NS 1910.

IPE, det nye europeiske normalprofil har parallelle flenser og lavere vekt enn I-bjelkene.

Anvendt vekt ved fakturering fra lager er ca. 2% høyere enn tabellverdiene.

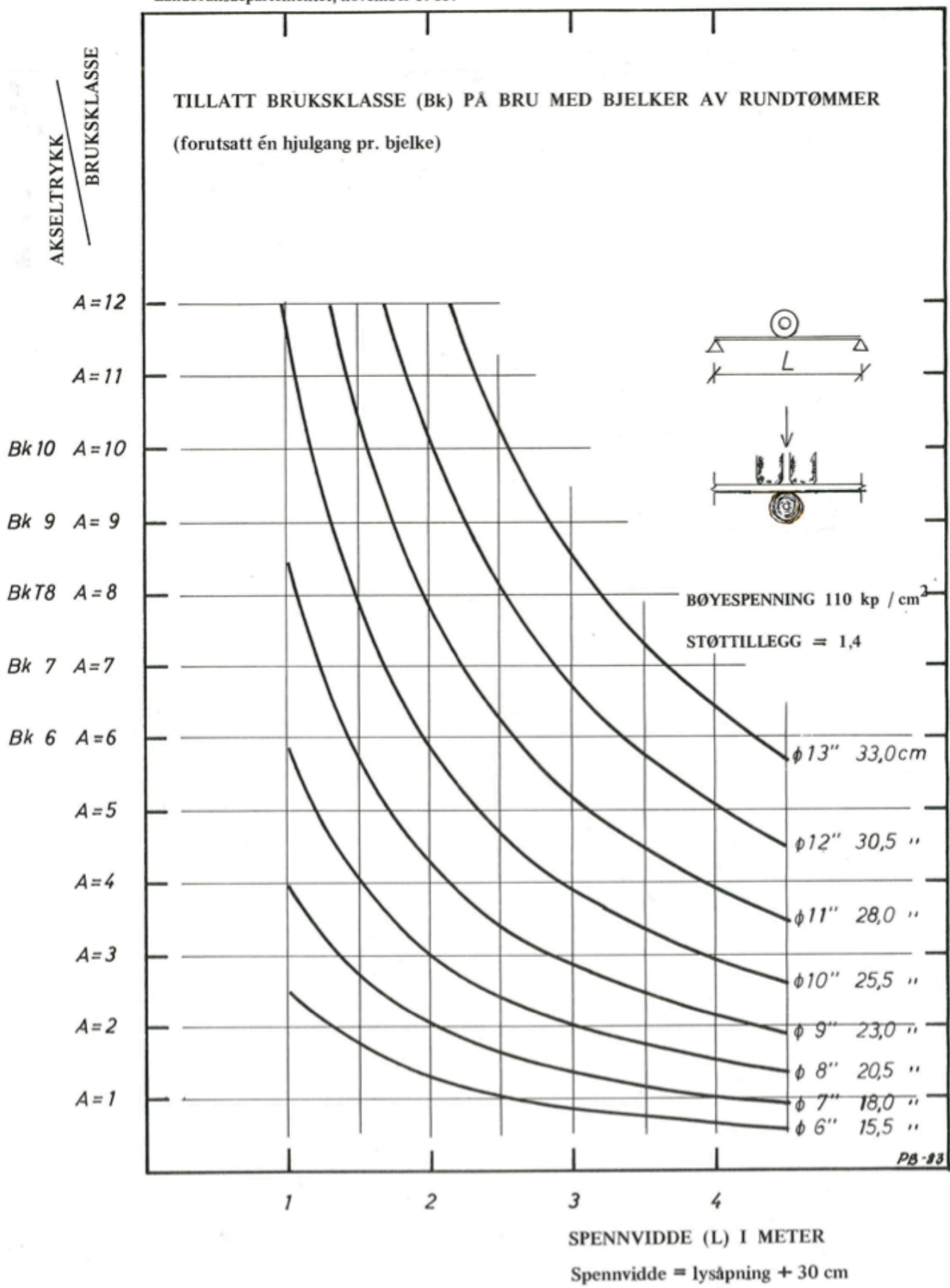
IPE	Vekt G kg/m	Høyde mm	Bredde mm	Steg- tykkelse mm	Flens- tykkelse mm	J <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>
80	6,00	80	46	3,8	5,2	80,1	20,0
100	8,10	100	55	4,1	5,7	171	34,2
120	10,4	120	64	4,4	6,3	318	53,0
140	12,9	140	73	4,7	6,9	541	77,3
160	15,8	160	82	5,0	7,4	869	109
180	18,8	180	91	5,3	8,0	1320	146
200	22,4	200	100	5,6	8,5	1940	194
220	26,2	220	110	5,9	9,2	2770	252
240	30,7	240	120	6,2	9,8	3890	324
270	36,1	270	135	6,6	10,2	5790	429
300	42,2	300	150	7,1	10,7	8360	557
330	49,1	330	160	7,5	11,5	11770	713
360	57,1	360	170	8,0	12,7	16270	904
400	66,3	400	180	8,6	13,5	23130	1160
450	77,6	450	190	9,4	14,6	33740	1500
500	90,7	500	200	10,2	16,0	48200	1930
550	106	550	210	11,1	17,2	67120	2440
600	122	600	220	12,0	19,0	92080	3070

Bredflensbjelker, lette HE-A etter NS 1907 (tidligere DIMEL)

HE-A	Vekt G kg/m	Høyde mm	Bredde mm	Steg- tykkelse mm	Flens- tykkelse mm	J <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>
100	16,7	96	100	5	8	349	73
120	19,9	114	120	5	8	806	106
140	24,7	133	140	5,5	8,5	1030	155
160	30,4	152	160	6	9	1670	220
180	35,5	171	180	6	9,5	2510	194
200	42,3	190	200	6,5	10	3690	389
220	50,5	210	220	7	11	5410	515
240	60,3	230	240	7,5	12	7760	675
260	68,2	250	260	7,5	12,5	10450	836
280	76,4	270	280	8	13	13670	1010
300	88,3	290	300	8,5	14	18260	1260
320	97,6	310	300	9	15,5	22930	1480
340	105	330	300	9,5	16,5	27690	1680
360	112	350	300	10	17,5	33090	1890
400	125	390	300	11	19	45070	2310
450	140	440	300	11,5	21	63720	2900
500	155	490	300	12	23	86970	3550
550	166	560	300	12,5	24	111900	4150
600	178	590	300	13	25	141200	4790
650	190	640	300	13,5	26	175200	5470
700	204	690	300	14,5	27	215300	6240
800	224	790	300	15	28	303400	7680
900	252	890	300	16	30	422100	9480
1000	272	990	300	16,5	31	553800	11190

Anvendt vekt ved fakturering fra lager er ca. 2% høyere enn tabellverdiene.

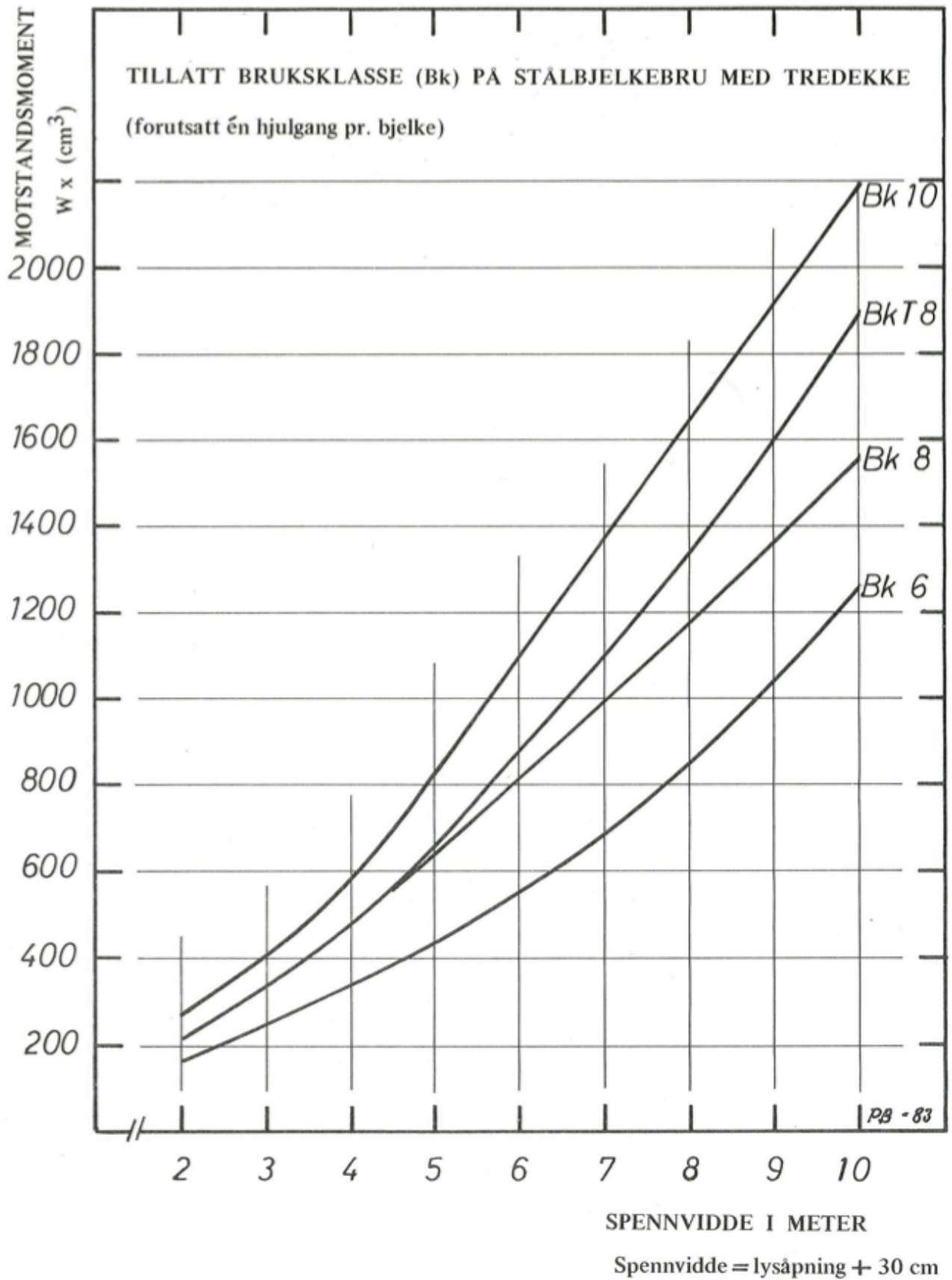
VEDLEGG TIL:  
 »Beregning av bæreevnen på eldre bruer i skogsbilvegnettets»  
 Landbruksdepartementet, november 1985.



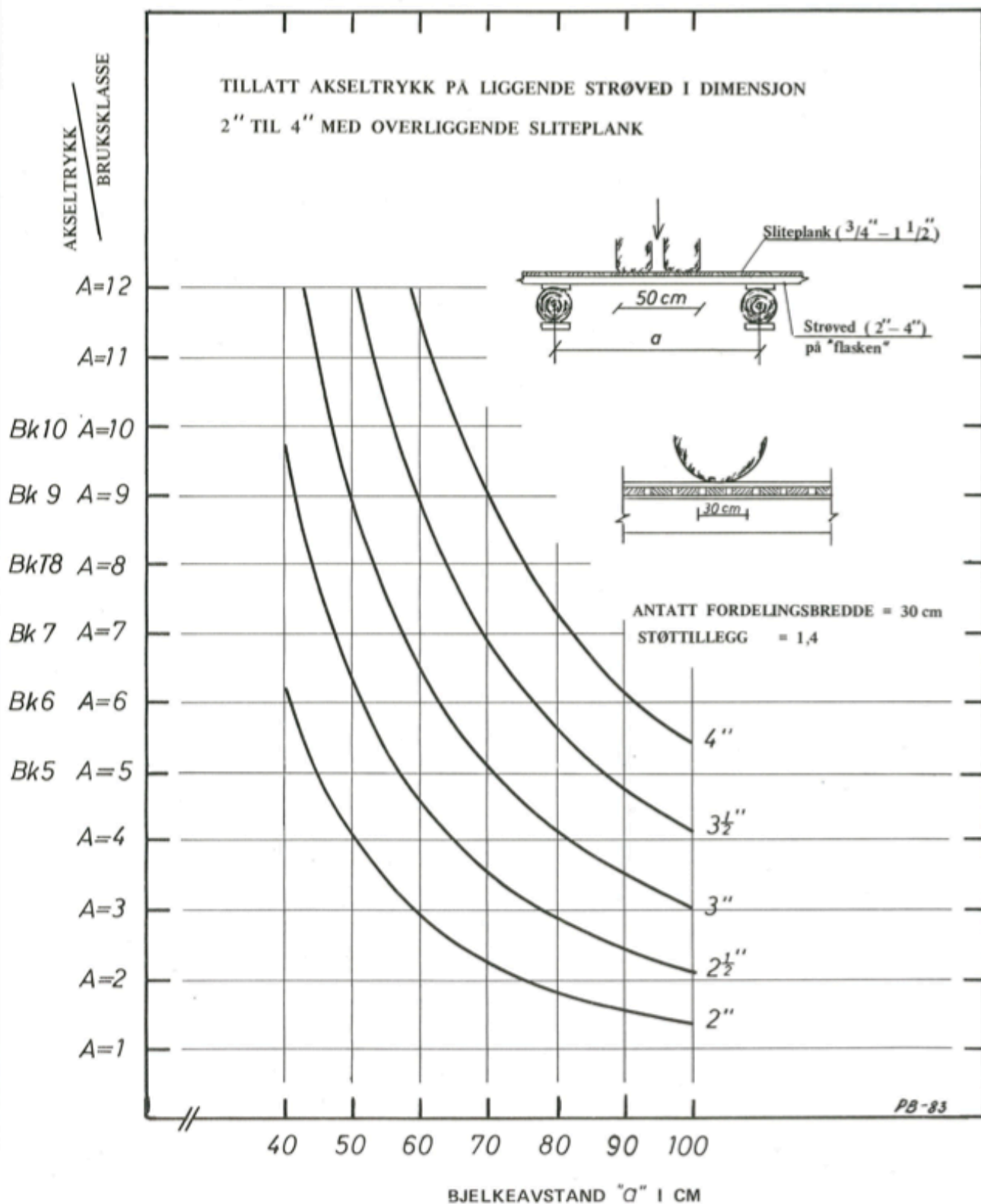
VEDLEGG TIL:

»Beregning av bæreevnen på eldre bruer i skogsbilvegnettet».

Landbruksdepartementet, november 1985.



VEDLEGG TIL:  
 »Beregning av bæreevnen på eldre bruer i skogsbilvegnettets.  
 Landbruksdepartementet, november 1985.



## Vedlegg 2.

### TILSTANDSREGISTRERING FOR SKOGBILVEGBRUER

BRU:

#### EKSISTERENDE OPPLYSNINGER OM BRUA

Brunummer:	Brunavn:	Eier:	Byggeår:
Fylke:	Vegnummer:	UTM-koordinater:	Reparert år:

Brusystem/typebru:	Konstruksjon:
Brudekke, inkl. slitedekke:	Underbygning:
Landkar:	Fundamentering:
Spennvidde:	Bredde:
Konstruert for lastklasse:	Konstruert for akseltrykk:

Andre opplysninger/kjent historikk vedr. brua:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## REGISTRERINGSDATA FOR BRUANALYSE

Alle mål i mm hvis ikke annet er angitt. Skisser suppleres med påtegninger, mål etc. i henhold til stedlig registrering. Særlig legges vekt på forhold av betydning for sikkerhet og brukbarhet.

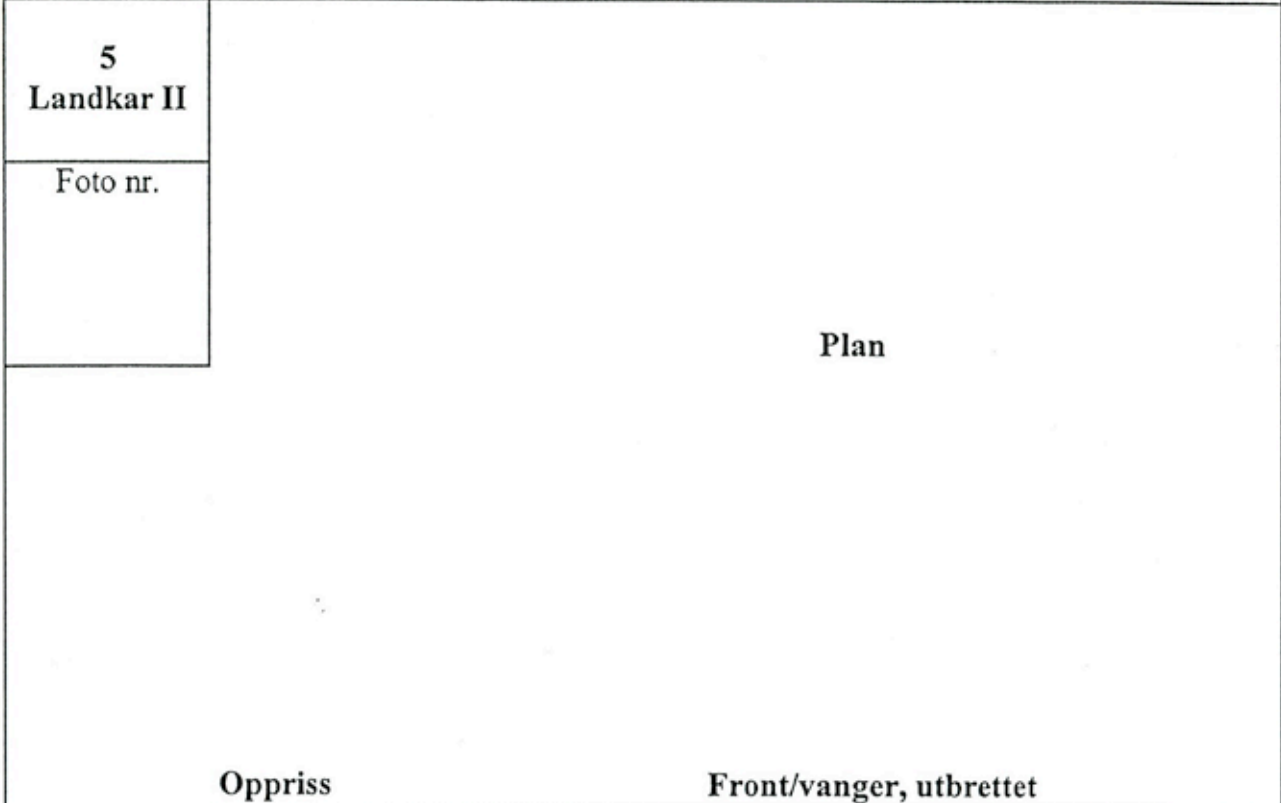
Objekt	Skisser med mål og og andre opplysninger				
<b>1 Plan</b>					
Foto nr.					
Nord-/sydpil:					
Vegsystem:					
<b>Registreringer utført</b> (kryss av når utført):					
1.1 Oppmåling	1.2 Stigninger	1.3 Kurver	1.4 Innkjøring	1.5 Landkar	
1.6 Forskyvn.	1.7 OK dekke	1.8 Rekkverk	1.9 Foto	1.10 Annet	
<b>Beskrivelse:</b>					
1.1 Merknader i tilknytning til oppmåling:					
1.10 Annet:					
Hovedinntrykk:					

Objekt	Skisser med mål og og andre opplysninger								
2 Oppriss									
Foto nr.									
<b>Registreringer utført</b> (kryss av når utført):									
2.1 Oppmåling		2.2 Hovedbær.		2.3 Sek.bæring		2.4 Dekke		2.5 Rekkverk	
2.6 Underbygn.		2.7 Terr.profil		2.8 Deformasj.		2.9 Foto		2.10 Annet	
<b>Beskrivelse:</b>									
2.1 Merknader i tilknytning til oppmåling:									
2.10 Annet:									
Hovedinntrykk:									



Objekt	Skisser med mål og og andre opplysninger									
3 Tverrsnitt										
Foto nr.										
<b>Registreringer utført</b> (kryss av når utført):										
3.1 Oppmåling		3.2 Hovedbær.		3.3 Sek.bæring		3.4 Dekke		3.5 Rekkverk		
3.6 Avstivning		3.7 Innfesting		3.8 Skjevstill.		3.9 Foto		3.10 Annet		
<b>Beskrivelse:</b>										
3.1 Merknader i tilknytning til oppmåling:										
3.10 Annet:										
Hovedinntrykk:										

Objekt	Skisser med mål og og andre opplysninger								
4 Landkar I	<div style="text-align: center; margin-top: 100px;">Plan</div>								
Foto nr.									
<b>Oppriss</b>				<b>Front/vanger, utbrettet</b>					
<b>Registreringer utført</b> (kryss av når utført):									
4.1 Type	<input type="checkbox"/>	4.2 Geometri	<input type="checkbox"/>	4.3 Fundament.	<input type="checkbox"/>	4.4 Fylling.	<input type="checkbox"/>	4.5 Sprekker	<input type="checkbox"/>
4.6 Avskalling	<input type="checkbox"/>	4.7 Deformasj.	<input type="checkbox"/>	4.8 Erosjon	<input type="checkbox"/>	4.9 Foto	<input type="checkbox"/>	4.10 Annet	<input type="checkbox"/>
<b>Beskrivelse:</b>									
4.1 Type landkar:									
4.10 Annet:									
Hovedinntrykk:									

Objekt	Skisser med mål og og andre opplysninger								
<b>5 Landkar II</b>	<div style="text-align: center; vertical-align: middle;">  <p style="text-align: center;">Plan</p> </div>								
Foto nr.									
<b>Oppriss</b>				<b>Front/vanger, utbrettet</b>					
<b>Registreringer utført</b> (kryss av når utført):									
5.1 Type	<input type="checkbox"/>	5.2 Geometri	<input type="checkbox"/>	5.3 Fundament.	<input type="checkbox"/>	5.4 Fylling.	<input type="checkbox"/>	5.5 Sprekker	<input type="checkbox"/>
5.6 Avskalling	<input type="checkbox"/>	5.7 Deformasj.	<input type="checkbox"/>	5.8 Erosjon	<input type="checkbox"/>	5.9 Foto	<input type="checkbox"/>	5.10 Annet	<input type="checkbox"/>
<b>Beskrivelse:</b>									
5.1 Type landkar:									
5.10 Annet:									
Hovedinntrykk:									

Objekt	Skisser med mål og og andre opplysninger								
<b>6 Opplager ved I</b>									
Foto nr.									
	<b>Oppriss venstre</b>			<b>Oppriss høyre</b>					
	<b>Vertikalsnitt, mot landkar</b>			<b>Vertikalsnitt, mot landkar</b>					
<b>Registreringer utført</b> (kryss av når utført):									
6.1 Oppmåling	<input type="checkbox"/>	6.2 Underlag	<input type="checkbox"/>	6.3 Innfesting	<input type="checkbox"/>	6.4 Glidesyst.	<input type="checkbox"/>	6.5 Fuktforhold	<input type="checkbox"/>
6.6 Korrosjon	<input type="checkbox"/>	6.7 Skjevstill.	<input type="checkbox"/>	6.8 Avskalling	<input type="checkbox"/>	6.9 Foto	<input type="checkbox"/>	6.10 Annet	<input type="checkbox"/>
<b>Beskrivelse:</b>									
6.1 Merknader i tilknytning til oppmåling:									
6.10 Annet:									
Hovedinntrykk:									

Objekt	Skisser med mål og og andre opplysninger								
7 Opplager ved II	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; height: 150px;"> <div style="text-align: center;">Oppriss venstre</div> <div style="text-align: center;">Oppriss høyre</div> </div>								
Foto nr.									
Vertikalsnitt, mot landkar				Vertikalsnitt, mot landkar					
<b>Registreringer utført</b> (kryss av når utført):									
7.1 Oppmåling		7.2 Underlag		7.3 Innfesting		7.4 Glidesyst.		7.5 Fuktforhold	
7.6 Korrosjon		7.7 Skjevstill.		7.8 Avskalling		7.9 Foto		7.10 Annet	
<b>Beskrivelse:</b>									
7.1 Merknader i tilknytning til oppmåling:									
7.10 Annet:									
Hovedinntrykk:									

Objekt	Skisser med mål og og andre opplysninger						
8							
Foto nr.							
<b>Registreringer utført (kryss av når utført):</b>							
8.1 Oppmåling	8.2	8.3	8.4	8.5			
8.6	8.7	8.8	8.9 Foto	8.10 Annet			
<b>Beskrivelse:</b> 8.1 Merknader i tilknytning til oppmåling:							
8.10 Annet:							
Hovedinntrykk:							

**Andre opplysninger/registreringer:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**REGISTRERINGSARBEIDET UTFØRT AV:**

Dato:

Navn/etat/firma:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Vedlegg: 3.

### Typetegninger for bruer, Landbruksdepartementet 1987

Eldre typetegninger er utarbeidet av Landbruksteknisk Institutt, NLH (UMB) og er datert 1977 og 1997-1989 og utgitt av Landbruksdepartementet.

Typetegningene omfatter:

	<i>Aksellast/totalvekt</i>	<i>Utgitt</i>
• Br/B 2a Stålbjelkebru med tredekke.	4/12t – 10/30 t *	1977
• Br/B 2a Stålbjelkebru med tredekke	4t – 7t – 10t *	1987
• Br/B 3b Stålbjelkebru med betongdekke	13 t	1987
• Br/B 3a Betongplatebru	13 t	1987
• Br/L 3a Landkar, høyde 3 m, på god byggegrunn (Materialliste mangler)	13 t	1980
• Br/L 3b Landkar, høyde 4 m, på god byggegrunn	13 t	1980/1989
• Br/L 3c Landkar, høyde 5 m, på god byggegrunn	13 t	1980/1989
• Br/L 3d Landkar, høyde 3 m, på middels god byggegrunn	13 t	1980/1989
• Br/L 3e Landkar, høyde 4 m, på middels god byggegrunn	13 t	1980/1989
• Br/L 3f Landkar, høyde 5 m, på middels god byggegrunn	13 t	1980/1989
• Br/P 3a Brupilar, 4-6-8 m, på god byggegrunn	13 t	1983/1989
• Massive landkar dimensjonering *		
• Massive vingemurer til massive landkar*		
• Vingemur av stor sprengstein/murt*		

(\* Mangler referanse til lastforskrift.)



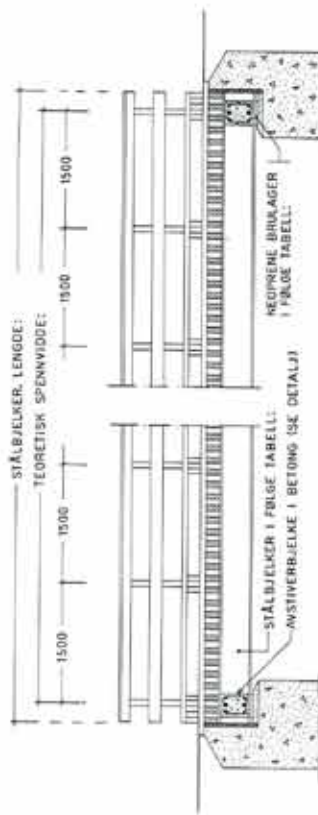
KULTURTEKNIKK – TYPETEGNING  
BRUER OG STIKKRENNER  
STÅLBJELKEBRU MED TREDEKKE

Br/B2a

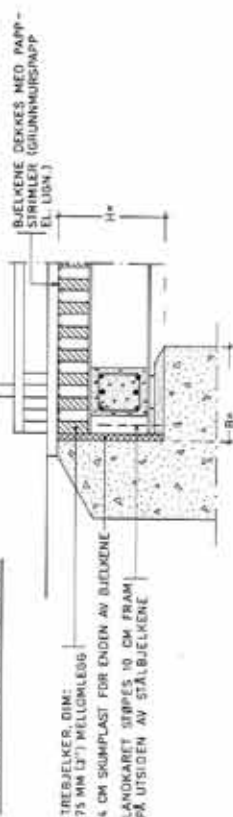
UTRITT RITT  
LANDER UTRINGSFORHOLD

ODDARÅT AS LÅNEMARKEDSPARTNERNET

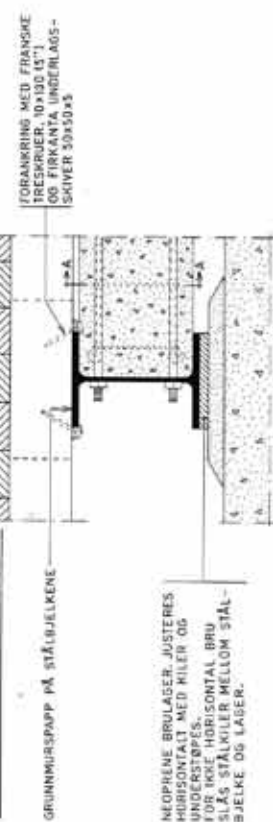
LENGDESNIITT



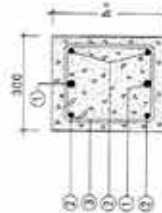
DETALJ: OPPLEGG PÅ BRUKAR



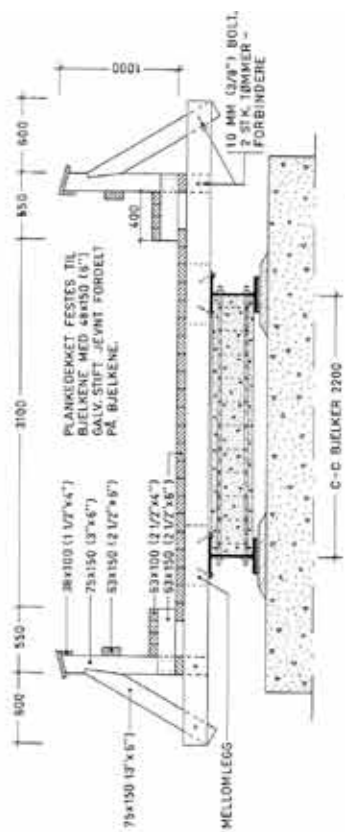
DETALJ: AVSTIVING AV STÅLBJELKER



SNITT A-A



TVERSNITT



TILLATT AKSELTRYKK 4 TONN. KJØRETØYETS TOTALVEKT MAKS. 12 TONN.

STÅLKVALITET	STÅLBJELKER						NEOPRENE BRULAGER (BLOKK-LAGER) MAKS. TILLATT BELASTNING 100 KPa/CM²	DIMENSJON	
	ST 37		ST 42		ST 52				
BEJELKETYPE	IPE	HE-A	HE-B	IPE	HE-A	HE-B	IPE	HE-A	HE-B
2,0	180	160	140	180	140	120	160	120	120
4,0	240	200	180	240	200	160	220	160	140
5,0	330	240	220	330	240	220	300	220	200
8,0	400	300	260	400	280	260	330	260	220
10,0	450	340	300	450	320	280	400	280	260
12,0	550	400	340	500	380	320	450	320	280
14,0	600	450	400	600	450	400	500	380	320
16,0	800	600	500	800	600	550	600	500	400
18,0	900	700	600	900	700	600	650	550	450
20,0	1000	800	700	1000	800	700	700	600	500
20,0	850	600	500	850	550	500	600	500	450

TREBJELKER: 75x150 (3 1/2" x 6")

TILLATT AKSELTRYKK 10 TONN. KJØRETØYETS TOTALVEKT MAKS. 30 TONN.

STÅLKVALITET	STÅLBJELKER						NEOPRENE BRULAGER (BLOKK-LAGER) MAKS. TILLATT BELASTNING 100 KPa/CM²	DIMENSJON	
	ST 37		ST 42		ST 52				
BEJELKETYPE	IPE	HE-A	HE-B	IPE	HE-A	HE-B	IPE	HE-A	HE-B
2,0	270	240	200	240	220	200	220	200	160
4,0	360	280	220	330	240	220	300	220	200
5,0	450	320	280	450	320	280	400	280	260
8,0	550	400	360	550	400	340	450	320	300
10,0	600	500	450	600	450	400	500	400	340
12,0	700	550	500	700	550	500	600	450	400
14,0	800	650	600	800	650	600	700	550	500
16,0	900	750	700	900	750	700	800	650	550
18,0	1000	850	800	1000	800	700	900	700	600
20,0	1000	900	800	1000	800	700	1000	800	700

TREBJELKER: 75x200 (3 1/2" x 8")

ST 37 ER VANLIGVIS LAGERVARE, ST 42 OG ST 52 MÅ SOM REGEL FORHÅNDBESTILLES.

UTFORMING OG DIMENSJONERING AV BRUKAR MÅ TILPASSES GRUNNFØRHOLD OG BRØBELASTNING. NB! TREMATERIALENE MÅ VERE TRYKKIMPREGNERT. ALT AV STÅL SMØRES MED RUSTBESKYTTENDE MIDDEL, BRUK GALV. STIFT.

ALLE UBENEVNTA MÅL I MM

# MATERIALLISTE

## STÅLBJELKEBRU MED TREDEKKE

### AKSELTRYKK 10 TONN OG 7 TONN

# VEDLEGG

Br/B 2a  
Mai 1987

Antall meter trematerialer av hver dimensjon for ulike brulengder.

Dimensjon (mm)	Fri lengde (bruspenn) i m									
	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0
75x200 (3"x8")	112	198	283	367	452	538	623	708	793	878
75x150 (2½"x6")	15	20	24	34	39	44	53	58	63	72
63x150 (2½"x6")	81	136	190	246	300	355	411	465	519	576
63x100 (2½"x4")	20	36	52	68	84	100	116	132	148	164
38x100 (1½"x4")	5	9	13	17	21	25	29	33	37	41
38x225 (1½"x9")	5	9	13	17	21	25	29	33	37	41

### AKSELTRYKK 4 TONN

Antall meter trematerialer av hver dimensjon for ulike brulengder.

Dimensjon (mm)	Fri lengde (bruspenn) i m									
	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0
75x150 (3"x6")	127	218	307	401	491	582	676	766	856	950
63x150 (2½"x6")	81	136	190	246	300	355	411	465	519	576
63x100 (2½"x4")	20	36	52	68	84	100	116	132	148	164
38x100 (1½"x4")	5	9	13	17	21	25	29	33	37	41
38x225 (1½"x9")	5	9	13	17	21	25	29	33	37	41

Det må regnes tillegg for kapp m.v.

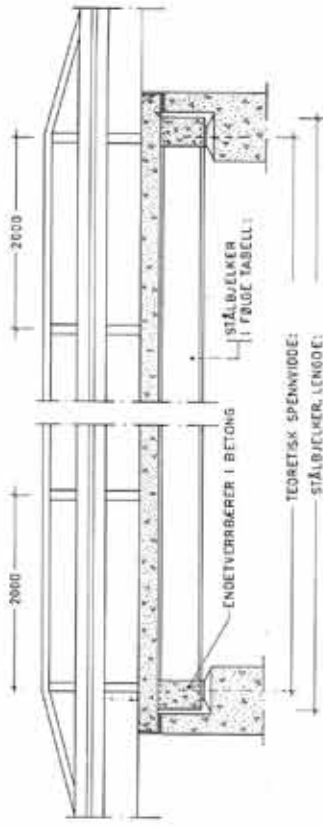
NB! Materialene må være trykkimpregnerte.

Materialer i avstiverbjelke av betong er ikke tatt med. Må beregnes særskilt.

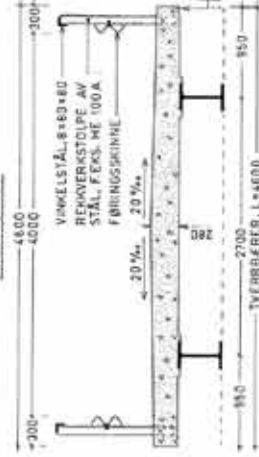
BRUER OG STIKKRENNER, STÅLBELKEBRU  
MED BETONGDEKKE, AKSELTRYKK 13 TONN

REVIDERT 1987  
LANDBRUKSMINISTERIET

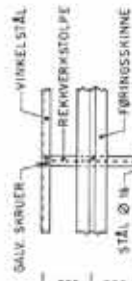
LENGDESNIITT



TVERRSNIITT



DETALJ: REKKVERK

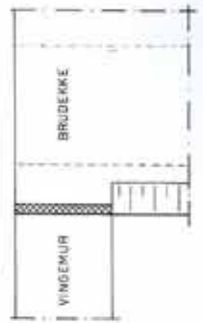


VED AVSLUTNING AV REKKVERKET  
SKAL FORINGSSKINNE LEDES NED  
TIL TERRENGSNØDE.

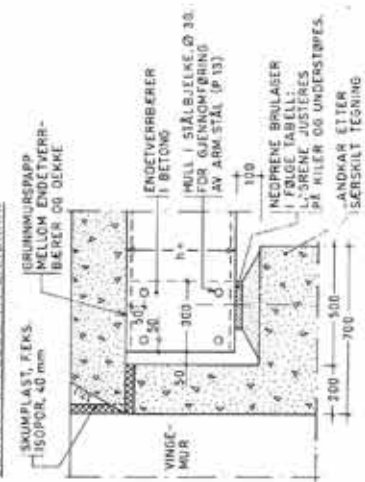
DETALJ: UTSPARING FOR  
REKKVERKSTOLPE



DETALJ: GRUNNRIS,  
OPPLEGG MOT VINGEMUR

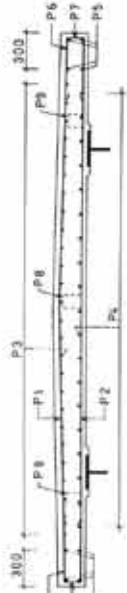


DETALJ: OPPLEGG PÅ LANDKAR



UTARBEID PÅ GRUNNLAG AV VEGVESENETS BRUKHÅNDBOK.

ARMERINGSTEIN OG, TVERRSNITT



ARMERING, OPPLEGG PÅ  
LANDKAR, LENGDESNIITT



ARMERING: K400TS (TIDL.) K540 K5 405 I BØYLER.  
OVERDEKNING: SIDEKANT DEKKE 35 mm, FOR ØVRIG 30 mm.  
BETONG: C 35 (SYNK 40-50 mm).  
TVERRBERER ARMERES MED "DOBLE BØYLER".  
VED HVER REKKVERKSPÅRING TO EKSTRA BØYLER-P7.

BØYELISTE

NR.	BELISSEMETH	SKISSE	MF.	BELISSEMETH	SKISSE
P1	TVERRARMERING OK		P8	MONTERINGSHESTER FOR OK ARMERING	
P2	TVERRARMERING OK		P9	MONTERINGSHESTER FOR OK ARMERING	
P3	LENGDARMERING OK		P10	BØYLER I OPPLEGSKANT	
P4	LENGDARMERING OK		P11	EKSTRA TVERRARMERING	
P5	LENGDEARM I SIDEKANT OK OG UK		P12	BØYLER I TVERRBERER	
P6	BØYLER VED REKKVERKSTOLPE		P13	LENGDARMERING I TVERRBERER	
P7	BØYLER I SIDEKANT				

1) 60 cm OMFAK VED SKJUTING, SKJUTER I LENGDEARMERING FORSKYVES I FORHOLD TIL HYERANDRE.  
2) BØYES FERDIS PÅ STEDET.

TABELL OVER MATERIALDIMENSJON OG KVANTUM FOR STÅLBELKEBRU.

TEORETISK SPENNVIDDE	8,0 m	10,0 m	12,0 m	14,0 m	16,0 m	18,0 m	20,0 m	22,0 m
W 1	HE 400 A	HE 500 A	HE 550 B	HE 700 A	HE 800 A	HE 800 B	HE 1000 A	HE 1000 B
W 2	HE 400 A	HE 500 A	HE 550 B	HE 700 A	HE 800 A	HE 800 B	HE 1000 A	HE 1000 B
W 3	HE 500 A	HE 550 A	HE 600 A	HE 700 B	HE 800 A	HE 800 B	HE 1000 B	HE 1000 B
W 4	HE 500 A	HE 550 A	HE 600 A	HE 700 B	HE 800 A	HE 800 B	HE 1000 B	HE 1000 B
W 5	HE 500 A	HE 550 A	HE 600 A	HE 700 B	HE 800 A	HE 800 B	HE 1000 B	HE 1000 B
NEOPRENE BRILASER	150 x 200 x 35	200 x 300 x 41	200 x 300 x 41	200 x 300 x 41	200 x 300 x 41	200 x 300 x 41	200 x 300 x 41	200 x 300 x 41
P1	16	100	85	4500	38	4500	112	4500
P2	16	125	71	4500	87	4500	103	4500
P3	12	150	26	8600	26	10600	26	12000
P4	12	150	-	-	26	1200	26	3200
P5	16	200	18	8800	18	10600	18	12000
P6	16	200	-	-	18	1400	18	3400
P7	16	-	-	-	-	8	10000	8
P8	16	-	-	-	-	1460	8	5400
P9	16	-	-	-	-	1460	8	5400
P10	16	-	-	-	-	1460	8	5400
P11	12	100	18	1140	18	1140	228	1140
P12	12	100	8	740	12	740	16	740
P13	10	1000	6	740	20	670	32	670
P14	10	1000	6	740	20	670	32	670
P15	10	1000	6	740	20	670	32	670
P16	10	1000	6	740	20	670	32	670
P17	10	1000	6	740	20	670	32	670
P18	10	1000	6	740	20	670	32	670
P19	10	1000	6	740	20	670	32	670
P20	10	1000	6	740	20	670	32	670
P21	10	1000	6	740	20	670	32	670
P22	10	1000	6	740	20	670	32	670
P23	10	1000	6	740	20	670	32	670
P24	10	1000	6	740	20	670	32	670
P25	10	1000	6	740	20	670	32	670

3) ST 37 ER VANLIGVIS LAGERVARE.

A-hyl 08T

ALLE UBEGREVNTE MÅL I mm

# MATERIALLISTE

## STÅLBJELKEBRU M/BETONGDEKKE AKSELTRYKK 13 TONN

# VEDLEGG

Br/B 3b  
Mai 1987

Fri lengde (bruspenn) 8 m.

Armeringsstål (K 400 TS, tidligere ks 40, ks 40 S)						
Ø, mm	Pos.	Ant.	m	Sum, m	kg/m	Sum, kg
10	P 8	8	0,74	5,9		
	P 9	16	0,67	10,7		
	P 10	48	2,00	96,0		
				112,6	0,629	70,8
12	P 3a	26	8,60	223,6		
	P 3b	0	0,00	0,0		
	P 7	136	1,14	155,0		
	P 11	4	3,80	15,2		
	P 12	96	0,82	78,7		
				472,5	0,906	428,1
16	P 1	58	4,50	261,0		
	P 2	71	4,50	319,5		
	P 4a	19	8,80	167,2		
	P 4b	0	0,00	0,0		
	P 5a	8	8,80	70,4		
	P 5b	0	0,00	0,0		
	P 6	10	2,00	20,0		
				838,1	1,61	1349,3
25	P 13	8	4,50	36,0	3,93	141,5
						1989,7

Til brudekket og endetverrbærerne går det med 10,8 m<sup>3</sup> betong (kvalitet C 35). Tillegg for synk er ikke tatt med. Det er her regnet med HE-A-bjelker, stålqualität St 52.

Fri lengde (bruspenn) 10 m.

Armeringsstål (K 400 TS, tidligere ks 40, ks 40 S)						
Ø, m	Pos.	Ant.	m	Sum, m	kg/m	Sum, kg
10	P 8	10	0,74	7,4		
	P 9	20	0,67	13,4		
	P 10	48	2,00	96,0		
				116,8	0,629	73,5
12	P 3a	26	10,60	275,6		
	P 3b	0	0,00	0,00		
	P 7	166	1,14	189,2		
	P 11	4	3,80	15,2		
	P 12	96	1,00	96,0		
				576,0	0,906	521,9
16	P 1	71	4,50	319,5		
	P 2	87	4,50	391,5		
	P 4a	19	10,80	205,2		
	P 4b	0	0,00	0,0		
	P 5a	8	10,80	86,4		
	P 5b	0	0,00	0,0		
	P 6	12	2,00	24,0		
				1026,6	1,61	1652,8
25	P 13	8	4,50	36,0	3,93	141,5
						2389,7

Til brudekket og endetverrbærerne går det med 13,3 m<sup>3</sup> betong (kvalitet C 35). Tillegg for synk er ikke tatt med. Det er her regnet med HE-A-bjelker, stålqualität St 52.

Fri lengde (bruspenn) 12 m.

Armeringsstål (K 400 TS, tidligere ks 40, ks 40 S)						
Ø,mm	Pos.	Ant.	m	Sum, m	kg/m	Sum, kg
10	P 8	12	0,74	8,9		
	P 9	24	0,67	16,1		
	P 10	48	2,00	96,0		
				<u>121,0</u>	0,629	76,1
12	P 3a	26	12,00	312,0		
	P 3b	26	1,20	31,2		
	P 7	198	1,14	225,7		
	P 11	4	3,80	15,2		
	P 12	96	1,20	115,2		
				<u>699,3</u>	0,906	633,6
16	P 1	85	4,50	382,5		
	P 2	103	4,50	463,5		
	P 4a	19	12,00	228,0		
	P 4b	19	1,40	26,6		
	P 5a	8	12,00	96,0		
	P 5b	8	1,40	11,2		
	P 6	14	2,00	28,0		
				<u>1235,8</u>	1,61	1989,6
25	P 13	8	4,50	36,0	3,93	<u>141,5</u>
						<u>2840,8</u>

Til brudekket og endetverrbærerne går det med 15,8 m<sup>3</sup> betong (kvalitet C 25). Tillegg for synk er ikke tatt med. Det er her regnet med HE-A-bjelker, stålqualität St 52.

Fri lengde (bruspenn) 14 m.

Armeringsstål (K 400 TS, tidligere ks 40, ks 40 S)						
Ø,mm	Pos.	Ant.	m	Sum, m	kg/m	Sum, kg
10	P 8	14	0,74	10,4		
	P 9	28	0,67	18,8		
	P 10	48	2,00	96,0		
				<u>125,2</u>	0,629	78,8
12	P 3a	26	12,00	312,0		
	P 3b	26	3,20	83,2		
	P 7	228	1,14	259,9		
	P 11	4	3,80	15,2		
	P 12	96	1,30	124,8		
				<u>795,1</u>	0,906	720,4
16	P 1	98	4,50	441,0		
	P 2	119	4,50	535,5		
	P 4a	19	12,00	228,0		
	P 4b	19	3,40	64,6		
	P 5a	8	12,00	96,0		
	P 5b	8	3,40	27,2		
	P 6	16	2,00	32,0		
				<u>1424,3</u>	1,61	2293,1
25	P 13	8	4,50	36,0	3,93	<u>141,5</u>
						<u>3233,8</u>

Til brudekket og endetverrbærerne går det med 18,3 m<sup>3</sup> betong (kvalitet C 35). Tillegg for synk er ikke tatt med. Det er her regnet med HE-A-bjelker, stålqualität St 52.

Fri lengde (bruspenn) 16 m.

Armeringsstål (K 400 TS, tidligere ks 40, ks 40 S)						
Ø,mm	Pos.	Ant.	m	Sum, m	kg/m	Sum, kg
10	P 8	16	0,74	11,8		
	P 9	32	0,67	21,4		
	P 10	48	2,00	96,0		
				<u>129,2</u>	0,629	81,3
12	P 3a	26	12,00	312,0		
	P 3b	26	5,20	135,2		
	P 7	260	1,14	296,4		
	P 11	4	3,80	15,2		
	P 12	96	1,50	144,0		
			<u>902,8</u>	0,906	817,9	
16	P 1	112	4,50	504,0		
	P 2	135	4,50	607,0		
	P 4a	19	12,00	228,0		
	P 4b	19	5,40	102,6		
	P 5a	8	12,00	96,0		
	P 5b	8	5,40	43,2		
	P 6	18	2,00	36,0		
			<u>1617,3</u>	1,61	2603,9	
25	P 13	8	4,50	<u>36,0</u>	3,93	<u>141,5</u>
						<u>3644,6</u>

Til brudekket og endetverrbærerne går det med 20,7 m<sup>3</sup> betong (kvalitet C 35). Tillegg for synk er ikke tatt med. Det er her regnet med HE-A-bjelker, stålqualität St 52.

Fri lengde (bruspenn) 18 m.

Armeringsstål (K 400 TS, tidligere ks 40, ks 40 S)						
Ø,mm	Pos.	Ant.	m	Sum, m	kg/m	Sum, kg
10	P 8	18	0,74	13,3		
	P 9	36	0,67	24,1		
	P 10	48	2,00	96,0		
				<u>133,4</u>	0,629	83,9
12	P 3a	26	12,00	312,0		
	P 3b	26	7,20	187,2		
	P 7	290	1,14	330,6		
	P 11	4	3,80	15,2		
	P 12	96	1,70	163,2		
				<u>1008,2</u>	0,906	913,4
16	P 1	125	4,50	562,5		
	P 2	151	4,50	679,5		
	P 4a	19	12,00	228,0		
	P 4b	19	7,40	140,6		
	P 5a	8	12,00	96,0		
	P 5b	8	7,40	59,2		
	P 6	20	2,00	40,0		
				<u>1805,8</u>	1,61	2907,3
25	P 13	8	4,50	<u>36,0</u>	3,93	<u>141,5</u>
						<u>4046,1</u>

Til brudekket og endetverrbærerne går det med 23,2 m<sup>3</sup> betong (kvalitet C 35). Tillegg for synk er ikke tatt med. Det er her regnet HE-A-bjelker, stålqualität St 52.

Fri lengde (bruspenn) 20 m.

Armeringsstål (K 400 TS, tidligere ks 40, ks 40 S)						
Ø,mm	Pos.	Ant.	m	Sum, m	kg/m	Sum, kg
10	P 8	20	0,74	14,8		
	P 9	40	0,67	26,8		
	P 10	48	2,00	96,0		
				<u>137,6</u>	0,629	86,6
12	P 3a	26	12,00	312,0		
	P 3b	26	9,20	239,2		
	P 7	320	1,14	364,8		
	P 11	4	3,80	15,2		
	P 12	96	1,90	182,4		
				<u>1113,6</u>	0,906	1008,9
16	P 1	138	4,50	621,0		
	P 2	167	4,50	751,5		
	P 4a	19	12,00	228,0		
	P 4b	19	9,40	178,6		
	P 5a	8	12,00	96,0		
	P 5b	8	9,40	75,2		
	P 6	22	2,00	44,0		
				<u>1994,3</u>	1,61	3210,8
25	P 13	8	4,50	36,0	3,93	<u>141,5</u>
						<u>4447,8</u>

Til brudekket og endetverrbærerne går det med 25,7 m<sup>3</sup> betong (kvalitet C 35). Tillegg for synk er ikke tatt med. Det er her regnet med HE-A-bjelker, stålqualität St 52.

Fri lengde (bruspenn) 22 m.

Armeringsstål (K 400 TS, tidligere ks 40, ks 40 S)						
Ø,mm	Pos.	Ant.	m	Sum, m	kg/m	Sum, kg
10	P 8	22	0,74	16,3		
	P 9	44	0,67	29,5		
	P 10	48	2,00	96,0		
				<u>141,8</u>	0,629	89,2
12	P 3a	26	12,00	312,0		
	P 3b	26	11,20	291,2		
	P 7	350	1,14	399,0		
	P 11	4	3,80	15,2		
	P 12	96	2,10	201,6		
				<u>1219,0</u>	0,906	1104,4
16	P 1	151	4,50	679,5		
	P 2	183	4,50	823,5		
	P 4a	19	12,00	228,0		
	P 4b	19	11,40	216,6		
	P 5a	8	12,00	96,0		
	P 5b	8	11,40	91,2		
	P 6	24	2,00	48,0		
				<u>2182,8</u>	1,61	3514,3
25	P 13	8	4,50	36,2	3,93	<u>141,5</u>
						<u>4849,4</u>

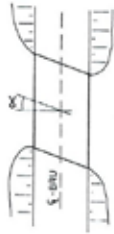
Til brudekket og endetverrbærerne går det med 28,1 m<sup>3</sup> betong (kvalitet C 35). Tillegg for synk er ikke tatt med. Det er her regnet med HE-A-bjelker, stålqualität St 52.

KULTURTEKNIKK - TYPETEGNING  
 BRUER OG STIKKRENNER  
 BETONGPLATEBRU, AKSELTRYKK 13 TONN

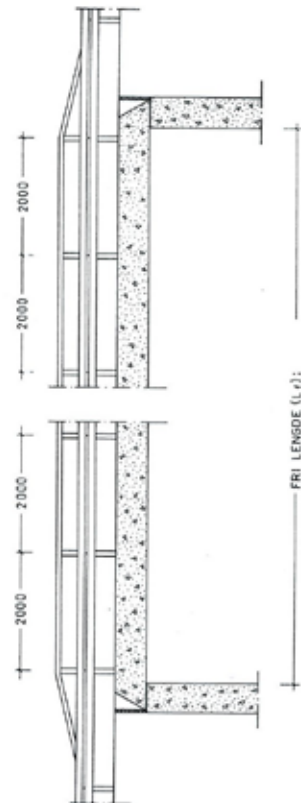
Br/ B 3a  
 REVIDERT 1987  
 LANDBRUKSDEPARTEMENTET

TEGNINGEN GJELDER RETTE OG SKJEVE BRUER  $\alpha < 20^\circ$ .

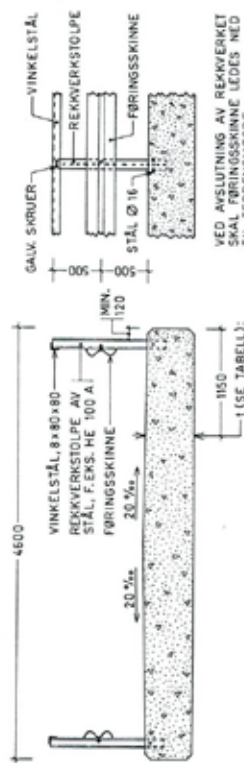
GRUNNRISSE, SKJEVE BRU



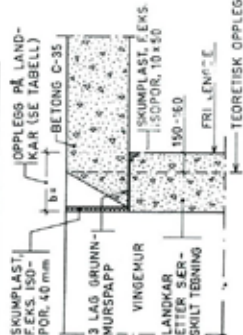
LENGDESNIITT



TVERRSNITT



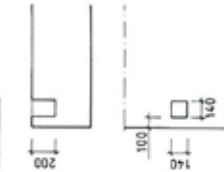
DETALJ: OPPLÈGG PÅ LANDKAR.



DETALJ: GRUNNRISSE, OPPLÈGG MOT VINGEMUR.

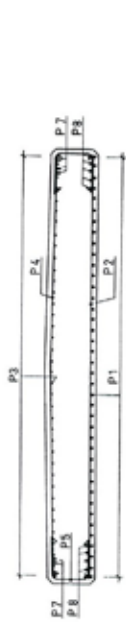


DETALJ: UTSPARING FOR REKKVERNSTOLPE.



UTARBEDD PÅ GRUNNLAG AV VEGVESENETS BRUHANDBOK.

ARMERINGSTEGNING, TVERRSNITT.



ARMERING, OPPLÈGG PÅ LANDKAR, LENGDESNIITT.



GRUNNRISSE



ARMERING: K400 TS (TIDL.: Ks 40, Ks 40 S I BØYLER).  
 OVERKANT: OVERKANT ØKJ PLATE 55mm, FOR ØNDRIG 30mm.  
 BETONG: C-35 (SYNK 40-60mm).  
 VED HVER REKKVERNSUTSPARING TO EKSTRA BØYLER - P5.

TABELL OVER MATERIALDIMENSJON OG KVANTUM FOR BETONGPLATEBRU.

FRI LENGDE (L <sub>f</sub> )	2,0 m				4,0 m				6,0 m						
	OPPLÈGG (b)				350 mm				400 mm						
POSITION NR.	SKISSE	DM	C/C	ANT.	LENGDE	SKISSE	DM	C/C	ANT.	LENGDE	SKISSE	DM	C/C	ANT.	LENGDE
P1		20	200	24	2800		20	100	47	4800		25	140	33	6700
P2		18	200	17	4500		12	150	30	4500		12	200	24	4500
P3		12	200	24	2200		12	200	22	4500		12	200	22	4500
P4		12	150	62	1200		12	150	62	1200		12	150	62	1200
P5		25	-	10	2500		25	-	10	2500		25	-	10	2500
P6 1)		10	1000	2	700		10	1000	4	700		10	1000	4	700
P7		10	1000	2	700		10	1000	4	700		10	1000	4	700
P8		10	1000	2	700		10	1000	4	700		10	1000	4	700
P9 2)		10	1000	2	700		10	1000	4	700		10	1000	4	700
FRI LENGDE (L <sub>f</sub> )	8,0 m				10,0 m				12,0 m						
PLTYKKELSE (t)	420 mm				510 mm				610 mm						
OPPLÈGG (b)	400 mm				500 mm				500 mm						
POSITION NR.	SKISSE	DM	C/C	ANT.	LENGDE	SKISSE	DM	C/C	ANT.	LENGDE	SKISSE	DM	C/C	ANT.	LENGDE
P1		25	120	39	6700		25	100	47	10100		25	90	57	10100
P2		18	200	17	4500		16	200	17	4500		16	200	17	4500
P3		12	200	24	2200		16	200	24	10200		16	170	24	4500
P4		12	150	62	1200		16	200	24	4500		16	170	24	4500
P5		15	200	100	1300		16	200	100	1400		16	170	100	1500
P6 1)		12	150	62	1400		12	150	62	1500		16	150	62	1600
P7		25	-	10	8600		25	-	10	8600		25	-	10	12000
P8		25	-	10	8600		25	-	10	8600		25	-	10	12000
P9 2)		12	1000	8	1080		12	1000	10	1280		16	1000	12	1680

- 1) POS. 6 BØYER PÅ BYGGELASSEN.
- 2) MONTERINGSHESTER FOR ØK. ARMERING. Plasseres i  $\xi$  MED C/C 1000.
- 3) ANNET HVERT STÅL FORSKYVES I LENGDERETNINGEN.

Arkiv 1887

ALLE UBENEVNT MÅL 1 mm



# MATERIALLISTE

# VEDLEGG

BETONGPLATEBRU, AKSELTRYKK 13 TONN

Br/B 3a  
Mai 1987

Fri lengde (bruspenn) 2 m.

Armeringsstål (K 400 TS, tidligere ks 40, ks 40 S)						
Ø,mm	Pos.	Ant.	m	Sum, m	kg/m	Sum, kg
10	P 9	2	0,70	1,4	0,629	0,9
12	P 2	17	4,50	76,5		
	P 3	24	2,20	52,8		
	P 4	12	4,50	54,0		
	P 5	34	1,10	37,4		
	P 6	62	1,20	74,4		
				<u>295,1</u>	0,906	267,4
20	P 1	24	2,60	62,4	2,52	157,2
25	P 7	6	2,50	15,0		
	P 8	10	2,50	25,0		
				<u>40,0</u>	3,93	<u>157,2</u>
						<u>582,7</u>

Til brudekket går det med 2,7 m<sup>3</sup> betong (kvalitet C 35). Tillegg for synk er ikke tatt med.

Fri lengde (bruspenn) 4 m.

Armeringsstål (K 400 TS, tidligere ks 40, ks 40 S)						
Ø,mm	Pos.	Ant.	m	Sum, m	kg/m	Sum, kg
10	P 9	4	0,70	2,8	0,629	1,8
12	P 2	30	4,50	135,0		
	P 3	24	4,20	100,8		
	P 4	22	4,50	99,0		
	P 5	62	1,10	68,2		
	P 6	62	1,20	74,4		
				<u>477,4</u>	0,906	432,5
20	P 1	47	4,60	216,2	2,52	544,8
25	P 7	6	4,50	27,0		
	P 8	10	4,50	45,0		
				<u>72,0</u>	3,93	<u>283,0</u>
						<u>1262,1</u>

Til brudekket går det med 4,8 m<sup>3</sup> betong (kvalitet C 35). Tillegg for synk er ikke tatt med.

Fri lengde (bruspenn) 6 m.

Armeringsstål (K 400 TS, tidligere ks 40, ks 40 S)						
Ø,mm	Pos.	Ant.	m	Sum, m	kg/m	Sum, kg
10	P 9	6	0,88	5,3	0,629	3,3
12	P 2	57	4,50	256,5		
	P 3	24	6,20	148,8		
	P 4	32	4,50	144,0		
	P 5	116	1,20	139,2		
	P 6	62	1,30	80,6		
				<u>769,1</u>	0,906	696,8
25	P 1	33	6,70	221,1		
	P 7	6	6,60	39,6		
	P 8	10	6,60	66,0		
				<u>326,7</u>	3,93	<u>1283,9</u>
						<u>1984,0</u>

Til brudekket går det med 9,7 m<sup>3</sup> betong (kvalitet C 35). Tillegg for synk er ikke tatt med.

Fri lengde (bruspenn) 8 m.

Armeringsstål (K 400 TS, tidligere ks 40, ks 40 S)						
Ø,mm	Pos.	Ant.	m	Sum, m	kg/m	Sum, kg
12	P 3	33	8,20	270,6	0,906	576,2
	P 4	60	4,50	270,0		
	P 6	62	1,40	86,8		
	P 9	8	1,08	8,6		
				<u>636,0</u>		
16	P 2	44	4,50	198,0	1,61	528,1
	P 5	100	1,30	130,0		
				<u>328,0</u>		
25	P 1	39	8,70	339,3	3,93	1874,2
	P 7	6	8,60	51,6		
	P 8	10	8,60	86,0		
				<u>476,9</u>		<u>1874,2</u>
						<u>2978,5</u>

Til brudekket går det med 16,6 m<sup>3</sup> betong (kvalitet C 35). Tillegg for synk er ikke tatt med.

Fri lengde (bruspenn) 10 m.

Armeringsstål (K 400 TS, tidligere ks 40, ks 40 S)						
Ø,mm	Pos.	Ant.	m	Sum, m	kg/m	Sum, kg
12	P 6	62	1,50	93,0	0,906	95,7
	P 9	10	1,26	12,6		
				<u>105,6</u>		
16	P 2	56	4,50	252,0	1,61	1456,1
	P 3	24	10,20	244,8		
	P 4	52	4,50	234,0		
	P 5	124	1,40	173,6		
				<u>904,4</u>		
25	P 1	47	10,90	512,3	3,93	2692,4
	P 7	6	10,80	64,8		
	P 8	10	10,80	108,0		
				<u>685,1</u>		<u>2692,4</u>
						<u>4244,2</u>

Til brudekket går det med 25,0 m<sup>3</sup> betong (kvalitet C 35). Tillegg for synk er ikke tatt med.

Fri lengde (bruspenn) 12 m.

Armeringsstål (K 400 TS, tidligere ks 40, ks 40 S)						
Ø,mm	Pos.	Ant.	m	Sum, m	kg/m	Sum, kg
16	P 2	77	4,50	346,5	1,61	2302,1
	P 3	28	12,00	336,0		
	P 3	28	1,60	44,8		
	P 4	73	4,50	328,5		
	P 5	170	1,50	255,0		
	P 6	62	1,60	99,2		
	P 9	12	1,66	19,9		
				<u>1429,9</u>		
25	P 1	52	12,00	624,0	3,93	3615,6
	P 1	52	2,00	104,0		
	P 7	6	12,00	72,0		
	P 8	10	12,00	120,0		
				<u>920,0</u>		<u>3615,6</u>
						<u>5917,7</u>

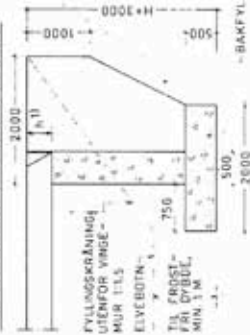
Til brudekket går det med 35,5 m<sup>3</sup> betong (kvalitet C 35). Tillegg for synk er ikke tatt med.

**BRUER OG STIKKRENNER-LANDKAR, HØGDE 3 M, PÅ GOD BYGGEGRUNN. AKSELTRYKK 13 TONN**

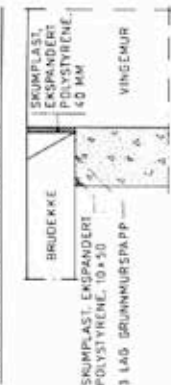
UTGITT 1982  
LANDBRUKSDIREKTORATET

VED GOD BYGGEGRUNN MENES HER JORDARTER MED SKJERFASTHET 2-50 MPa (5 TONN/M<sup>2</sup>), F.E.K.S. GRØVSAND, GRUS OG MORENE. GRUNNFORHOLDENE MÅ VÆRE UNDERSKYTT TIL SIKKER DYBDE.

**LANDKAR UTEN BAKMUR (PLATEBRU)**



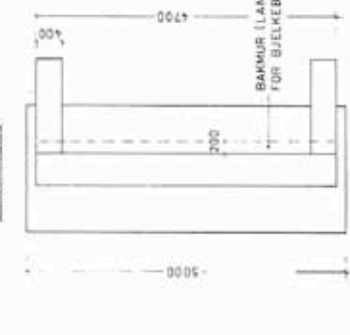
**DETAILJ: OPPLÈGG PLATEBRU MOT VINGEMUR**



**DETAILJ: GRUNNRIS, OPPLÈGG MOT VINGEMUR**



**GRUNNRIS**



**LANDKAR MED BAKMUR (BJELKEBRU)**



**DETAILJ: GRUNNRIS, OPPLÈGG MOT VINGEMUR**

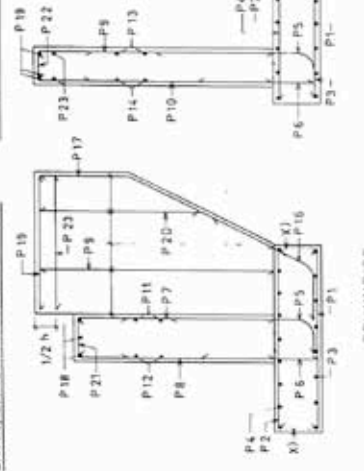


- 1) TAS UT AV TYPETEGNING FOR PLATEBRU (B1/B3A).
- 2) TAS UT AV TYPETEGNING FOR BJELKEBRU (B1/B3B).
- \*) BAKFYLLMASSEN SKAL VÆRE STEIN, GRUS ELLER SAND.

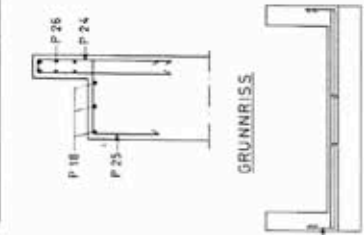
UTARBEID PÅ GRUNNLAS AV INTERNORDISKE LASTFORSKRIFTER AV 1971.

**ARMERINGSTEGNINGER**

**SNITT, LANDKAR UTEN BAKMUR**



**SNITT, LANDKAR MED BAKMUR**



ARMERING: Ks-40, Ks-40 S I BØYLER.  
ØVERDEKKNING: 40 MM.  
BETONG: C 25 (B 300). SYNK 80 MM.  
X) BØYLER ISOM P 21) C/C 520 KAN EVT. MONTERES.

**GRUNNRIS**



**TABELL OVER ARMERINGSSTÅL MED BØYELISTE FOR HVERT LANDKAR**

NR. DIM.	C/C	ANT.	LÆNGDE	SKISSE	NR. DIM.	C/C	ANT.	LÆNGDE	SKISSE	
P1	16	240	20	1900	P14	12	300	12	1300-21	
P2	12	260	20	1900	P15	12	300	X1	2000	
P3	12	270	8	4900	P16	20	BAKKANT	4	2000	
P4	12	240	8	4900	P17	20	BAKKANT	4	2400	
P5	16	360	FRONT 15+8	1900	P18	20	O.M.	OPPLÈGG	3	4500
P6	12	280	FRONT 19+6	1200	P19	20	O.M.	VINGE	6	1400
P7	12	260	15	2400+H	P20	12	1,5% PÅ	1,5% PÅ	4	1500
P8	12	250	15	2400+H	P21	12	280	16	1500	
P9	12	230	6	2400	P22	12	SOM P5	8+4	1400	
P10	12	250	6	2400	P23	12	1,5% PÅ	1,5% PÅ	4	1400
P11	12	300	X1	3500	P24	12	260	16	X3	
P12	12	300	X2	4500	P25	12	260	16	1700	
P13	12	300	12	1800-11	P26	12	150	X4	3300	

$X_1 = 2 \left( \frac{2400 \cdot h}{300} \right)$ ,  $X_2 = \frac{2400 \cdot h}{300}$ ,  $X_3 = 2(h+400)+120$ ,  $X_4 = \left( \frac{h+220}{150} \right) \cdot 4$

- \*) YED REKVERKETSUTSPARING 12 STK. PÅ HVISER SIDE.
- 1) POS. 13: 10 STK. KAPPEES PARVIS I TRINN PÅ 150 MM (-2 STK. L=1600. KAN SLØYFES HVIS N > 900).
- 2) POS. 14: 10 STK. KAPPEES PARVIS I TRINN PÅ 150 MM (-2 STK. PÅ 1900. KAN SLØYFES HVIS N > 900).
- P24-P25 OS P26 ER TILLEGG FOR LANDKAR MED BAKMUR. P25 ER STATTER DA P 21 I TABELLEN OVENFOR.

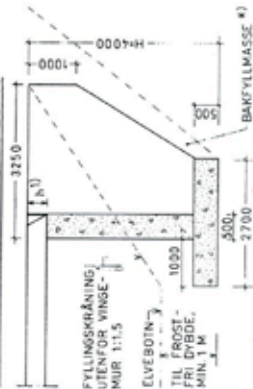
ALLE UBENYTNTE MÅL I MM

**BRUER OG STIKKRENNER-LANDKAR, HØGDE 4 M, PÅ GOD BYGGEGRUNN. AKSELTRYKK 13 TONN**

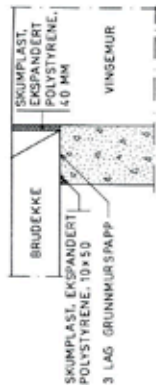
UTGITT 1980  
LANDBRUKSDEPARTEMENTET

VED GOD BYGGEGRUNN MENES HER JORDARTER MED SKJÆRFÆSTHET  $\geq 50 \text{ kPa}$  (5 TONN/M<sup>2</sup>), F. EKKS. GROVSAND. GRUS OG MORENE. GRUNNFØRHOLDENE MÅ VÆRE UNDERSØKT TIL SIKKER DYBDE.

**LANDKAR UTEN BAKMUR (PLATEBRU).**



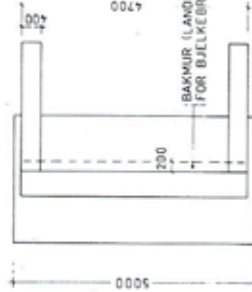
**DETAILJ: OPLEGG PLATEBRU MOT VINGEMUR.**



**DETAILJ: GRUNNRIS, OPLEGG MOT VINGEMUR.**



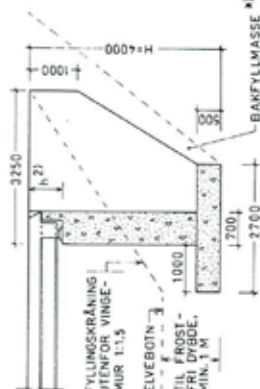
**GRUNNRIS**



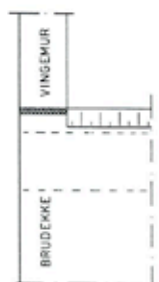
**DETAILJ: OPLEGG BJELKEBRU MOT VINGEMUR.**



**LANDKAR MED BAKMUR (BJELKEBRU).**



**DETAILJ: GRUNNRIS, OPLEGG MOT VINGEMUR.**

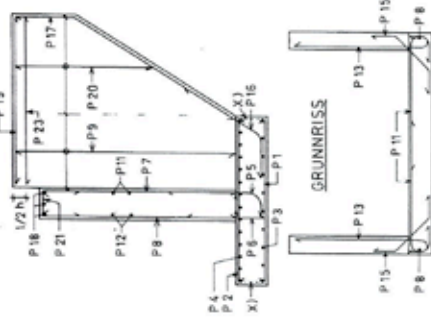


- 1) TAS UT AV TYPETEGNING FOR PLATEBRU (Br/B 3a).
- 2) TAS UT AV TYPETEGNING FOR BJELKEBRU (Br/B 3b).
- \* BAKFYLLMASSEN SKAL VÆRE STEIN, GRUS ELLER SAND.

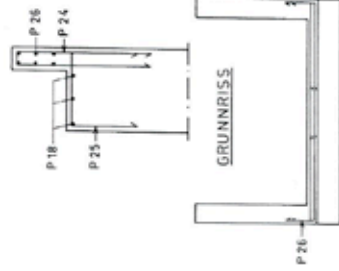
UTARBEIDET PÅ GRUNNLAG AV INTERNORSKE LASTFORSKRIFTER AV 1971.

**ARMERINGSTEGNINGER**

**SNITT, LANDKAR UTEN BAKMUR.**



**SNITT, LANDKAR MED BAKMUR.**



**TABELL ØVER ARMERINGSSTÅL MED BØYELISTE (FOR HVERT LANDKAR).**

NR.	DIM.	C/C	AMT.	LENG-DE	SKISSE	NR.	DIM.	C/C	AMT.	LENG-DE	SKISSE
P1	20	200	23	2600	→	P14	12	300	18	1750-2)	→
P2	12	260	20	2600	→	P15	12	250	X <sub>1</sub>	2000	→
P3	12	290	10	4900	→	P16	20	BAKKANT VINGE	4	2000	→
P4	12	200	14	4900	→	P17	20	BAKKANT VINGE	4	3400	→
P5	16	190	190	20-18	1900	P18	20	O.K. OPPLÈGG	3	4600	→
P6	12	230	FRONT 19+12	1200	→	P19	20	O.K. VINGE	6	2600	→
P7	12	200	20	3400-h	→	P20	12	310 310 310 310 310 310	16	1400 2900	→
P8	12	230	19	3400-h	→	P21	12	200	20	1500	→
P9	12	190	12	3400	→	P22	12	SOM P9 20-4	4	1400	→
P10	12	280	12	3400	→	P23	12	150K 150K 150K 150K 150K 150K	4	2600	→
P11	12	250	X <sub>1</sub>	3600	→	P24	12	200	20	X <sub>3</sub>	→
P12	12	300	X <sub>2</sub>	4600	→	P25	12	200	20	1700	→
P13	12	250	22	2250-1) 2800	→	P26	12	150	X <sub>4</sub>	3300	→

$X_1 = 2 \cdot \left( \frac{3400-h}{250} \right)$ ,  $X_2 = \frac{3400-h}{300}$ ,  $X_3 = 2(h-400) + 120$ ,  $X_4 = \left( \frac{h-220}{150} \right) \cdot 4$

\* I) VED REKVERKSPARING 12 STK. PÅ HVER SIDE.

1) POS. 13: 20 STK. KAPPEES PARVIS I TRINN PÅ 150 MM (4-2 STK. L=2800, KAN SLØYFES HVIS h > 900).

2) POS. 14: 16 STK. KAPPEES PARVIS I TRINN PÅ 150 MM (4-2 STK. PÅ 3120, KAN SLØYFES HVIS h > 900).

P24, P25 OG P26 ER TILLEGG FOR LANDKAR MED BAKMUR. P25 ERSTATTER DA P21 I TABELLEN ØVERFOR.

ALLE UBENEVNE MÅL I MM

**MATERIALLISTE**  
 LANDKAR, HØGDE 4 M PÅ GOD BYGGEGRUNN,  
 AKSELTRYKK 13 T

**VEDLEGG**  
 Br/L 3b

REV. DES. 1989

Armeringsstål for hvert landkar (K 400 TS, tidligere ks 40, ks 40 S)

Ø, mm	Pos.	Ant.	m	Sum, m	kg/m	Sum, kg	
12	P 2	20	2,60	52,0			
	P 3	10	4,90	49,0			
	P 4	14	4,90	68,6			
	P 6	31	1,20	37,2			
	P 9	12	3,40	40,8			
	P 10	12	4,40	40,8			
	P 13	22	2,25-3,60	63,8			
	P 14	18	1,79-3,12	45,0			
	P 20	16	1,40-2,90	35,2			
	P 21	20	1,50	30,0			
	P 22	24	1,40	33,6			
	P 23	4	2,60	10,4			
				<u>506,4</u>		0,906	458,8
	16	P 5	38	1,90	<u>72,2</u>	1,61	116,2
20	P 1	25	2,60	65,0			
	P 16	4	2,00	8,0			
	P 17	4	3,40	13,6			
	P 18	3	4,60	13,8			
	P 19	6	2,60	<u>15,6</u>			
			<u>116,0</u>		2,52	<u>292,3</u>	
						867,3	
12	P 7	20	3,40-h	.....			
	P 8	19	3,40-h	.....			
	P 11	X <sub>1</sub>	3,60	.....			
	P 12	X <sub>1</sub> <sup>1</sup>	4,60	.....			
	P 15	X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	2,00	.....			
					0,906	.....	
Sum uten bakmur							
12	P 24	20	X	.....			
	P 25	20	1,70	34,0			
	P 26	X <sub>4</sub>	3,30	.....			
Frdrag for P 21				<u>30,0</u>			
					0,906	.....	
Sum med bakmur							

Betongmengde (kvalitet C 25) for hvert landkar.

Landkar uten bakmur (platebru):

$$21,1 \text{ m}^3 - (4,70 \times 0,50 \times h^1) \text{ m}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^3$$

Landkar med bakmur (bjelkebru):

$$23,9 \text{ m}^3 - (4,70 \times 0,50 \times h^2) \text{ m}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^3$$

---

Tillegg for synk er ikke tatt med.

$X_1 - X_4$ ,  $h^1$  (platetykkelse) og  $h^2$  beregnes som angitt i typetegninga.

$X_3$ ,  $h^1$  og  $h^2$  angis i meter.

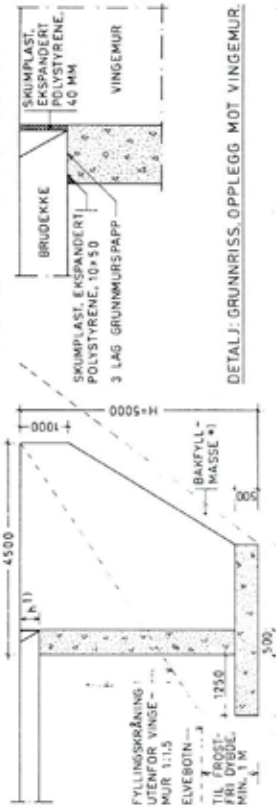
**BRUER OG STIKKRENNER-LANDKAR, HØGDE 5 M, PÅ GOD BYGGEGRUNN. AKSELTRYKK 13 TONN**

UTGITT 1980  
LANDBRUKSPARTNERNETT

MED GOD BYGGEGRUNN MENES HER JORDARTER MED SKJÆRFESTHET  $\geq 50 \text{ kPa}$  (5 TONN/M<sup>2</sup>), F.E.KS. GROVSAND, GRUS OG MORENE. GRUNNFØRHOLDENE MÅ VÆRE UNDERSØKT TIL SIKKER DYBDE.

LANDKAR UTEN BAKMUR (PLATEBRU).

DETALJ: OPPLÈGG PLATEBRU MOT VINGEMUR.

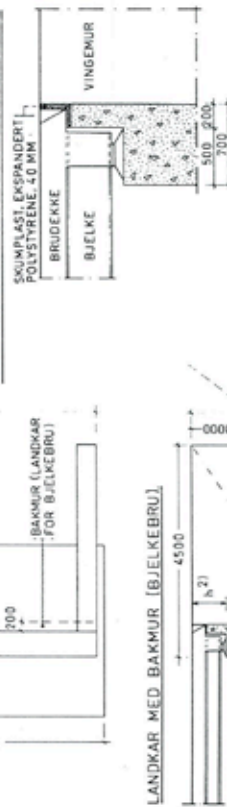


GRUNNRIS

DETALJ: GRUNNRIS, OPPLÈGG MOT VINGEMUR.



DETALJ: OPPLÈGG BJELKEBRU MOT VINGEMUR.



LANDKAR MED BAKMUR (BJELKEBRU).

DETALJ: GRUNNRIS, OPPLÈGG MOT VINGEMUR.

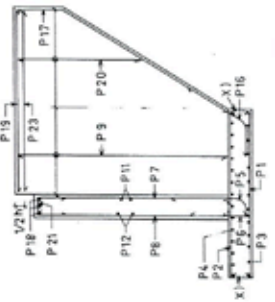


- 1) TAS UT AV TYPETEGNING FOR PLATEBRU (BR/B 3a).
- 2) TAS UT AV TYPETEGNING FOR BJELKEBRU (BR/B 3b).
- \* ) BAKFYLLMASSEN SKAL VÆRE STEIN, GRUS ELLER SAND.

UTARBEIDET PÅ GRUNNLAG AV INTERNORDISKE LASTFORSKRIFTER AV 1971.

**ARMERINGSTEGNINGER**

SNITT, LANDKAR UTEN BAKMUR.



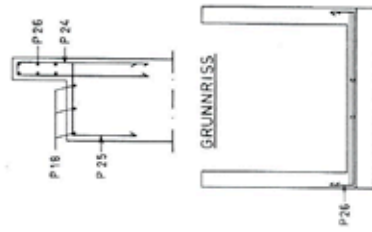
X) BØYLER (SOM P 21) C/C 520 KAN EVT. MONTERES.

GRUNNRIS

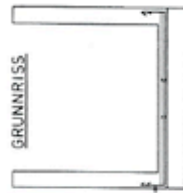


ARMERING: K8 40, K8 40 S I BØYLER.  
OVERDEKNING: 40 MM  
BETONG: C 25 (B 300), STYKK 80 MM.

SNITT, LANDKAR MED BAKMUR



GRUNNRIS



TABELL OVER ARMERINGSSTÅL MED BØYELISTE (FOR HVERT LANDKAR).

NR.	DIM.	C/C	ANT.	LENGDE	SKISSE	NR. DIM.	C/C	ANT.	LENGDE	SKISSE
P1	20	170	30	3500	3500	P14	12	300	2300-21	2300-1100
P2	12	260	20	3500	3500	P15	12	200	X <sub>1</sub>	2000
P3	16	290	13	4500	4500	P16	20	BAKKANT VINGE	4	2000
P4	16	250	15	4800	4800	P17	20	BAKKANT VINGE	4	4400
P5	20	240 FRONT 200 VINGE	16+18	1500	1500	P18	20	O.K. OPPLÈGG	3	4500
P6	12	280 FRONT 300 VINGE	19+12	1700	1700	P19	20	O.K. VINGE	5	3500
P7	16	240	16	4400-h	4400-h	P20	12	M. 310 4 STK. PÅ 1. VINGE	24	1400-4 STK. PÅ 1. VINGE 2 STK. PÅ 2. VINGE 2 STK. PÅ 3. VINGE 2 STK. PÅ 4. VINGE
P8	12	230	19	4400-h	4400-h	P21	12	240	16	1500
P9	16	200	18	4400	4400	P22	12	SOM P8 30-4 005 P20	30-4	1400
P10	12	300	12	4400	4400	P23	12	1 STK. PÅ 1. VINGE 1 VINGE	4	3900
P11	12	200	X <sub>1</sub>	3600	2400-h	P24	12	240	16	X <sub>3</sub>
P12	12	300	X <sub>2</sub>	4800	4800	P25	12	240	16	1700
P13	12	200	36	4880	2800-11 4880-5000	P26	12	150	X <sub>4</sub>	3300

$$X_1 = 2 \cdot \frac{(4500-h)}{200}, \quad X_2 = \frac{4400-h}{300}, \quad X_3 = 2 \cdot (h+400) + 120, \quad X_4 = \frac{(h-220)}{150} + 4$$

- \*) VED RENKVERKSUTSPARING (2 STK. PÅ HVER SIDE).
- 1) POS. 13: 34 STK. KAPPEES PARVIS I TRINN PÅ 130 MM (4-2 STK. L=4080. KAN SLØYFES HVIS h > 900).
- 2) POS. 14: 22 STK. KAPPEES PARVIS I TRINN PÅ 130 MM (4-2 STK. PÅ 4400. KAN SLØYFES HVIS h > 900).
- P 24, P 25 OG P 26 ER TILLEGG FOR LANDKAR MED BAKMUR. P 25 ERSTATTER DA P 21 I TABELLEN OVENFOR.

ALLE UBENEVNTE MÅL I

**MATERIALLISTE**  
 LANDKAR, HØGDE 5 M PÅ GOD  
 BYGGEGRUNN, AKSELTRYKK 13 T

VEDLEGG  
 Br/L 3c

REV. DES. 1989

Armeringsstål for hvert landkar (K 400 TS, tidligere ks 40, ks 40 S)

Ø, mm	Pos.	Ant.	m	Sum, m	kg/m	Sum, kg
12	P 2	20	3,50	70,0		
	P 6	31	1,20	37,2		
	P 10	12	4,40	52,8		
	P 13	36	2,80-4,88	136,8		
	P 14	24	2,30-4,40	81,6		
	P 20	24	1,40-3,90	64,8		
	P 21	16	1,50	24,0		
	P 22	34	1,40	47,6		
	P 23	4	3,90	15,6		
				<u>530,4</u>		0,906
16	P 3	13	4,90	63,7		
	P 4	15	4,90	73,5		
	P 9	18	4,40	79,2		
			<u>216,4</u>		1,61	348,4
20	P 1	30	3,50	105,0		
	P 5	34	1,90	64,6		
	P 16	4	2,00	8,0		
	P 17	4	4,40	17,6		
	P 18	3	4,60	13,8		
	P 19	6	3,90	23,4		
			<u>232,4</u>		2,52	585,6
						1414,5
12	P 8	19	4,40-h	.....		
	P 11	X <sub>1</sub>	3,60	.....		
	P 12	X <sub>1</sub>	4,60	.....		
	P 15	X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	2,00	.....		
					0,906	.....
16	P 7	16	4,40-h	.....	1,61	.....
Sum uten bakmur						
12	P 24	16	X	.....		
	P 25	16	1,70	27,2		
	P 26	X <sub>4</sub>	3,30	.....		
Fradrag for P 21				.....		
				<u>24,0</u>		
					0,906	.....
Sum med bakmur						



Betongmengde (kvalitet C 25) for hvert landkar.

Landkar uten bakmur (platebru):

$$31,0 \text{ m}^3 - (4,70 \times 0,50 \times h^1) \text{ m}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^3$$

Landkar med bakmur (bjelkebru):

$$34,5 \text{ m}^3 - (4,70 \times 0,50 \times h^2) \text{ m}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^3$$

---

Tillegg for synk er ikke tatt med.

$X_1 - X_4$ ,  $h^1$  (platetykkelse) og  $h^2$  beregnes som angitt i typetegninga.

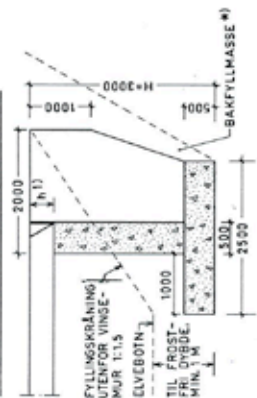
$X_3$ ,  $h^1$  og  $h^2$  angis i meter.

**BRUER OG STIKKRENNER  
LANDKAR, HØGDE 3 M. PÅ MIDDELS GOD  
BYGGEGRUNN. AKSELTRYKK 13 TONN**

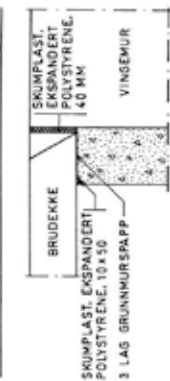
UTGITT 1980  
LANDBRUGSDIENSTET

MED MIDDELS GOD BYGGEGRUNN MENES HER JORDARTER MED SKJERFASTHET  $\geq 25 \text{ kPa}$  ( $2.5 \text{ TONN/M}^2$ ), F.E.K.S.  
MIDDELS FAST LEIRE, FINSAND M.V. GRUNNFØRHOVDENE MÅ VÆRE UNDERSØKT TIL SIKKER DYBDE.

LANDKAR UTEN BAKMUR (PLATEBRU)



DETALJ: OPPLÈGG PLATEBRU MOT VINGEMUR

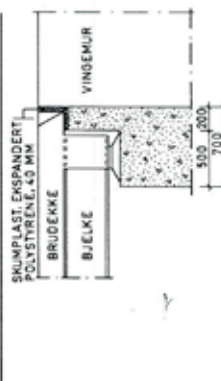


GRUNNRISSE

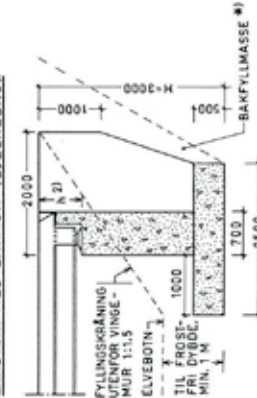
DETALJ: GRUNNRISSE, OPPLÈGG MOT VINGEMUR



DETALJ: OPPLÈGG BJELKEBRU MOT VINGEMUR



LANDKAR MED BAKMUR (BJELKEBRU)



1) TAS UT AV TYPETEING FOR PLATEBRU (Br/B 3a)

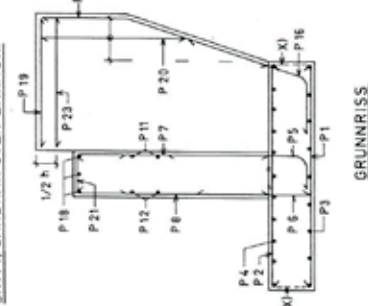
2) TAS UT AV TYPETEING FOR BJELKEBRU (Br/B 3b)

\* BAKFYLLMASSEN SKAL VÆRE STEIN, GRUS ELLER SAND.

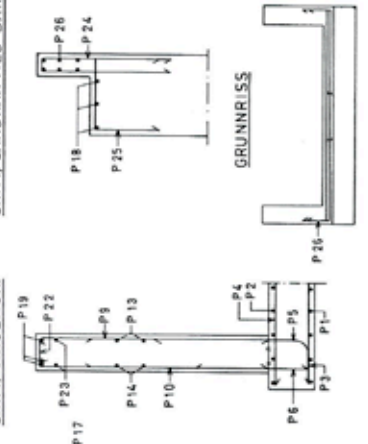
UTARBEID PÅ GRUNNLAS AV INTERNORDISKE LASTFORSKRIFTER AV 1971.

ARMERINGSTEGNINGER

SNITT, LANDKAR UTEN BAKMUR



SNITT, LANDKAR MED BAKMUR



GRUNNRISSE



ARMERING: Ks 40, Ks 40 S I BØYLER.

OVERDEKNING: 40 MM.

BETONG: C 25 (B 3000), SYNK 80 MM.

X) BØYLER (SOM P 21) C/C 320 KAN EVT. MONTERES

TABELL OVER ARMINGSSTÅL MED BØYELISTE (FOR HVERT LANDKAR)

NR.	DIM.	C/C	ANT. LÆNGDE	SKISSE	NR. DIM.	C/C	ANT. LÆNGDE	SKISSE	
P1	16	260	20	2400	P14	12	300	1540-21	
P2	12	260	20	2400	P15	12	300	X1	
P3	12	300	9	4800	P16	20	BAKKANT VINGE	4	
P4	12	240	11	4800	P17	20	BAKKANT VINGE	4	
P5	16	260	FRONT 15*8	1800	P18	20	O.K. OPPLÈGG	3	
P6	12	230	FRONT 230 VINGE	19*12	1200	P19	20	O.K. VINGE	6
P7	12	260	15	2400-h	P20	12	157*115	4	
P8	12	290	19	2400-h	P21	12	260	15	
P9	12	250	10	2400	P22	12	250	14*4	
P10	12	250	10	2400	P23	12	157*115	4	
P11	12	300	X1	3600	P24	12	260	16	
P12	12	300	X2	4800	P25	12	260	16	
P13	12	300	12	2040-1)	P26	12	150	X4	
				2400					

X1 =  $\frac{2500-h}{300}$ , X2 =  $\frac{2400-h}{300}$ , X3 = 2 (h-400)/120, X4 =  $\frac{h-220}{150}$  4

\*) VED REKVERKSUTSPARING (2 STK. PÅ HVER SIDE).

1) POS. 13: 10 STK. KAPPEP PARVIS I TRINN PÅ 90 MM (I 2 STK. L=1600; KAN SLUVES HVIS h > 800).

2) POS. 14: 10 STK. KAPPEP PARVIS I TRINN PÅ 80 MM (I 2 STK. PÅ 1900; KAN SLUVES HVIS h > 800).

P 24, P 25 OG P 26 ER TILLEGG FOR LANDKAR MED BAKMUR. P 25 ERSTATTES DA P 21 I TABELLEN OVENFOR.

ALLE UBENEVNTE MÅL I MM

**MATERIALLISTE**  
 LANDKAR, HØGDE 3 M, PÅ MIDDELS GOD  
 BYGGEGRUNN, AKSELTRYKK 13 T

**VEDLEGG**  
 Br/L 3d

REV. DES. 1989

Armeringsstål for hvert landkar (K 400 TS, tidligere ks 40, ks 40 S)

Ø, mm	Pos.	Ant.	m	Sum, m	kg/m	Sum/kg
12	P 2	20	2,40	48,0		
	P 3	9	4,90	44,1		
	P 4	11	4,90	53,9		
	P 6	31	1,20	37,2		
	P 9	10	2,40	24,0		
	P 10	10	2,40	24,0		
	P 13	12	2,04-2,40	26,4		
	P 14	12	1,54-1,90	20,4		
	P 20	4	1,50	6,0		
	P 21	16	1,50	24,0		
	P 22	18	1,40	25,2		
	P 23	4	1,40	5,6		
				<u>338,8</u>	0,906	307,0
16	P 1	20	2,40	48,0		
	P 5	23	1,90	43,7		
				<u>91,7</u>	1,61	147,6
20	P 16	4	2,00	8,0		
	P 17	4	2,40	9,6		
	P 18	3	4,60	13,8		
	P 19	6	1,40	8,4		
				<u>39,8</u>	2,52	<u>100,3</u>
						554,9
12	P 7	15	2,40-h	.....		
	P 8	19	2,40-h	.....		
	P 11	X <sub>1</sub>	3,60	.....		
	P 12	X <sub>1</sub>	4,60	.....		
	P 15	X <sub>2</sub> 1	2,00	.....		
					0,906	
	Sum uten bakmur					
12	P 24	16	X	.....		
	P 25	16	1,70	27,2		
	P 26	X <sub>h</sub>	3,30	.....		
				.....		
	Frdrag for P 21			<u>24,0</u>		
					0,906	
	Sum med bakmur					

Betongmengde (kvalitet C 25) for hvert landkar.

Landkar uten bakmur (platebru):

$$14,8 \text{ m}^3 - (4,70 \times 0,50 \times h^1) \text{ m}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^3$$

Landkar med bakmur (bjelkebru):

$$16,8 \text{ m}^3 - (4,70 \times 0,50 \times h^2) \text{ m}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^3$$

---

Tillegg for synk er ikke tatt med.

$X_1 - X_4$ ,  $h^1$  (platetykkelse) og  $h^2$  beregnes som angitt i typetegninga.

$X_3$ ,  $h^1$  og  $h^2$  angis i meter.

**BRUER OG STIKKRENNER**  
**LANDKAR, HØGDE 4 M, PÅ MIDDELS GOD**  
**BYGGEGRUNN. AKSELTRYKK 13 TONN**

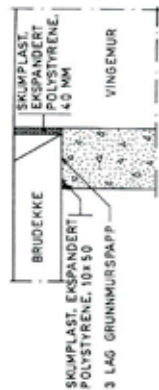
UTGITT 1982  
 LANDBRUKSDIREKTORATET

MED MIDDELS GOD BYGGEGRUNN MENES HER JORDARTEN MED SKJÆRFESTHET  $\geq 25$  KPa (25 TONN/M<sup>2</sup>) F. EKS. MIDDELS FAST LEIRE, FINSAND K.V. GRUNNFORHOLDENE MÅ VÆRE UNDERSØKT TIL SIKKER DYBDE.

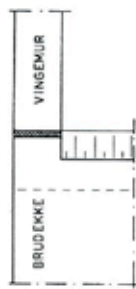
**LANDKAR UTEN BAKMUR (PLATEBRU).**



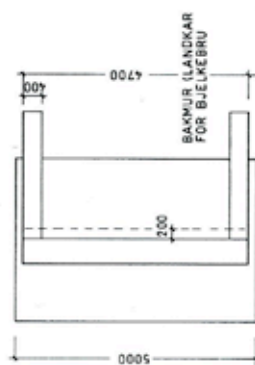
**DETAILJ: OPPLÈGG PLATEBRU MOT VINGEMUR.**



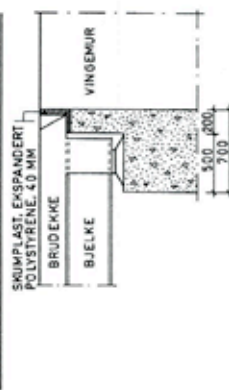
**DETAILJ: GRUNNRIS, OPPLÈGG MOT VINGEMUR.**



**GRUNNRIS**



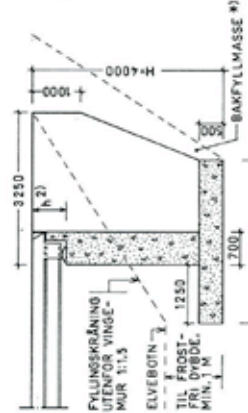
**DETAILJ: OPPLÈGG BJELKEBRU MOT VINGEMUR.**



**DETAILJ: GRUNNRIS, OPPLÈGG MOT VINGEMUR.**



**LANDKAR MED BAKMUR (BJELKEBRU).**

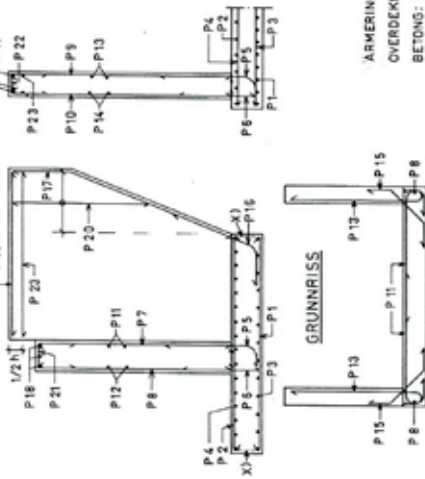


- 1) TAS UT AV TYPETEGNING FOR PLATEBRU (B7/B 3a).
- 2) TAS UT AV TYPETEGNING FOR BJELKEBRU (B7/B 3b).
- \* BAKFYLLMASSEN SKAL VÆRE STEIN, GRUS ELLER SAND.

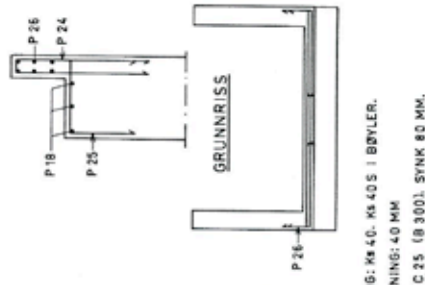
UTARBEID PÅ GRUNNLAG AV INTERNORSKE LASTFORSKRIFTER AV 1971.

**ARMERINGSTEGNINGER**

**SNITT, LANDKAR UTEN BAKMUR.**



**SNITT, LANDKAR MED BAKMUR.**



ARMERING: R8 40, R8 40 S I BØYLER.  
 OVERDEKNING: 40 MM  
 BETONG: C 25 (B 300) SYNK 80 MM.  
 X) BØYLER (SOM P 21) C/C 520 KAN EVT. MONTERES.

**TABELL OVER ARMERINGSSTÅL MED BØYELISTE (FOR HVERT LANDKAR).**

NR.	DIM.	C/C	ANT.	LENGDE	SKISSE	NR.	DIM.	C/C	ANT.	LENGDE	SKISSE
P1	20	200	25	3400	→	P14	12	300	18	3160-2)	→
P2	12	260	20	3400	→	P15	12	250	X1	2000	→
P3	12	280	13	4900	→	P16	20	BAKKANT VINGE	4	2000	→
P4	12	230	16	4900	→	P17	20	BAKKANT VINGE	4	3400	→
P5	16	260 FRONT 210 VINGE	15+15	1900	→	P18	20	O.K. OPPLÈGG	3	4600	→
P6	12	230 FRONT 280 VINGE	15+12	1200	→	P19	20	O.K. VINGE	6	2600	→
P7	12	260	15	3400-h	→	P20	12	PÅ HVER SIDE I VINGE	8	1800-1800-1800-1800	→
P8	12	280	19	3400-h	→	P21	12	200	20	1500	→
P9	12	210	16	3400	→	P22	12	210	22+4)	1400	→
P10	12	280	12	3400	→	P23	12	1 STK. PÅ HVER SIDE I VINGE	4	2800	→
P11	12	250	X1	3600	→	P24	12	200	20	X3	→
P12	12	300	X2	4600	→	P25	12	200	20	1700	→
P13	12	250	22	2700-1) 3600	→	P26	12	150	X4	3300	→

$X_1 = 2 \left( \frac{3400-h}{280} \right)$ ,  $X_2 = \frac{3400-h}{300}$ ,  $X_3 = 2(h+400)+120$ ,  $X_4 = \left( \frac{h-210}{150} \right) 4$

\* VED REKKVERKSUTSPARING (2 STK. PÅ HVER SIDE).

- 1) POS.13: 20 STK. KAPPEP PARVIS I TRINN PÅ 100 MM (-2 STK. L=2800, KAN SØYFES HVIS h=900).
- 2) POS.14: 16 STK. KAPPEP PARVIS I TRINN PÅ 120 MM (-2 STK. PÅ 3100, KAN SØYFES HVIS h=900).

P 24, P 25 OG P 26 ER TILLEGG FOR LANDKAR MED BAKMUR. P 25 ERSTATTER DA P 21 I TABELLEN OVENFOR.

ALLE UBENEVNTE MÅL I MM

**MATERIALLISTE**  
 LANDKAR, HØGDE 4 M, PÅ MIDDELS GOD  
 BYGGEGRUNN, AKSELTRYKK 13 T

VEDLEGG  
 Br/L 3e

REV. DES. 1989

Armeringsstål for hvert landkar (K 400 TS, tidligere ks 40, ks 40 S)

Ø, mm	Pos.	Ant.	m	Sum, m	kg/m	Sum, kg	
12	P 2	20	3,40	68,0			
	P 3	13	4,90	63,7			
	P 4	16	4,90	78,4			
	P 6	31	1,20	37,2			
	P 9	16	3,40	54,4			
	P 10	12	3,40	40,8			
	P 13	22	2,70-3,60	70,4			
	P 14	18	2,26-3,10	48,6			
	P 20	8	2,20	17,6			
	P 21	20	1,50	30,0			
	P 22	26	1,40	36,4			
	P 23	4	2,60	10,4			
				<u>555,9</u>		0,906	503,6
	16	P 5	31	1,90	<u>58,9</u>	1,61	94,8
20	P 1	25	3,40	85,0			
	P 16	4	2,00	8,0			
	P 17	4	3,40	13,6			
	P 18	3	4,60	13,8			
	P 19	6	2,60	<u>15,6</u>			
			<u>136,0</u>		2,52	<u>342,7</u> 941,1	
12	P 7	15	3,40-h	.....			
	P 8	19	3,40-h	.....			
	P 11	X <sub>1</sub>	3,60	.....			
	P 12	X <sub>1</sub> <sup>1</sup>	4,60	.....			
	P 15	X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	2,00	.....			
					0,906		
Sum uten bakmur							
12	P 24	20	X <sub>1</sub>	.....			
	P 25	20	1,70	34,0			
	P 26	X <sub>4</sub>	3,30	.....			
Fradrag for P 21				<u>30,0</u>			
					0,906		
Sum med bakmur							

Betongmengde (kvalitet C 25) for hvert landkar.

Landkar uten bakmur (platebru):

$$23,7 \text{ m}^3 - (4,70 \times 0,50 \times h^1) \text{ m}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^3$$

Landkar med bakmur (bjelkebru):

$$26,4 \text{ m}^3 - (4,70 \times 0,50 \times h^2) \text{ m}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^3$$

---

Tillegg for synk er ikke tatt med.

$X_1 - X_4$ ,  $h^1$  (platetykkelse) og  $h^2$  beregnes som angitt i typetegninga.

$X_3$ ,  $h^1$  og  $h^2$  angis i meter.

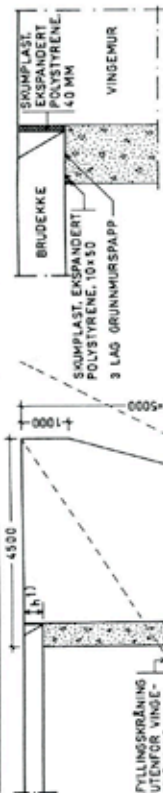
**BRUER OG STIKKRENNER**  
**LANDKAR, HØGDE 5 M, PÅ MIDDELS GOD**  
**BYGGEGRUNN. AKSELTRYKK 13 TONN**

Br/L 3f

UTGITT 1980  
 LANDBRUKSDEPARTEMENTET

MED MIDDELS GOD BYGGEGRUNN MENES HER JORDARTER MED SKJERFASTHET  $\geq 25 \text{ kPa}$  (2,5 TONN/M<sup>2</sup>) F. EKSK. MIDDELS FAST LEIRE, FINSAND M.V. GRUNNFORHOLDENE MÅ VÆRE UNDERSØKT TIL SIKKER DYBDE.

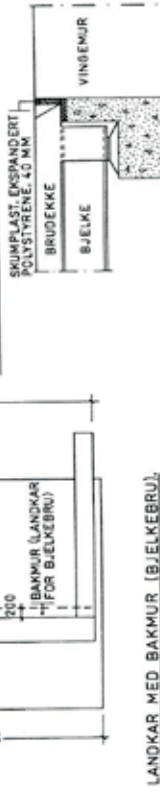
**DETAILJ: OPPLÈGG PLATEBRU MOT VINGEMUR.**



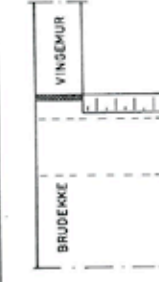
**DETAILJ: GRUNNRIS, OPPLÈGG MOT VINGEMUR.**



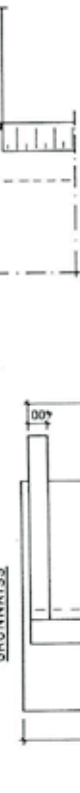
**DETAILJ: OPPLÈGG BJELKEBRU MOT VINGEMUR.**



**DETAILJ: GRUNNRIS, OPPLÈGG MOT VINGEMUR.**



**GRUNNRIS**



**LANDKAR MED BAKMUR (BJELKEBRU)**

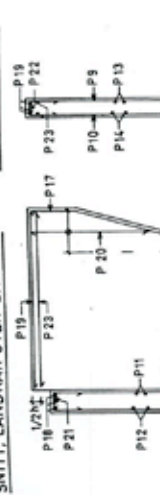


- 1) TAS UT AV TYPETEGNING FOR PLATEBRU (Br/L 3a).
- 2) TAS UT AV TYPETEGNING FOR BJELKEBRU (Br/L 3b).
- \*) BAKFYLTMASSEN SKAL VÆRE STEIN, GRUS ELLER SAND.

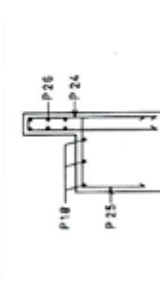
UTARBEID PÅ GRUNNLAG AV INTERNORDISKE LASTFORSKRIFTER AV 1971.

**ARMERINGSTEGNINGER**

**SNITT, LANDKAR UTEN BAKMUR.**



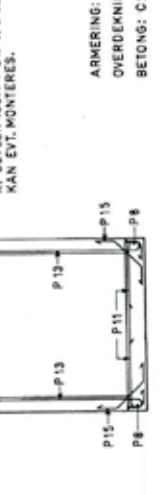
**SNITT, LANDKAR MED BAKMUR.**



**GRUNNRIS**



**GRUNNRIS**



ARMERING: K8 40, K8 40 S I BØYLER.  
 OVERDEKKNING: 40 MM  
 BETONG: C25 (Ø 300), SYNK 80 MM.

X1 BØYLER (SOM P 21) C/C 520  
 KAN EVT. MONTERES.

**TABELL OVER ARMERINGSSTÅL MED BØYELISTE (FOR HVERT LANDKAR).**

NR.	DIM.	C/C	ANT.	LENGDE	SKISSE	NR.	DIM.	C/C	ANT.	LENGDE	SKISSE
P1	20	170	30	4500	→	P14	12	300	24	3500-120	→
P2	12	260	20	4500	→	P15	16	200	X1	2000	↘
P3	16	230	18	4800	→	P16	20	BAKKANT	4	2000	↘
P4	16	160	31	4500	→	P17	20	BAKKANT	4	4400	↘
P5	20	160	16	3800	→	P18	20	O.K.	3	5500	→
P6	12	230	19	4800	→	P19	20	O.K.	6	3800	→
P7	16	240	16	4400	→	P20	12	320	8	2100-4	→
P8	12	230	19	4800	→	P21	12	240	16	1500	→
P9	16	160	38	4400	→	P22	12	150	46-4	1400	→
P10	12	300	20	4400	→	P23	12	1,975	4	3900	→
P11	16	200	X1	3800	→	P24	12	240	16	X3	→
P12	12	300	X2	4600	→	P25	12	240	16	1700	→
P13	16	200	36	4800	→	P26	12	150	X4	3300	→

$X_1 = 2 \cdot \left( \frac{4500-h}{200} \right)$ ,  $X_2 = \frac{4500-h}{300}$ ,  $X_3 = 2 \cdot (h+400) + 120$ ,  $X_4 = \left( \frac{h-220}{150} \right) \cdot 4$   
 \*) VED REKKVÆRUTSPARING (2 STK. PÅ HVER SIDE).  
 1) POS. 1: 24 STK. KAPPEP PARVIS I TRINN PÅ 60 MM (1-2 STK. L=4000. KAN SLØYFES HVIS h > 3000).  
 2) POS. 4: 22 STK. KAPPEP PARVIS I TRINN PÅ 90 MM (1-2 STK. L=4400. KAN SLØYFES HVIS h > 900).  
 P24, P25 OG P 26 ER TILLEGG FOR LANDKAR MED BAKMUR. P25 ERSTATTER DA P21 I TABELLEN ØVERFOR.  
 ALLE UBENEVNTE MÅL I MM



**MATERIALLISTE**  
 LANDKAR, HØGDE 5 M., PÅ MIDDELS GOD  
 BYGGEGRUNN, AKSELTRYKK 13 T

VEDLEGG  
 Br/L 3f

REV. DES. 1989

Armeringsstål for hvert landkar (K 400 TS, tidligere ks 40, ks 40 S)

Ø, mm	Pos.	Ant.	m	Sum, m	kg/m	Sum, kg
12	P 2	20	4,90	98,0	0,906	414,2
	P 6	39	1,20	46,8		
	P 10	20	4,40	88,0		
	P 14	24	3,50-4,40	96,0		
	P 20	8	2,10-3,20	21,6		
	P 21	16	1,50	24,0		
	P 22	48	1,40	67,2		
	P 23	4	3,90	15,6		
				<u>457,2</u>		
16	P 3	18	4,90	88,2	1,61	905,0
	P 4	31	4,90	151,9		
	P 9	38	4,40	167,2		
	P 13	36	3,84-4,80	154,8		
				<u>562,1</u>		
20	P 1	30	4,90	147,0	2,52	787,2 2106,4
	P 5	54	1,90	102,6		
	P 16	4	2,00	8,0		
	P 17	4	4,40	17,6		
	P 18	3	4,60	13,8		
	P 19	6	3,90	23,4		
				<u>312,4</u>		
12	P 8	19	4,40-h	.....	0,906	_____
	P 12	X <sub>2</sub>	4,60	_____		
16	P 7	16	4,40-h	.....	1,61	_____
	P 11	X <sub>1</sub>	3,60	.....		
	P 15	X <sub>1</sub> <sup>1</sup>	2,00	_____		
Sum uten bakmur						_____
12	P 24	16	X <sub>1</sub>	.....	0,906	_____
	P 25	16	1,70	27,2		
	P 26	X <sub>4</sub>	3,30	_____		
Fradrag for P 21				<u>24,0</u>		
Sum med bakmur						_____

Betongmengde (kvalitet C 25) for hvert landkar.

Landkar uten bakmur (platebru):

$$36,1 \text{ m}^3 - (4,70 \times 0,50 \times h^1) \text{ m}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^3$$

Landkar med bakmur (bjelkebru):

$$39,6 \text{ m}^3 - (4,70 \times 0,50 \times h^2) \text{ m}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^3$$

---

Tillegg for synk er ikke tatt med.

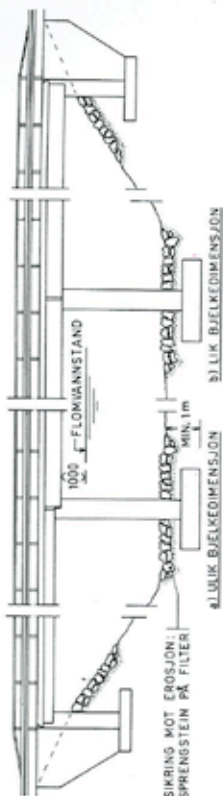
$X_1 - X_4$ ,  $h^1$  (platetykkelse) og  $h^2$  beregnes som angitt i typetegninga.

$X_3$ ,  $h^1$  og  $h^2$  angis i meter.

# BRUER OG STIKKRENNER-BRUPILAR, 4-6-8 m, PÅ GOD BYGGEGRUNN. AKSELTRYKK 13 TONN.

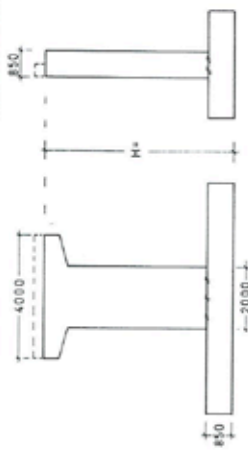
MED GOD BYGGEGRUNN MENES HER JØRDKARTER MED SK-ERFASTHET  $\geq 30 \text{ kPa}$  (5 TONN/m<sup>2</sup>), F.EKS. GRØVSDA, GRUS OG MORENE. GRUNNFØRHOVDENE MÅ VÆRE UNDERSØKT TIL SIKKER DYBD.

## OPPRISS: BRU MED EKSEMPEL PÅ BRUK AV PILAR,

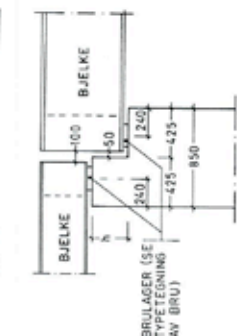


SIRING MOT EROSIJØN I SPRINGSTEN PÅ FILTER

## OPPRISS FRONT



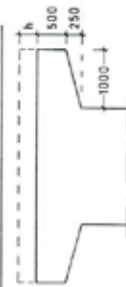
## OPPRISS SIDE



## GRUNNRIS

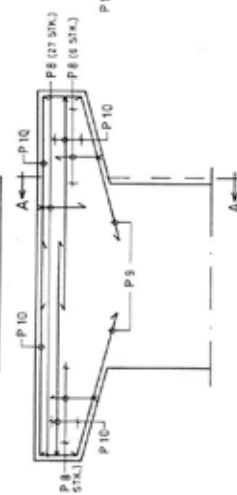


## OPPRISS OPPLØGG TVERRBØRER

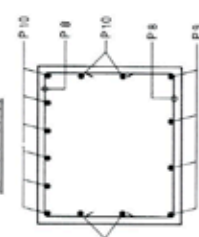


## ARMERINGSTEGNINGER

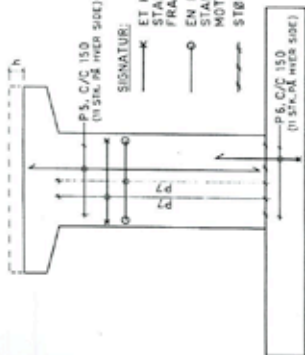
### OPPRISS TVERRBØRER



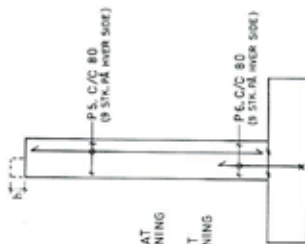
### SNITT A-A



## OPPRISS FRONT

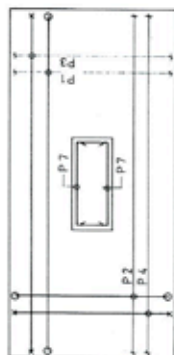


## OPPRISS SIDE



ET KRYSS MARKERER AT STANGEN BØYES I RETNING FRA LESEREN.  
EN RING MARKERER AT STANGEN BØYES I RETNING MOT LESEREN.  
STØPEFUSE

## GRUNNRIS SÅLE



## ARMERING - OPPLØGG



BETONG: C 25.

ARMERING: P1-P6: ÅS 40. P7-P11: ÅS 40 S.

ØVERDEKNING: 30mm PÅ SÅLE OG SØYLE, 30mm PÅ HAMMER.

SKARPE-SYNLIGE HJØRNER AVFØYES MED 20 mm TREKANTLIST.

## TABELL ØVER ARMERINGSTÅL MED BØYELISTE FOR BRUPILAR MED HØGDE (H) 4-6-8 m.

NR	H=4 m			H=5 m			H=6 m			
	GRUNNFLOTE SÅLE L/Å BI	8500x3000	GRUNNFLOTE SÅLE L/Å BI	7500x3500	GRUNNFLOTE SÅLE L/Å BI	8500x4000	GRUNNFLOTE SÅLE L/Å BI	7500x3500	GRUNNFLOTE SÅLE L/Å BI	8500x4000
	SKISSE	DIM./C/C ANT./DE	LENGDE	SKISSE	DIM./C/C ANT./DE	LENGDE	SKISSE	DIM./C/C ANT./DE	LENGDE	SKISSE
P1		25 170 17 7300	600 25 120 28 8300		R-250 600 25 120 28 8300	7300		R-250 600 25 100 38 8300	7300	
P2		16 200 32 3800	600 16 200 37 4300		R-250 600 16 200 37 4300	3800		R-250 600 16 180 46 4800	3800	
P3		16 200 14 7300	600 16 200 17 8300		R-250 600 16 200 17 8300	7300		R-250 600 16 200 20 9300	7300	
P4		16 200 32 3800	600 16 200 37 4300		R-250 600 16 200 37 4300	3800		R-250 600 16 200 42 4800	3800	
P5		16 150 40 3000	600 20 150 40 5000		R-250 600 20 150 40 5000	3000		R-250 600 25 150 40 7000	3000	
P6		16 150 40 2000	600 20 150 40 2200		R-250 600 20 150 40 2200	2000		R-250 600 25 150 40 2400	2000	
P7		12 150 32 3000	600 12 150 30 3000		R-250 600 12 150 30 3000	3000		R-250 600 15 150 39 3000	3000	
P8		16 150 39 1700	600 16 150 39 1700		R-250 600 16 150 39 1700	1700		R-250 600 16 150 39 1700	1700	
P9		12 8 2000	600 12 8 2000		R-250 600 12 8 2000	2000		R-250 600 12 8 2000	2000	
P10		16 20 2700	400 16 20 2700		R-250 600 16 20 2700	2700		R-250 600 16 20 2700	2700	
P11		12 150 27 350x28	400 12 150 27 350x28		R-250 600 12 150 27 350x28	350		R-250 600 12 150 27 350x28	350	

\*) a=500 FOR DIFFERANS I BJÆLKEHØDE (h) INNTIL 250 mm. FOR STØRRE DIFFERANSER ØKES Å TILSVARENDE, SOM DIMENSJØNERINGSGRUNNLAG ER REGNET 20mm SPENN PÅ HVER SIDE AV PILAR.

UTARBEID PÅ GRUNNPLAN AV INFERNØRDKJEF I AKTFØRØSKEDRIFTER AV 1873.

**MATERIALLISTE**  
BRUPILAR, 4-6-8 M., PÅ GOD BYGGEGRUNN,  
AKSELTRYKK 13 T

**VEDLEGG**  
Br/P 3a

REV. DES. 1989

Armeringsstål, H=4 m (K 400 TS, tidligere ks 40, ks 40 S)

Ø, mm	Pos.	Ant.	m	Sum, m	kg/m	Sum, kg
12	P 7	32	3,00	96,0		
	P 9	8	2,00	16,0		
				112,0	0,906	101,5
16	P 2	32	3,80	121,6		
	P 3	14	7,30	102,2		
	P 4	32	3,80	121,6		
	P 5	40	3,00	120,0		
	P 6	40	2,00	80,0		
	P 8	39	1,70	66,3		
	P 10	20	2,70	54,0		
				665,7	1,61	1071,8
25	P 1	17	7,30	124,1	3,93	487,7
Sum ved lik bjelke­dimensjon						1661,0
12	P 12	27	0,35+2a	_____	0,906	_____
Sum ved ulik bjelke­dimensjon						_____

Betongmengde (kvalitet C 25) for hver pilar.

Sum betongmengde ved lik bjelke­dimensjon	<u>23,0</u> m <sup>3</sup>
Tillegg ved ulik bjelke­dimensjon (0,425 x 4,00 x h)m <sup>3</sup>	_____ m <sup>3</sup>
Sum betongmengde ved ulik bjelke­dimensjon	_____ m <sup>3</sup>

h angir forskjell i bjelkehøgde. Verdiene for a og h tas ut av typetegninga.

Tillegg for synk er ikke tatt med.

**Armeringsstål, H=6 m (K 400 TS, tidligere ks 40, ks 40 S)**

Ø, mm	Pos.	Ant.	m	Sum, m	kg/m	Sum, kg
12	P 7	60	3,00	180,0	0,906	177,6
	P 9	8	2,00	<u>16,0</u>		
				<u>196,0</u>		
16	P 2	37	4,30	159,1	1,61	933,2
	P 3	17	8,30	141,1		
	P 4	37	4,30	159,1		
	P 8	39	1,70	66,3		
	P 10	20	2,70	<u>54,0</u>		
				<u>579,6</u>		
20	P 5	40	5,00	200,0	2,52	725,8
	P 6	40	2,20	<u>88,0</u>		
				<u>288,0</u>		
25	P 1	28	8,30	<u>232,4</u>	3,93	<u>913,3</u>
Sum ved lik bjelkedimensjon						<u>2749,9</u>
12	P 11	27	0,35+2a	_____	0,906	_____
Sum ved ulik bjelkedimensjon						_____

**Betongmengde (kvalitet C 25) for hver pilar.**

Sum betongmengde ved lik bjelkedimensjon	<u>32,2 m<sup>3</sup></u>
Tillegg ved ulik bjelkedimensjon (0,425 x 4,0 x h)m <sup>3</sup> =	_____ m <sup>3</sup>
Sum betongmengde ved ulik bjelkedimensjon	_____ m <sup>3</sup>

h angir forskjell i bjelkehøgde. Verdiene for a og h tas ut av typetegninga.

Tillegg for synk er ikke tatt med.

**Armeringsstål, H=8 m (K 400 TS, tidligere ks 40, ks 40 S)**

Ø, mm	Pos.	Ant.	m	Sum, m	kg/m	Sum, kg
12	P 7	86	3,00	258,0	0,906	248,2
	P 9	8	2,00	<u>16,0</u>		
				<u>274,0</u>		
16	P 2	46	4,80	220,8		
	P 3	20	9,30	186,0		
	P 4	42	4,80	201,6		
	P 8	39	1,70	66,3		
	P 10	20	2,70	<u>54,0</u>		
				<u>728,7</u>	1,61	1173,2
25	P 1	38	9,30	353,4	3,93	<u>2866,5</u>
	P 5	40	7,00	280,0		
	P 6	40	2,40	<u>96,0</u>		
				<u>729,4</u>		
Sum ved lik bjelkedimensjon						<u>4287,9</u>
12	P 11	27	0,35+2a	_____	0,906	_____
Sum ved ulik bjelkedimensjon						_____

**Betongmengde (kvalitet C 25) for hver pilar.**

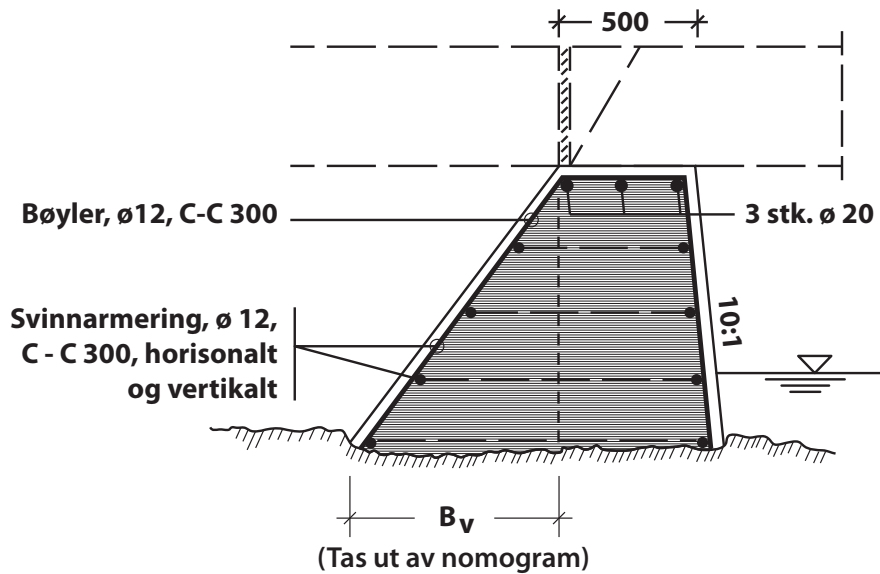
Sum betongmengde ved lik bjelkedimensjon	<u>42,2 m<sup>3</sup></u>
Tillegg ved ulik bjelkedimensjon: (0,425 x 4,00 x h)m <sup>3</sup>	<u>_____ m<sup>3</sup></u>
Sum betongmengde ved ulik bjelkedimensjon	<u>_____ m<sup>3</sup></u>

h angir forskjell i bjelkehøgde. Verdiene for a og h tas ut av typetegninga.

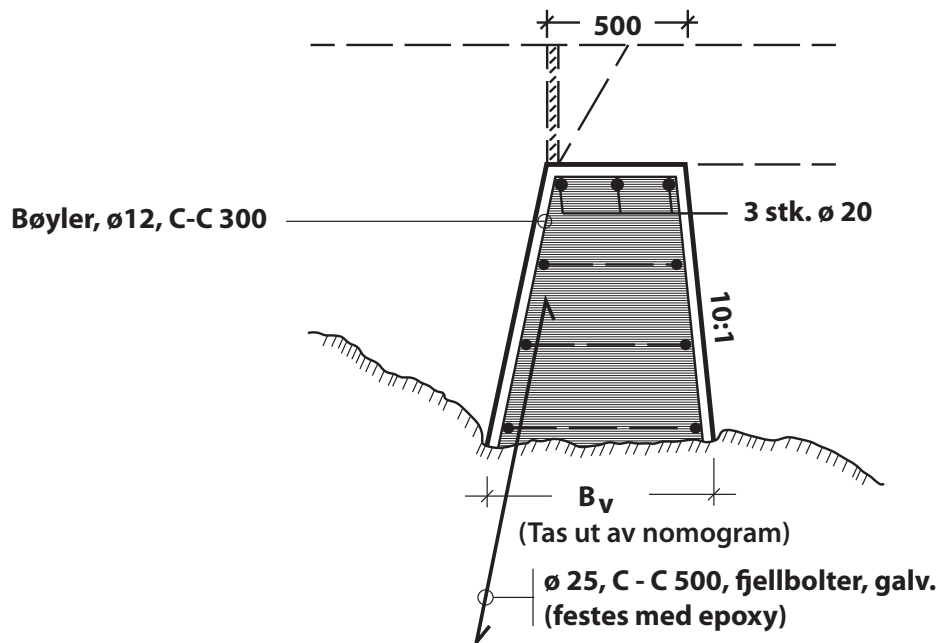
Tillegg for synk er ikke tatt med.

## MASSIVE LANDKAR DIMENSJONERING

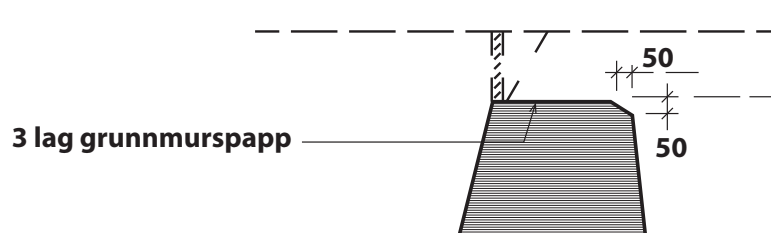
### På horisontal fjellgrunn



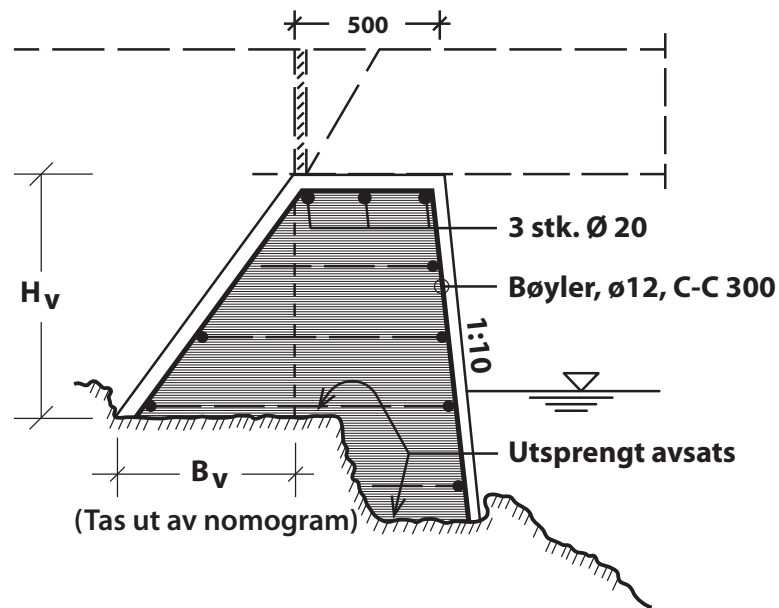
### Utforming ved bruk av fjellbolter



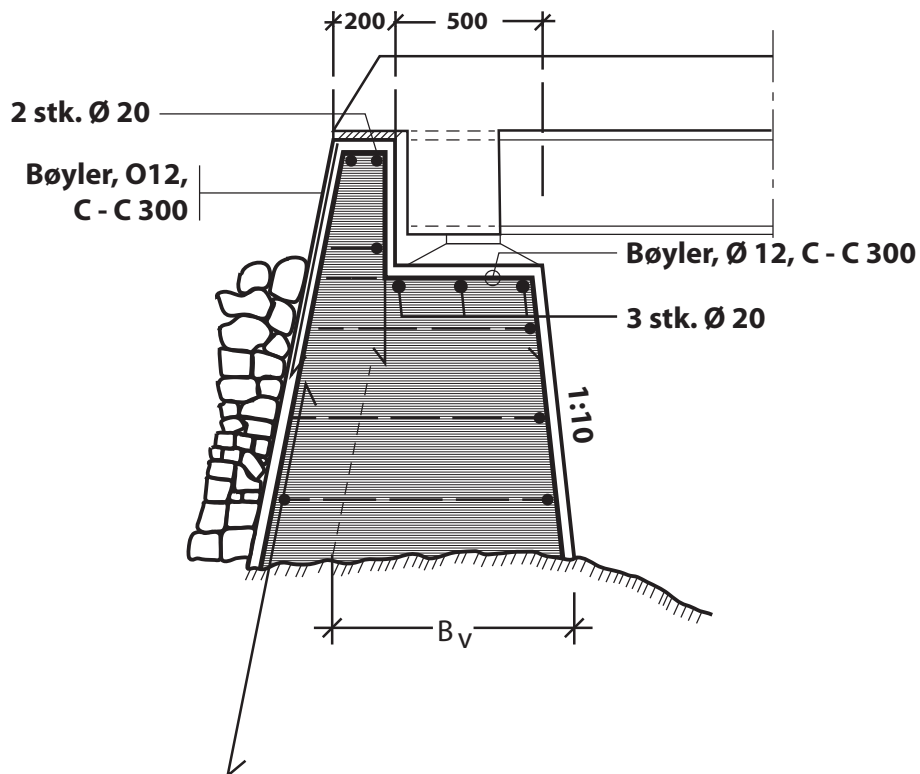
### Detalj: Opplegg



## PÅ HELLENDE FJELLGRUNN



## MASSIVE LANDKAR MED BAKMUR (BJELKEBRU)



**NB!** Ved bruk av fjellbolter (galv.), skal boltene føres opp i karet i lengde 40x diam. av boltene (eks. 1m for Ø25) Boltene føres min. 1m (helst 1,5m) ned i fjell. Boltene festes med epoxy-mørtel / lim.

**Betong:** C25. Synk 60-80mm.

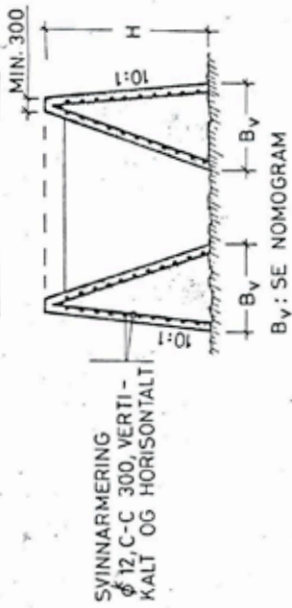
**Armering:** Ks40. Ks 40S i bøyler

**Overdekning:** 50mm.

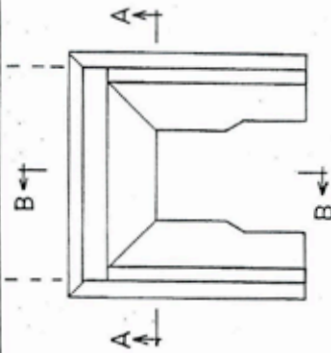


MASSIVE VINGEMURER ILL MASSIVE LANDKAR.

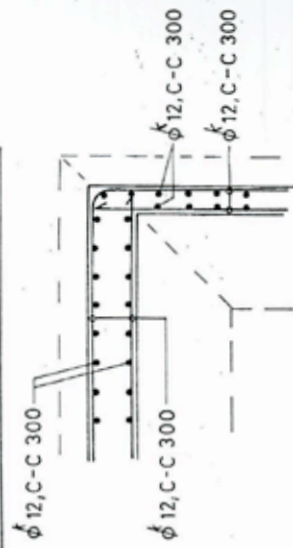
TVERRSNITT A-A



GRUNNRIS: MASSIVT LANDKAR M/VINGEMURER



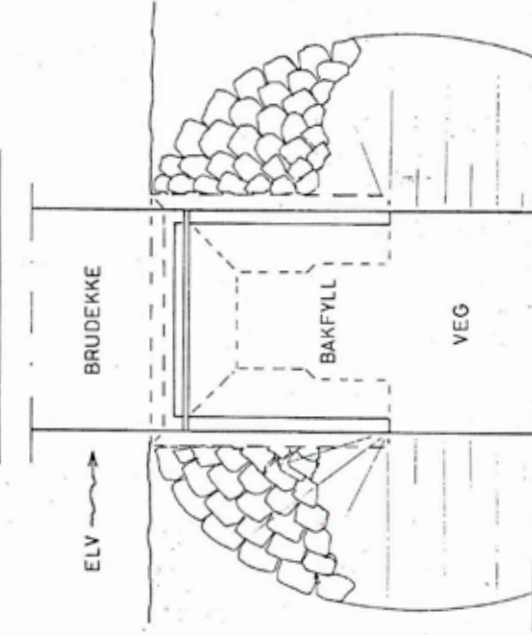
DETALJ: ARMERING AV HJØRNE.

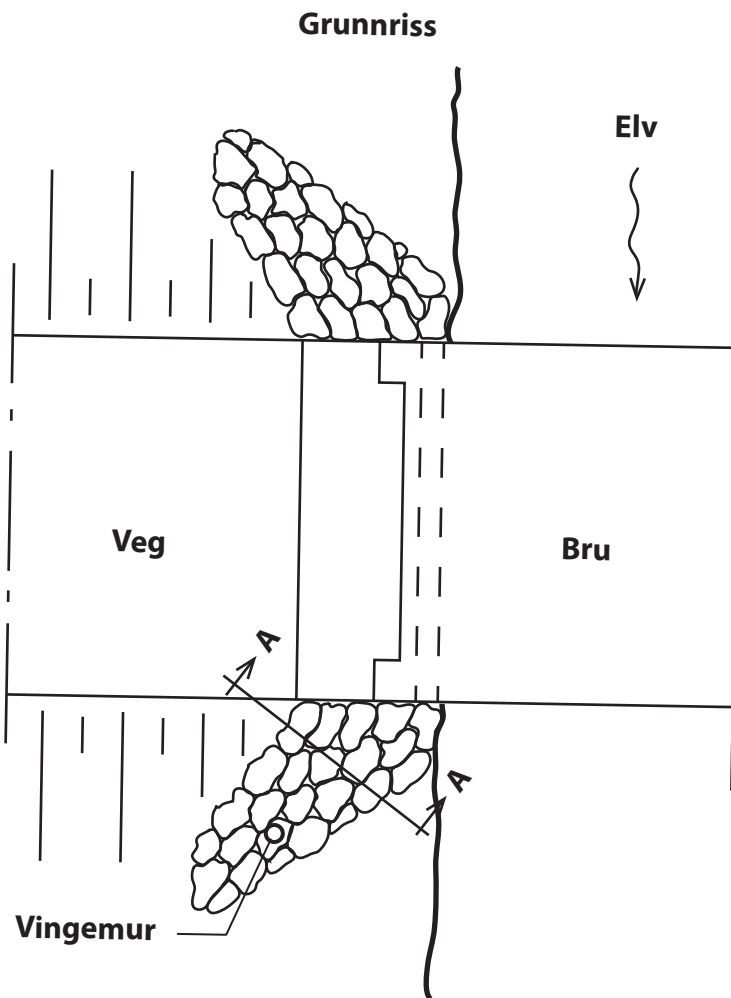


LENGDESNIITT B-B



GRUNNRIS - LANDKAR





**Snitt A -A**

