

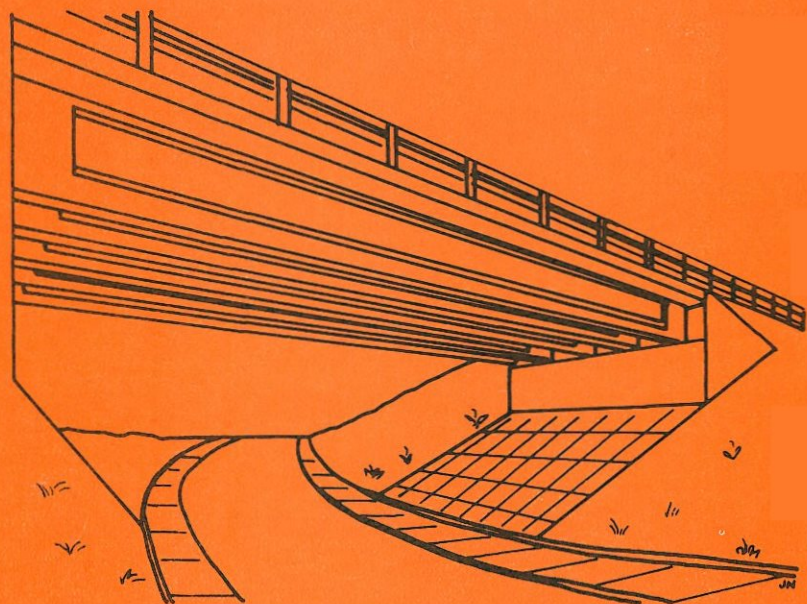
Normaler

Håndbok – 100

Jruprojektering-08

NIB-BRUER

VEGDIREKTORATET
BIBLIOTEKET
Postboks 6390 - Etterstad
0604 OSLO 6
Tlf. (02) 63 95 00



'89



STATENS VEGVESEN

Bruprosjektering-08

NIB-BRUER



STATENS VEGVESEN

HÅNDBØKENE I STATENS VEGVESEN

Dette er en håndbok i Vegvesenets interne håndbokserie, en samling fortløpende nummererte publikasjoner som først og fremst skal tjene som praktiske hjelpemidler for den enkelte tjenestemann ved utførelse av de ulike arbeidsoppgaver innen etaten.

Det er den enkelte fagavdeling innen Vegdirektoratet som har hovedansvaret for utarbeidelse og ajourføring. De daglige fellesfunksjoner som utgivelse av håndbøker fører med seg blir ivaretatt av det sentrale håndboksekretariatet.

Vegvesenets håndbokserie utgis på 3 nivåer:

Nivå 1 – Grå bunnfarge på omslaget, omfatter Lover, Avtaler og Forskrifter som godkjennes av overordnet myndighet eller av Vegdirektoratet etter fullmakt.

Nivå 2 – Orange bunnfarge på omslaget, omfatter Normaler og Retningslinjer som godkjennes av Vegdirektoratet.

Nivå 3 – Blå bunnfarge på omslaget, omfatter Veiledninger, Lærebøker og Vegdata, som godkjennes av Vegdirektoratets avdelinger.

Normaler: Beskrivelse av administrativ eller teknisk fremgangsmåte fastlagt som normal utførelse. Det angis i hvert enkelt tilfelle hvem som kan gi dispensasjon fra beskrivelsen.

Bruprosjektering-08

2. utgave

NIB-BRUER

Nr. 100 i vegvesenets håndbokserie

Skrift: Helvetica 9/10

Opplag: 1500

Sats og trykk: GPG A/S, Oslo

ISBN 82-7207-255-6

FORORD

NIB-normalen er nå revidert i overensstemmelse med kravene i ny Betongstandard NS 3473.

NIB-bjerkene skal tilfredsstille kravene til klasse meget aggressivt miljø (MA).

Vegdirektoratet
Oslo, 1989

Ansvarlig avdeling: Bruavdelingen

NOTATER

08.	NIB-BRUER	
080.	GENERELT	
.1	Innledning	7
.2	Anvendelsesområde	7
.3	Beregningsgrunnlag, dimensjonering	7
.4	Materialer	8
.5	Utførelse og kontroll	9
.6	Tverrbjelker, lagre for brubjelkene	9
081.	DIMENSJONERING AV BJELKER FOR NIB-BRUER	
.0	Generelt	10
.1	Valg av bjelkeantall, bjelketype og bjelkeplassering	12
.2	Armering av bjelker	14
082.	LAGRING, TRANSPORT OG MONTASJE	
.1	Lagring av bjelkene	25
.2	Transport av bjelkene	25
.3	Montasje av bjelkene	27
083.	DIMENSJONERING BRUPLATE OG TVERRBJELKER	
.1	Bruplate	28
.2	Forskaling bruplate	30
.3	Tverrbjelker, opplegg	30
.4	Overgangsplater	34
.5	Sidestyring	35
084.	ARMERING AV BRUPLATE OG TVERRBJELKE	
.1	Armering av bruplate	39
.2	Armering av endetverrbjelke	42
085.	LAGRE	
.1	Lagre	44
086.	NIB-BRUER MED GANG/SYKKELBANE	
.0	Generelt	47
.1	Valg av bjelkeantall, bjelketype og bjelkeplassering	48
.2	Bruplate	49
.3	Armering av bruplate	49
.4	Endetverrbjelke, sidestyring, lager	49
.5	Armering av NIB	49
087.	FLERFELTS/KONTINUERLIGE NIB-BRUER	
.0	Generelt	51
.1	Flerfelts NIB-bruer	51
.2	Kontinuerlige NIB-bruer	53

NOTATER

08. NIB-BRUER

080. Generelt

080.1 INNLEDNING

Det er utarbeidet en normal for fritt opplagte bjelkebruer bestående av plasstøpt bruplate som er understøttet av prefabrikerte, normerte I-bjelker, NIB.

I kapittel 087 er vist hvordan de normerte bjelker kan benyttes for flerfelts eller kontinuerlige bruer.

080.2 ANVENDELSESOMRÅDE

Normalen inneholder ferdig dimensjonerte NIB for spennvidder fra 14 m til 35 m for enfelts og flerfelts vegbruer.

I kapittel 086 er også vegbruer hvor kjørebanelen er utvidet med en 3 m bred gang/sykkelbane, behandlet.

For bruer i kurver som skal ha ensidig tverrfall, inneholder normalen et alternativ med konstant tykkelse på bruplatten.

Normalens anvendbarhet for vegbruer i kurver må forøvrig vurderes i hvert enkelt tilfelle.

Normalen kan anvendes for rette bruer og for bruer med skjevhet α iflg. fig. 081.1 på opp til 30°.

Når brubredde og spennvidde er fastlagt, inneholder normalen de data som er nødvendige for å framstille produksjonstegninger for bruplate, brubjelker og lagre.

Bruk av NIB i sterkt kloridholdig atmosfære, f.eks. direkte utsatt for sjøsprøyt, bør vurderes spesielt.

080.3 BEREGNINGSGRUNNLAG, DIMENSJONERING

Lastforskrifter: Lastforskrifter for bruer og ferjekaier i det offentlige vegnett (Foreløbig 1986).

Dimensjonering: Ifølge NS 3473 og Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 1, «Dimensjonering av spennbetong. Dimensjoneringsprosedyre for strengebetongbjelker», 1974.

For kontinuerlige NIB-bruer henvises til Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 10, «Beregning og dimensjonering av kontinuerlige NOB- og NIB-bruer», november 1981.

For flerfelts NIB-bruer henvises til Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 11, «Flerfelts NIB- og NOB-bruer. Beregning og dimensjonering av kontinuerlig broplate over støttene», desember 1981.

Det er forutsatt at spenntauene avspennes etter ett døgn, og at bjelken det første døgn herdner innendørs ved en lufttemperatur på ca. 20°C og de neste døgn ved en kontrollert herdning frem til at den spesifiserte trykkfasthet er oppnådd. Denne herdning kan eventuelt være utendørs forutsatt at lufttemperaturen er min. 5°C. Ved

påføring av spennkraften er det forutsatt at betongen har en fasthet på min. 70 % av 28-døgnfastheten. Samvirke med påstøp er forutsatt etablert etter ca. 28 døgn.

På grunn av oppspenningen, svinn og krypning vil bjelkene få en krumning. Denne krumning vil øke med tiden spesielt hvis det går lang tid før bjelken belastes med den plasstøpte bruplaten og samvirke etableres. Normalen vil også være anvendbar i de tilfeller herdeforhold, tidspunkt for avspenning og tidspunkt for etablering av samvirke, avviker fra det forutsatt ovenfor. Det må imidlertid tas hensyn til bjelkens (ekstra) krumning. Det henvises til kapittel 083.2.

Armeringens overdekning skal, både for de prefabrikerte og plasstøpte konstruksjoner, overalt være 40 mm.

I overkant forsynes bruplaten med slitelag. Slitelaget kommer i tillegg til overdekningen og kan være av membran og belegg eller av betong.

Bruene er dimensjonert for 100 mm slitelag. For bruer med mindre trafikk, kan slitelaget være mellom 30 og 60 mm. Slitelaget kan støpes i ett med dekket.

080.4 MATERIALER

Generelt skal kravene gitt i Prosesskode -2, «Standard arbeidsbeskrivelse for vegarbeidsdrift», 2. utgave Prosess 84 være gjeldende.

Betong: – C55 i bjelker miljøklasse MA.

– C45 i påstøp for miljøklasse MA.

Spennarmering: Spennntau St. 1700/1900 ifølge NS 481 del 3.

Bjelkene skal enten ha $\varnothing 1/2''$ eller $\varnothing 0,6''$ spennntau (kfr. bl.a. fig. 081.5). Følgende arealer er forutsatt:

- $1/2''$ spennntau, antatt $A_s = 99 \text{ mm}^2$ pr. spennntau
- $0,6''$ spennntau, antatt $A_s = 140 \text{ mm}^2$ pr. spennntau

Spennntauene oppspennes til følgende kraft før de kappes:

- I OK bjelke: 130 kN/spennntau for både $1/2''$ og $0,6''$ spennntau
- I UK bjelke: 130 kN/spennntau for $1/2''$ spennntau
182 kN/spennntau for $0,6''$ spennntau

Slakkarmering: K 400TS iflg. NS 3570

Hvis andre stålqualiteter for spennarmering eller slakkarmering benyttes, må armeringsmengdene justeres i henhold til stålets 0,2-grense eller flytegrense slik at armeringens kapasitet i bruddgrensetilstanden blir den samme som angitt i denne normal. Spennkraftens totale størrelse må ikke forandres.

080.5 UTFØRELSE OG KONTROLL

Utførelse skal være ifølge Proseskode -2 «Standard arbeids beskrivelse for vegarbeidsdrift», 2. utgave kapittel 8, og Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 3. «Normerte I-tverrsnitt NIB», 1974.

Straks etter avforming påføres elementene membranherdner slik at uttørring unngås.

Hvis bjelkeende ikke støpes inn i tverrbærer skal tauendene slipes plant med betongoverflaten og beskyttes med f.eks. epoxymaling.

Følgende toleransekrav gjelder for bjelkene:

	Tillatt avvik
Lengde	mm
Bjelkehøyde $H \leq 1400$	L/1000
Bjelkehøyde $H > 1400$	8
Øvrige tverrsnittsmål	12
Rettkantethet, avvik fra den rette linje for trykk- og strekkurt målt som pilhøyde (sideveis)	5
Armeringsplassering (i tverrretningen)	L/750
	5

L er bjelkelengden i mm.

Kontrollen skal være utvidet iflg. prosess 84 og Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 3. «Normerte I-tverrsnitt NIB», 1974.

080.6 TVERRBJELKER, LAGRE FOR BRUBJELKENE

Normalen inneholder 2 alternativer for løsninger ved opplegg. Alternativene er med eller uten endetverrbjelker.

Normalen inneholder de nødvendige data for dimensjonering av bjelkenes lagre.

Ved å benytte seg av tabeller over bruksområdene for de lagertyper som markedsføres, skulle det være mulig å velge egnet lager.

081. Dimensjonering av bjelker for NIB-bruer

081.0 GENERELT

Fig. 081.1 viser oppriss og grunnriss av ei NIB-bru. Fig. 081.2 viser typisk snitt av den samme brua som i dette tilfelle har 5 bjelker. Antall bjelker kan variere avhengig av brubredde, spennvidde og bjelketype. For detaljmål bruplate, se kap. 083. For utforming av rekkverk henvises til kapittel 14.

Normalen inneholder to alternative utførelser ved landkar. Alternativ A er gyldig for NIB-bru med endetverrbjelke, mens alternativ B er gyldig for NIB-bru uten endetverrbjelke. Det er dessuten vist utførelsen av endetverrbjelker med overgangsplate.

Fig. 081.3 viser tverrsnittsmål og betegnelse på de normerte I-bjeltene (NIB).

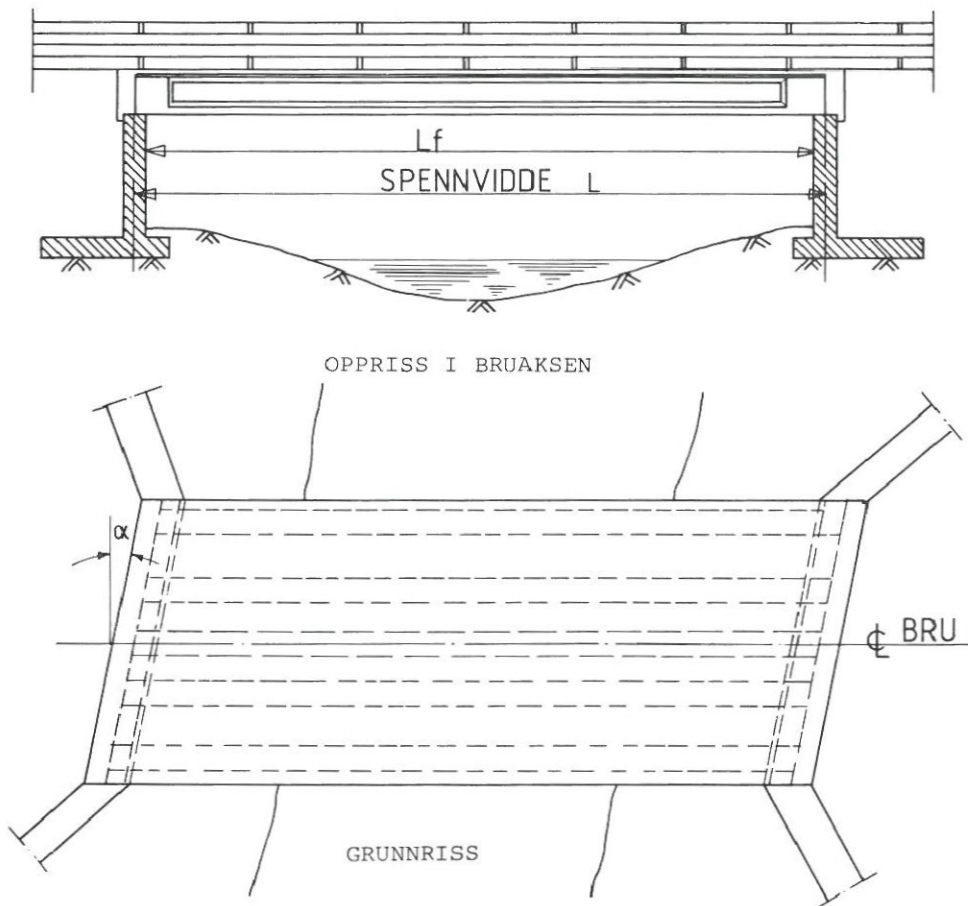


Fig. 081.1 Oppriss og grunnriss

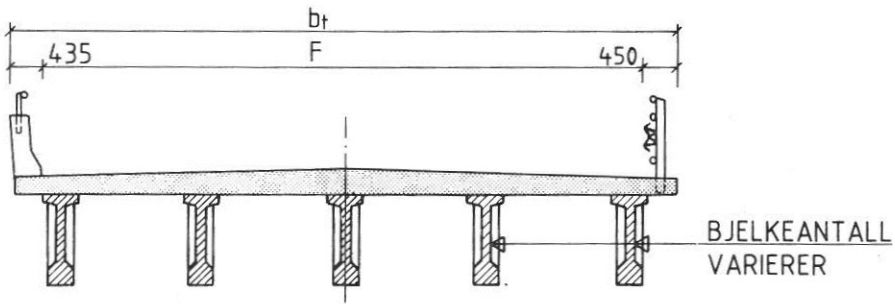


Fig. 081.2 Typisk snitt

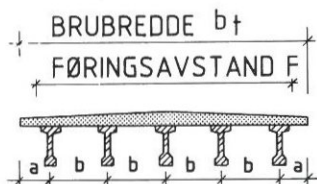
	NIB 1000	NIB 1200	NIB 1400	NIB 1600	NIB 1800
FELTVERRSNITT					
ENDETVERRSNITT					

Fig. 081.3 Normerte I-bjelker NIB 1000 til NIB 1800.

081.1 VALG AV BJELKEANTALL, BJELKETYPE OG BJELKEPLASSERING

Fig. 081.4 viser begrensninger for bjelkenes plassering under bruplaten ved aktuell brubredde og valgt bjelkeantall.

For bruer med krumning i horisontalplanet må antall bjelker og bjelkeplasseringen tilpasses slik at den ytterste bjelke ikke kan bli liggende på utsiden av bruplaten. Minste a-mål langs bjelken må derfor ikke være mindre enn 440 mm, mens maksimum verdi for a blir som angitt i fig. 081.4.



$$\begin{array}{l} \text{TOTAL BRUBREDDE } b_f = F + 2 \times 0,45\text{m} \\ \text{ANTALL BJELKER } n \end{array}$$

$$b \approx b_f / n$$

$$n \text{ min} = 3 \quad \text{NÅR } b_f \geq 4,5\text{m}$$

$$n \text{ min} = 2 \quad \text{NÅR } b_f < 4,5\text{m}$$

$$b \text{ maks} = 2,75\text{m}$$

$$a \text{ maks} = 1,20\text{m}$$

$$a \text{ min} = 0,44\text{m}$$

$$0,4 < \frac{a}{b} < 0,5$$

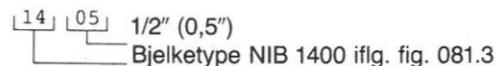
Fig. 081.4 Bjelkeplassering.

For verdier av b se fig. 081.5

Verdier av b, senteravstand mellom bjelkene, samt dimensjon på spenntauene, er gitt i fig. 081.5. I tillegg må begrensningene i a og b, som angitt i fig. 081.4, overholdes.

Vurderes brukostnadene isolert, vil sannsynligvis alternativet med færrest antall bjelker være det mest økonomiske.

På hver kurve i fig. 081.5 er det angitt bjelkehøyde og type spenntau ved at de 2 første siffer angir bjelkehøyden (i dm) og de to siste angir spenntau $\varnothing 1/2''$ (0,5") eller $\varnothing 0,6''$.



For detaljer av armering henvises til kapittel 081.2.

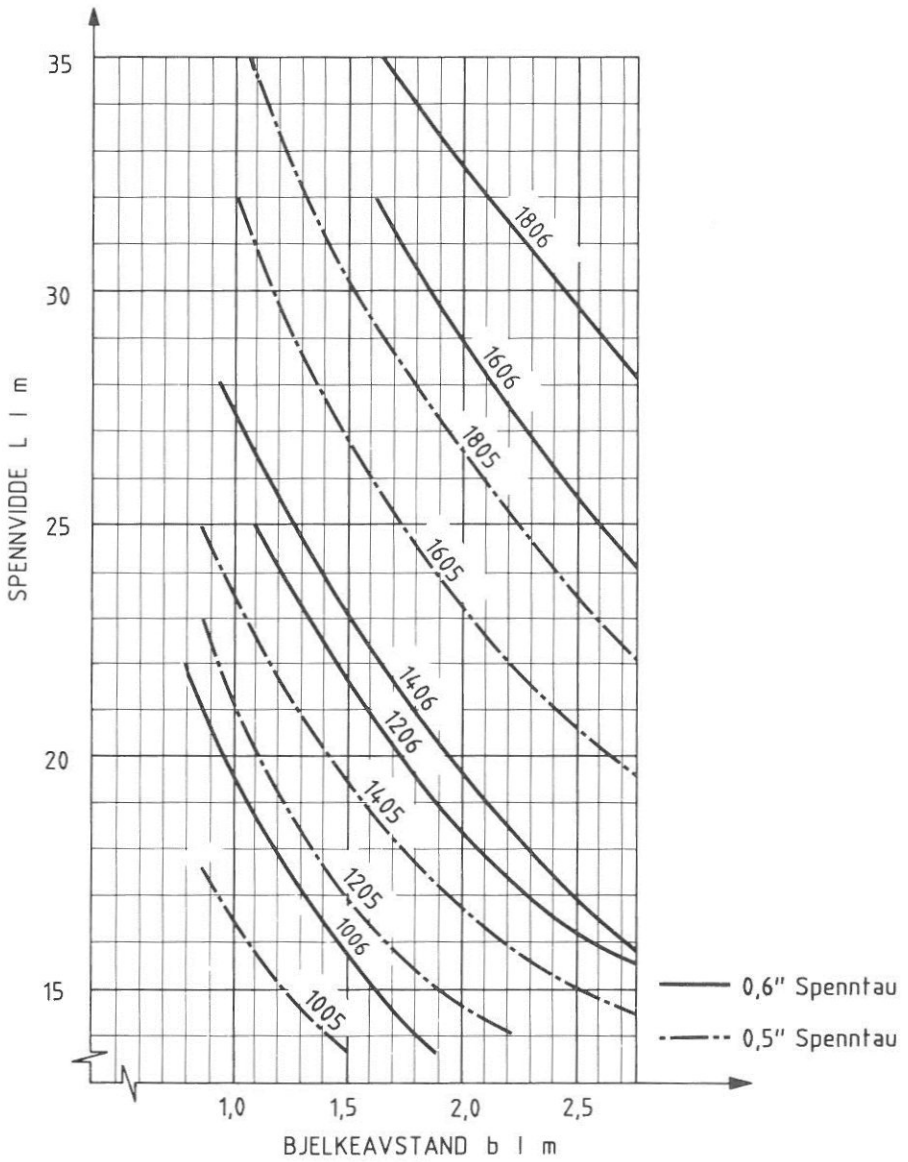


Fig. 081.5 Bjelkeavstand og type spenntau i NIB.
Se også fig. 081.4 for begrensninger i b.

081.2 ARMERING AV BJELKER

Fig. 081.6 til 081.10 viser detaljert armering av bjelkene for NIB 1000 til 1800. Avspenning av enkelte spenntau nær bjelke endene kan f.eks. gjøres ved bruk av plaststrømper.

Spenntauene i den enkelte bjelke skal *enten være $\varnothing 1/2''$ eller $\varnothing 0,6''$* , kfr. også fig. 081.5. Kfr. pkt. 080.4 for oppspenning av spenntauene.

I fig. 081.6 til 081.10 vil de viste 135° kroker være anvendelige når høyden på den oppstikkende skjærarmering er mellom 100 og 120 mm. Når høyden er over 120 mm, kan de viste 180° kroker benyttes.

Bjelkene skal ha følgende antall spenntau i over- og underkant (kfr. også fig. 081.6 til .10):

	OK	UK
– NIB 1000:	2 stk.	12 stk.
– NIB 1200:	2 «	16 «
– NIB 1400:	2 «	16 «
– NIB 1600:	4 «	26 «
– NIB 1800:	6 «	30 «

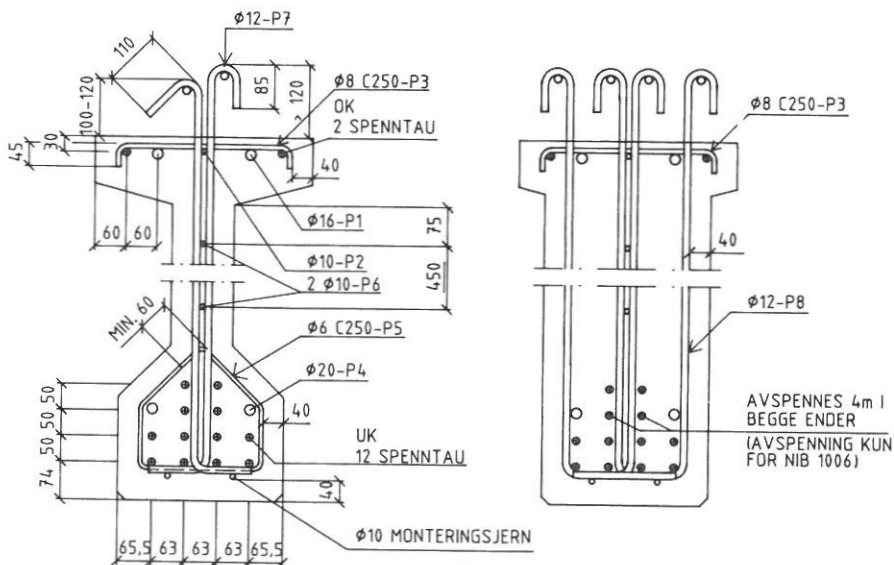


Fig. 081.6 Armering NIB 1000.

For øvrig armering se fig. 081.12 til .17.

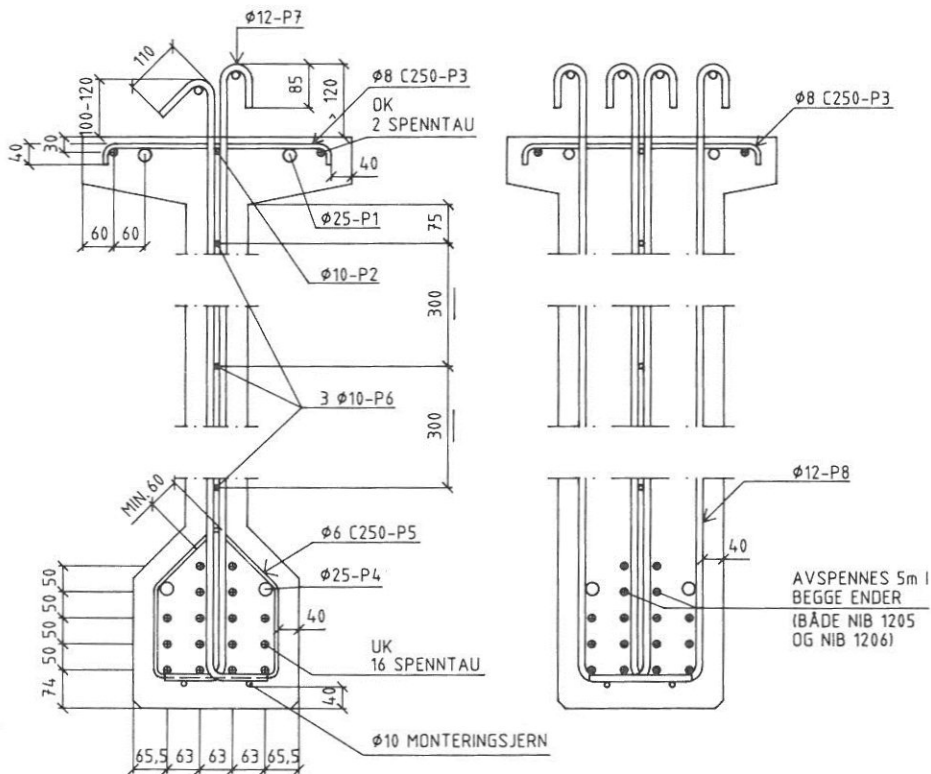


Fig. 081.7 Armering NIB 1200.

For øvrig armering se fig. 081.12 til .17.

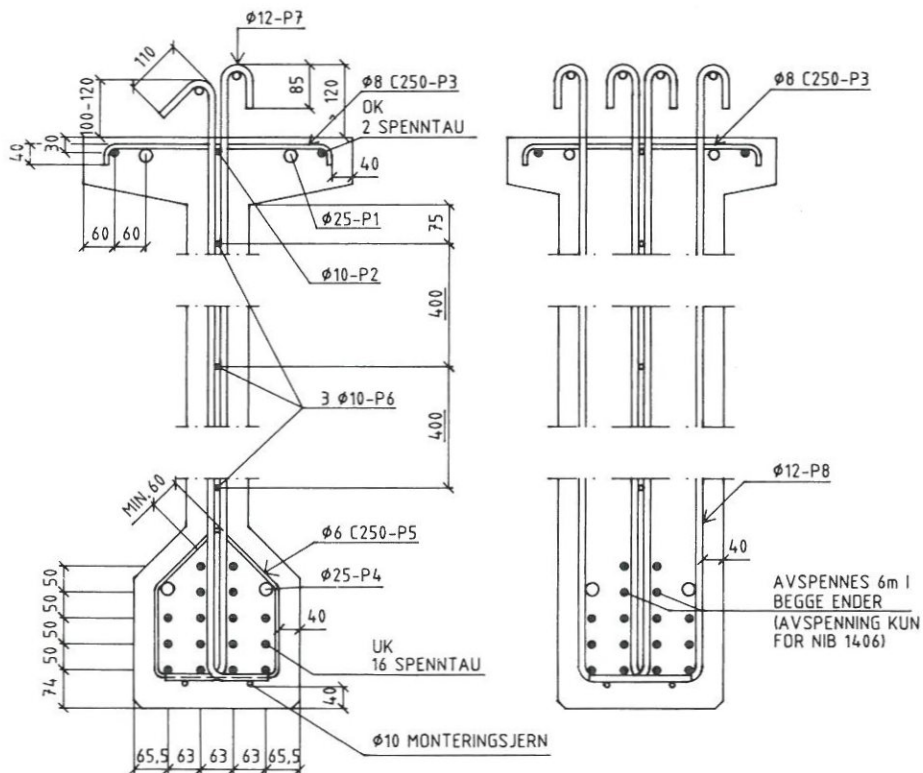


Fig. 081.8 Armering NIB 1400.

For øvrig armering se fig. 081.12 til .17.

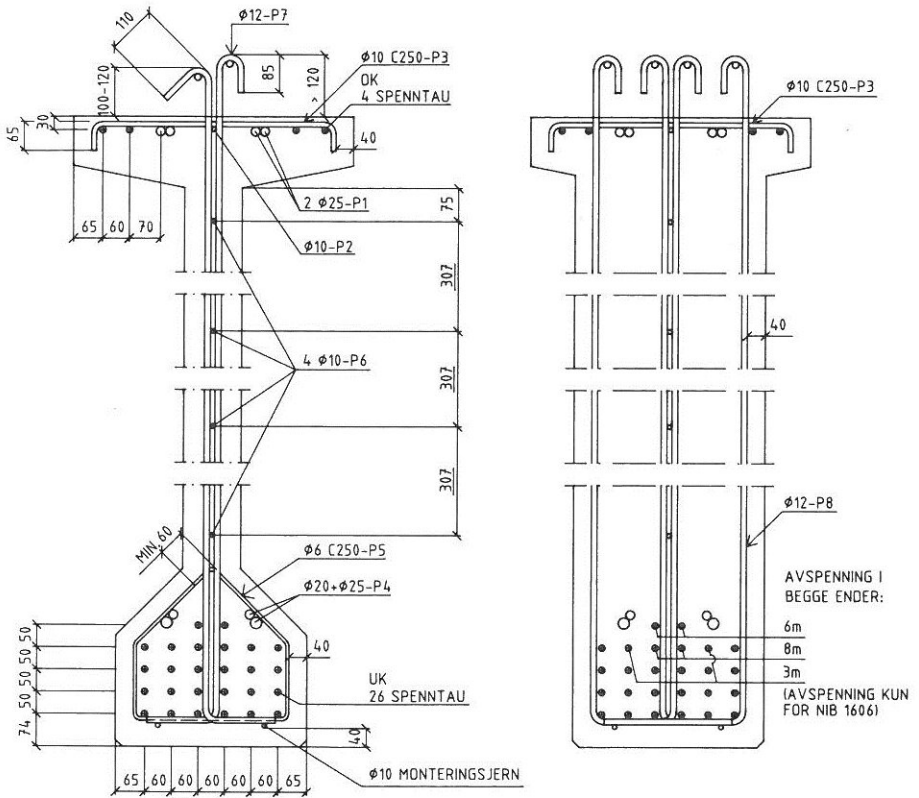


Fig. 081.9 Armering NIB 1600.

For øvrig armering se fig. 081.12 til .17.

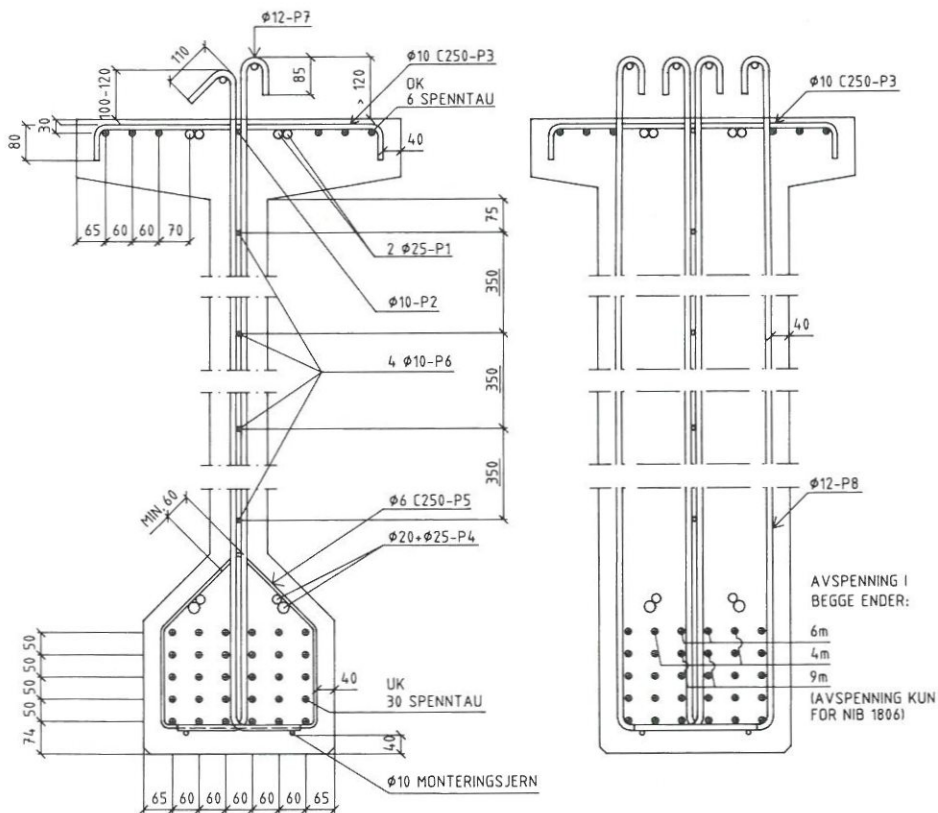


Fig. 081.10 Armering NIB 1800.

For øvrig armering se fig. 081.12 til .17.

Fig. 081.11 viser utforming av bøyler ved bjelkeender. Ende (a) benyttes når det ønskes forbindelse mellom bjelke og bruplate, mens ende (b) benyttes når det ikke ønskes forbindelse mellom bjelkeende og bruplate (se kap. 087).

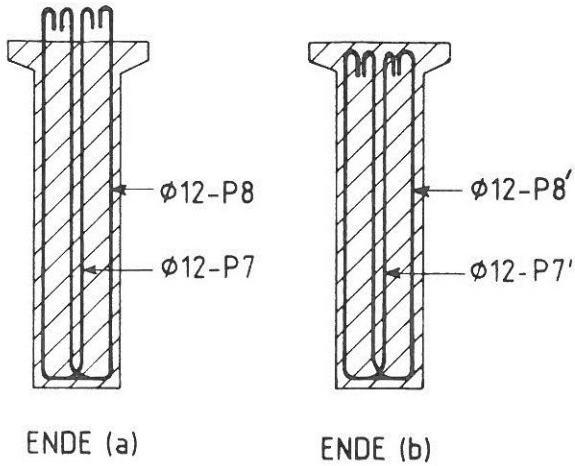


Fig. 081.11 Bøyler ved bjelkeender.
Se fig. 081.6 til 081.10 for utforming av kroker.
Ingen annen armering er vist.

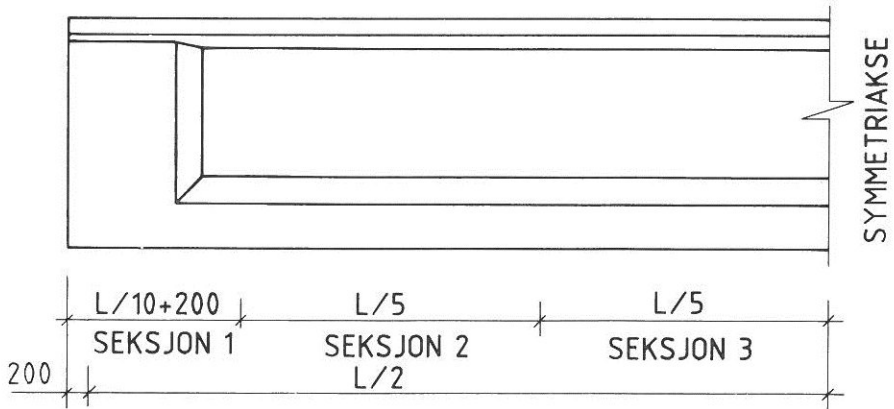


Fig. 081.12 Oppdeling av bjelke for fastsettelse av bøylearmering
Kfr. fig. 082.1 for voutelengde.

Bjelke- type	Senteravstand mm		
	Seksjon		
	1	2	3
NIB 1005	200	200	300
NIB 1006	100	150	200
NIB 1205	150	200	300
NIB 1206	75	100	200
NIB 1405	125	150	300
NIB 1406	75	100	200
NIB 1605	125	150	300
NIB 1606	100	125	200
NIB 1805	125	150	300
NIB 1806	100	150	300

Fig. 081.13 Senteravstand bøyer P7 (P7' ved bjelkeender der det ikke ønskes forbindelse mellom bjelkeende og bruplate).

Se fig. 081.11 for utforming av bøyer

Se fig. 081.12 for seksjonsoppdeling

I fig. 081.14 og .16 er angitt nødvendig ekstra armering ved bjelkeende.
Kfr. fig. 081.6 til .10 for langsgående slakkarmering.

EKSTRA FOR
NIB 1600 OG 1800
4 $\phi 12C100-P8$

3 $\phi 12-P10$
(4 $\phi 12-P10$)

$\phi 10-P12$
SAMME ANTALL
SOM P6

HOR. $\phi 12-P11$
SAMME ANTALL
SOM P6

5 $\phi 10C100-P12$

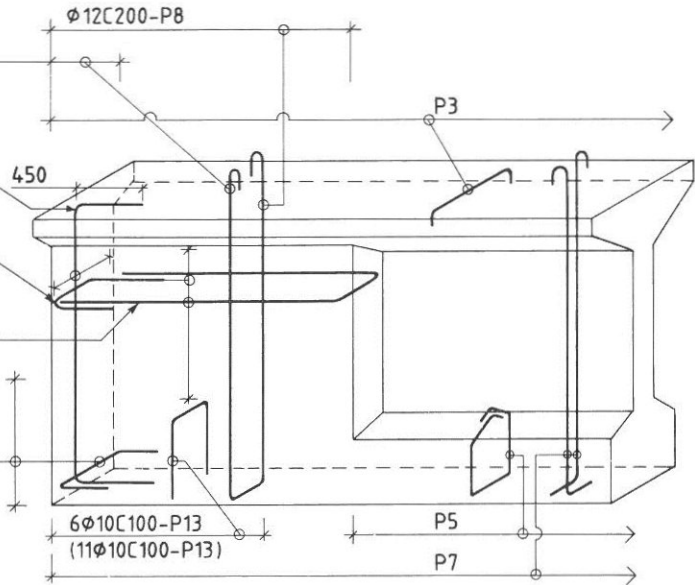


Fig. 081.14 Ekstraarmering ved bjelkeender, type a (se fig. 081.11).
Verdier angitt i () gjelder spesielt for NIB 1600 og 1800.
Langsgående armering utover P11 er ikke vist.
Kfr. fig. 081.15 for snitt.
Kfr. fig. 081.16 for ende type b.

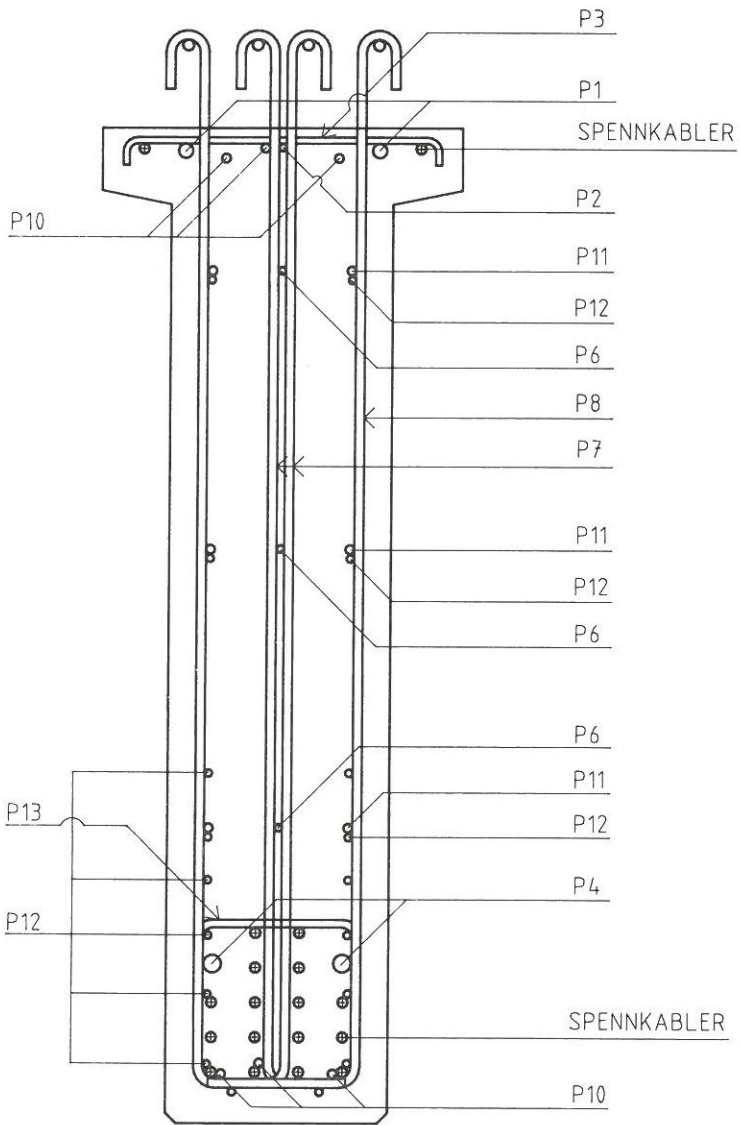


Fig. 081.15 Snitt ved bjelkeende type a.
(Eksemplet viser NIB 1400)

Kfr. fig. 081.14 for oppriss.
Kfr. fig. 081.17 for snitt ende type b.

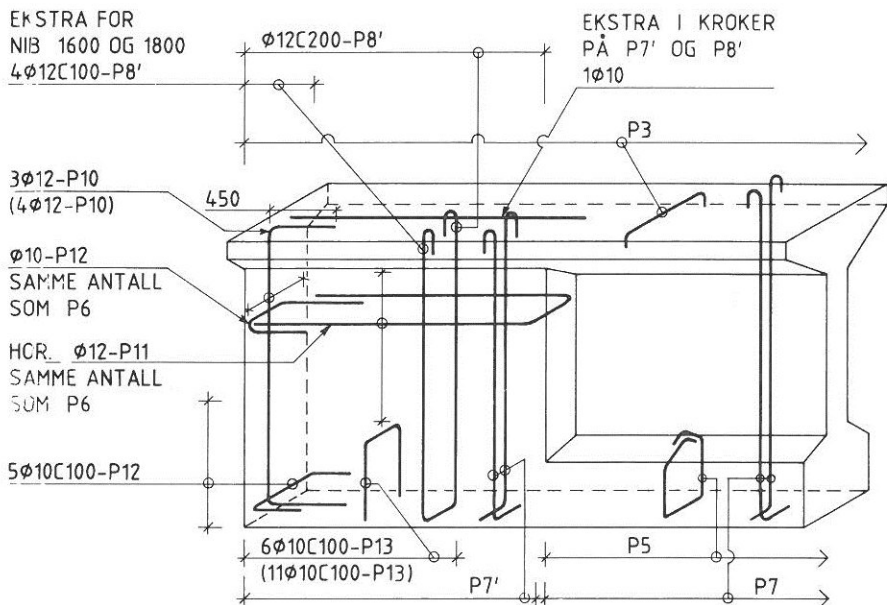


Fig. 081.16 Ekstraarmering ved bjelkeender, type b (se fig. 081.11).
 Verdier angitt i () gjelder spesielt for NIB 1600 og 1800.
 Langsgående armering utover P11 og ekstraarmering i kroker er ikke vist.
 Kfr. fig. 081.17 for snitt.
 Kfr. fig. 081.14 for ende type a.

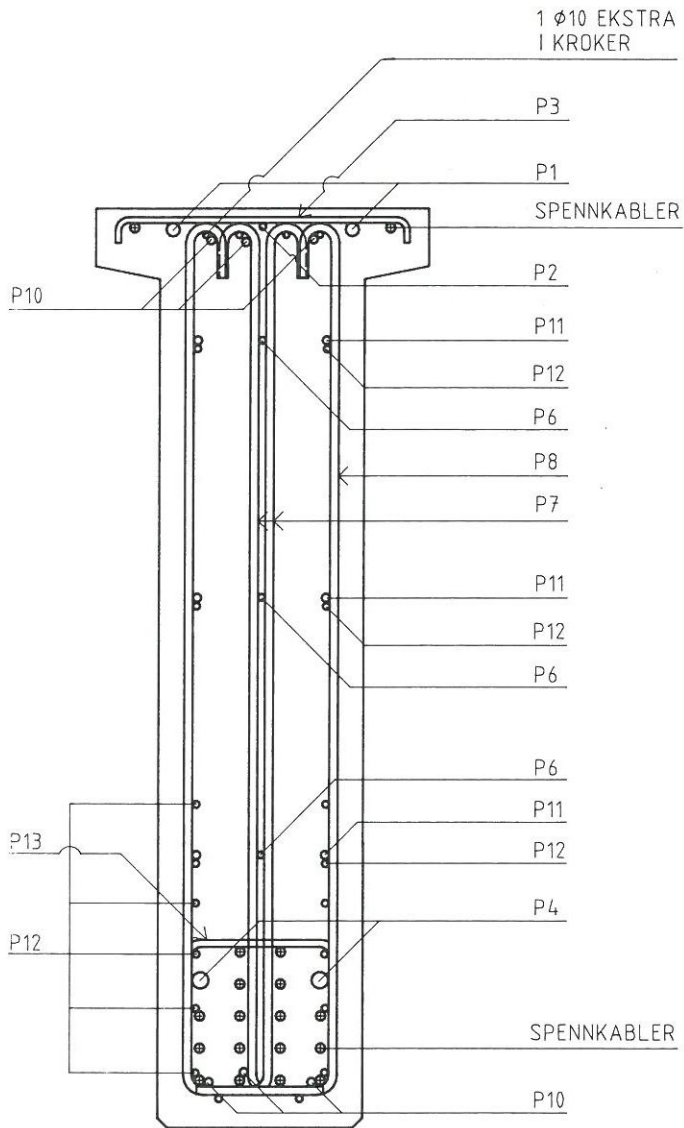


Fig. 081.17 Snitt ved bjelkeende type b.
(Eksemplet viser NIB 1400)

Kfr. fig. 081.16 for oppriss.

Kfr. fig. 081.15 for snitt ende type a.

082. Lagring, transport og montasje.

082.1 LAGRING AV BJELKENE

Bjlkene i en spennbenk skal støpes hurtigst mulig slik at ugunstige følger av stor aldersforskjell mellom den første og den siste bjelke unngås.

Inntil bjelkene har oppnådd foreskrevne trykkstyrke, skal herdningen foregå ved kontrollerte temperatur- og fuktighetsforhold. Spesielt må ugunstige følger av f.eks. forsinket herding på grunn av kulde unngås. Se også pkt. 080.3.

Dersom det ønskes, kan løftepunktene for bjelkene avvike fra normalen. I så tilfelle skal spesielle beregninger foretas, og disse, samt eventuelle endringer i armeringen, skal forelegges byggherren til godkjenning.

Uansett om løftepunktene endres skal bjelkene ved lagring alltid understøttes som forutsatt i normalen. Det skal påses at understøttelsene er plane og stabile. Bjelkene skal i nødvendig grad avstives sideveis.

082.2 TRANSPORT AV BJELKENE

Under transport må det påses at bjelken i nødvendig grad er avstivet. Transporten må foretas med så stor forsiktighet at skader som avskallinger, riss o.l., unngås.

Dersom ikke spesielle forhold tilsier noe annet, kan det være fordelaktig å begrense maksimum bjelkelengder til følgende:

- NIB 1000 ca. 22 m
- NIB 1200 ca. 25 m
- NIB 1400 ca. 28 m
- NIB 1600 ca. 32 m
- NIB 1800 ca. 35 m

Det gjøres spesielt oppmerksom på at så lange bjelker kan være ustabile.

Under løfting, transport og montasje vil det være hensiktsmessig å avstive overgurtene sideveis f.eks. ved hjelp av fastspente gitterdragere, stålprofiler el.l.

Fig. 082.1 viser oppleggs- og løftepunkter til bruk under henholdsvis lagring, løfting og transport. For løfting/transport er LP maks 0,2 L, dog skal ikke LP maks overstige 5,0 m uten at det utføres en spesiell dimensjonering som skal godkjennes av byggherren.

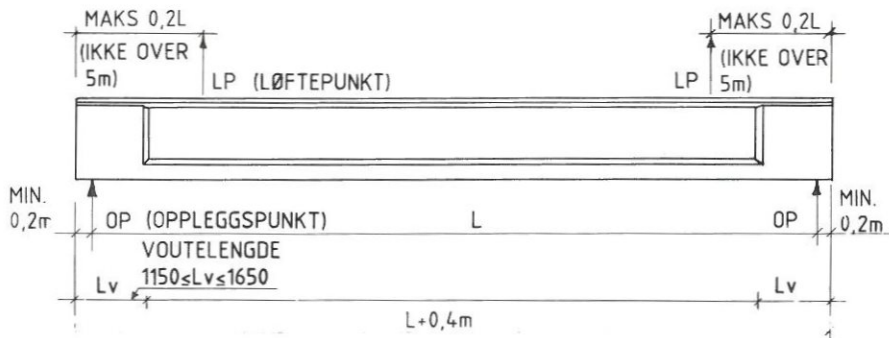


Fig. 082.1 Opplags- og løftepunkter under lagring, transport og montasje

Fig. 082.2 viser vekt pr. 1m samt tverrsnittskonstanter for de normerte bjelker. Symbolene er som benyttet i Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 1.

Bjelke	Vekt tonn/m		Areal A_{c1} m ²		Felttverrsnitt		
	Felt-tverrsnitt	Ende-tverrsnitt	Felt-tverrsnitt	Ende-tverrsnitt	y_{u1} m	y_{o1} m	I_1 m ⁴
NIB 1000	0,52	0,85	0,207	0,339	0,494	0,536	0,026
NIB 1200	0,63	1,04	0,252	0,414	0,602	0,628	0,046
NIB 1400	0,69	1,20	0,276	0,478	0,698	0,732	0,068
NIB 1600	0,94	1,81	0,371	0,725	0,781	0,849	0,126
NIB 1800	1,11	2,08	0,443	0,830	0,907	0,923	0,192

Fig. 082.2 Vekt og tverrsnittskonstanter for NIB. Tverrsnittskonstantene er regnet for betongtverrsnitt uten armering. Oppgitte vekter er omtrentlige, og det er en forutsetning at produsenten kontrollerer vektene.

082.3 MONTASJE AV BJELKENE

Til montasje av bjelkene må det benyttes kranutstyr som er egnet til formålet. Ved løfting må bjelkene henge slik at de blir satt ned plant og forsiktig på underlaget.

Løfting av bjelkene skal bare foretas i de dertil innstøpte løfteinnretninger. Plasseringen av disse er angitt på fig. 082.1.

Normalt bør montasje av bjelker samt de videre arbeider med forskaling og støp av bruplaten foregå som en kontinuerlig operasjon.

Normalt bør produksjon, leveranse og montasje av bjelker utføres i samme entrepriser. Den ansvarlige for leveransen og montasjen av bjelkene skal påse at den ansvarlige for de videre arbeider overtar tilsynet med bjelkene.

Montasje av bjelkene må bare foretas under gunstige værforhold. Selv ved forholdsvis moderate vindforhold kan sideavstivning som angitt nedenfor og i pkt. 082.2 være påkrevd for korte bjelker. For lange bjelker kan avstivning av overgurten vise seg å være utilstrekkelig. Midlertidig avstivning må ikke fjernes før bjelkene og bru-plata har oppnådd samvirke. Bjelker med for stor sideutbøyning skal rettes opp etter montasje. Dersom dette medfører uakseptable påkjenninger i bjelken, kan en eventuell ekstra avstivning av bjelkene før påstøpen er herdet, være aktuell.

Montering av bjelker foretas som angitt i kapittel 154.4.

For å unngå velting skal bjelkene avstives etterhvert som de monteres. Avstivningen utføres f.eks. ved en kryssavstivning av bjelkene som vis t i fig. 082.3 og 082.4. For spennvidder over ca. 20 m kan det anbefales å benytte avstivningen vist i fig. 082.4 også ved 1/3 eller 1/4 punktene.

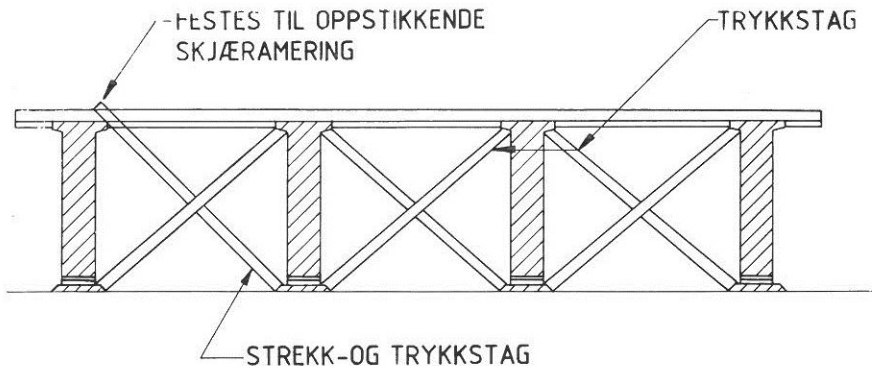


Fig. 082.3 Midlertidig avstivning ved bjelkeender

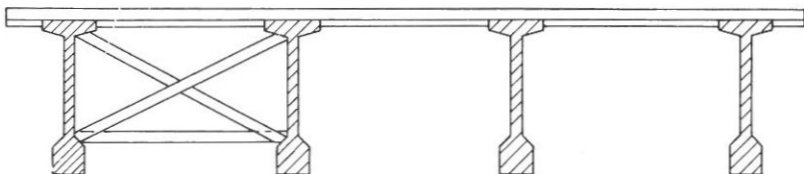


Fig. 082.4 Midlertidig avstivning i bjelkefelt.

083. Dimensjonering bruplate og tverrbjelke

083.1 BRUPLATE

Fig. 083.1 viser bruplatens detaljmål i et snitt normalt på bruaksen for ei bru som ligger på en rettstrekning og skal ha tosidig tverrfall.

Platetykkelser er gitt i platemidte og ved rand. I tillegg kommer slitelaget.

Innfesting av rekkverk utføres i henhold til kapittel 14.

Alle skarpe kanter på bruplatten avfases.

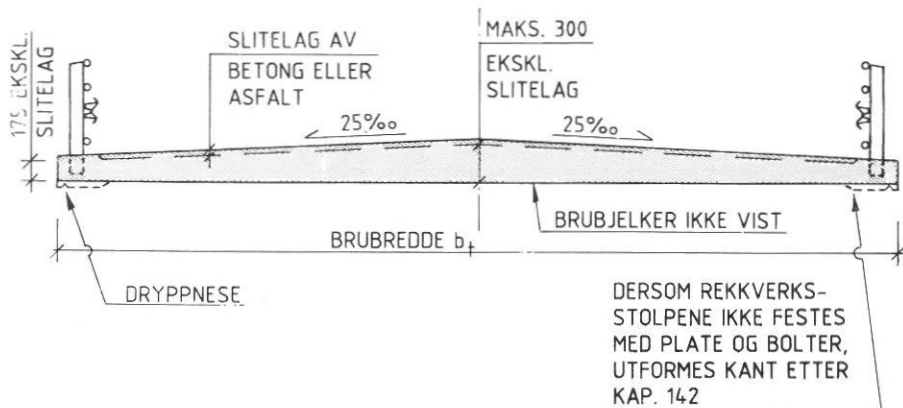


Fig. 083.1 Plate med variabel tykkelse

Fig. 083.2 viser bruplatens detaljmål i et snitt normalt på bruaksen for ei bru som ligger i en kurve og skal ha ensidig tverrfall.

I tillegg til platetykkelsen kommer slitelaget.

Bruplatten utformes etter Vegnormalene. Ved midtlinje bru skal bjelkene plasseres som angitt i fig. 081.4 i forhold til bruplatten.

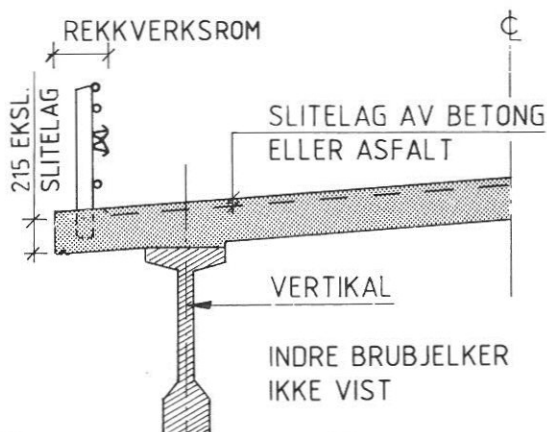


Fig. 083.2 Jevntykk plate i kurve

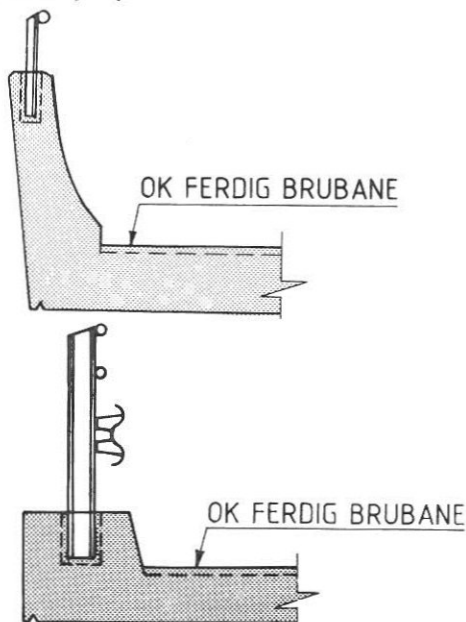


Fig. 083.3 Alternativ utforminger av kantbjelke.
Brubjelker ikke vist. Støpefuger ikke vist.

Fig. 083.3 viser alternative utforminger av kantbjelke på bruplata. Ved benyttelse av de alternative kantbjelkene vil de ytterste NIB-bjelkene få ekstra belastning. Dette må det tas hensyn til ved valg av bjelketype, og/eller ved utstøping av bruplata. For bruplata detaljer benyttes fig. 083.2 for ensidig fall og fig. 083.1 for tosidig fall. Kantbjelken utformes etter kap. 142.

083.2 FORSKALING BRUPLATE

Ved forskaling av bruplaten er det flere forskjellige løsninger som kan anvendes. Blant disse er konvensjonell forskaling, bruk av prefabrikerte forskalingsplater av glassfiberarmert sement eller fagverksplater. Ved valg av forskalingssystem må en velge en type som er teknisk forsvarlig og som totalt gir en rimelig og enkel løsning. Dette er diskutert nærmere i Vegdirektoratets Bruavdelings Rapport nr. 3, «Forskalingssystemer for bjelkebruer», 1983.

Når bjelkene er montert, har de en overhøyde p.g.a. oppspenning. Vekten av den plasstøpte bruplaten vil redusere overhøyden. Overhøyde er vanligvis ikke ønskelig på ferdig bru, og den bør derfor unngås.

Følgende prosedyre foreslås derfor:

1. Mål bjelkenes pilhøyde etter montasje
2. Regn antatt nedbøyning p.g.a. platestøp.

$$\text{Nedbøyning} = f = \frac{5 \times gl^4}{384 \times EI}$$

I = Bjelkens treghetsmoment (se fig. 082.2)

E = Betongens korttidselastisitetmodul

g = Jevnt fordelt vekt pr. m av plate på en bjelke

l = Bjelkens spennvidde

Restoverhøyde etter platestøp kiles ut i slitelaget mot bjelkeendene. Eventuelt bygges forskalingsplatene opp med f.eks. mørtel ved bjelkeendene.

083.3 TVERRBJELKER, OPPLÈGG

Normalen inneholder to alternative utførelser:

A Alternativ med endetverrbjelker

B Alternativ uten endetverrbjelker

Landkarene vil få forskjellig utforming for de to utførelsene, idet en ved valg av alternativ A vil få jordtrykket fra bakfyllmassen direkte mot tverrbjelken, mens man ved valg av alternativ B får jordtrykket i sin helhet mot landkarveggene.

Alternativ A vil i skjeve bruer kunne påføre brua en jordtrykkskomponent normalt på bruaksen som det må tas hensyn til ved dimensjonering av bruas sideføringer, kfr. fig. 083.10.

Fig. 083.4 viser alternativ A, oppleggsdetaljer, utførelse med endetverrbjelker. De målsatte detaljer er generelle for alle bruer. Bjelkehøyden er avhengig av bjelketype, mens platetykkelsen er avhengig av brubredde og snittsted.

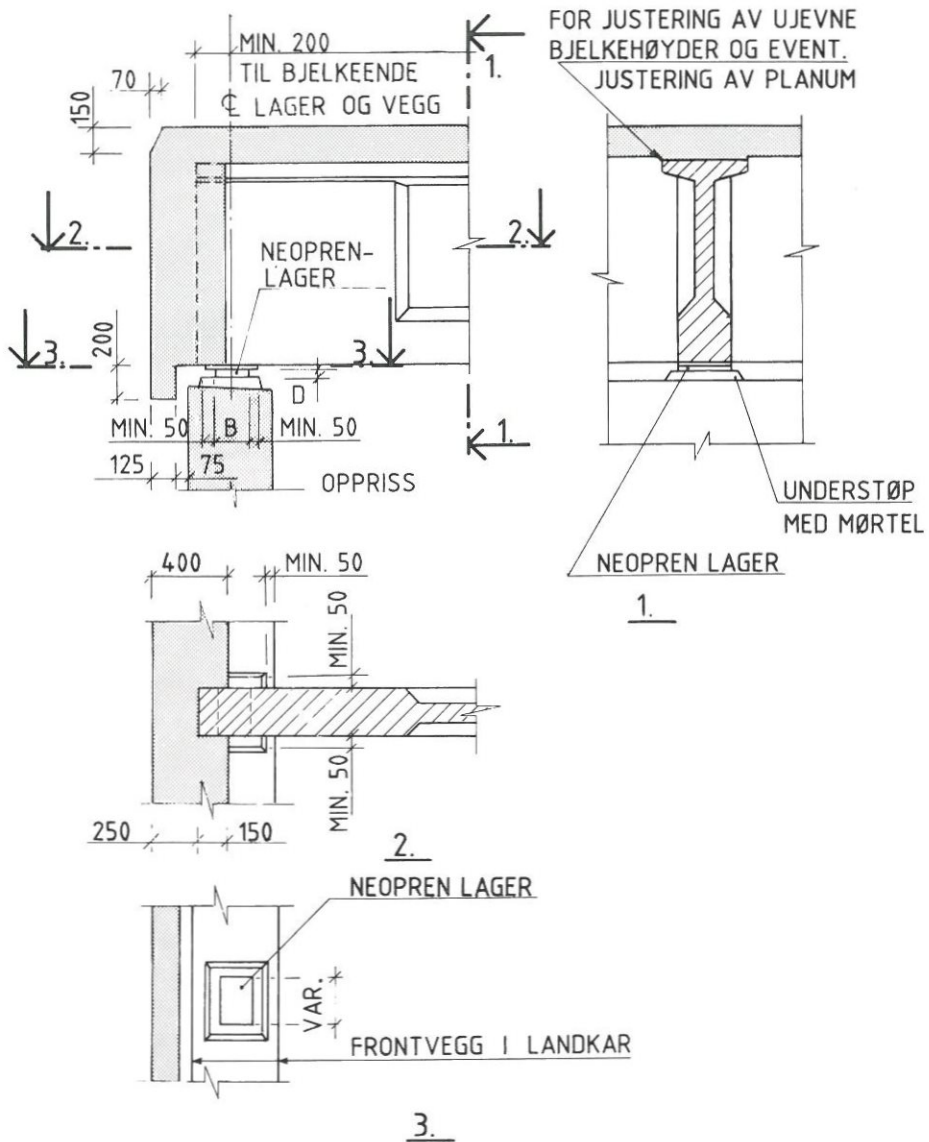


Fig. 083.4 Alt. A med endetverrbjelke, detalj opplegg for rett bru.
 For mål B og D henvises det til kap. 085.

Fig. 083.5 viser neoprenlagerets plassering når brua har en skjevhet = 0. Lageret skal alltid ligge med sidekantene parallelt med bjelkeaksen, uavhengig av tverrbjelkealternativ. Hvis mulig bør bjelkene være rette i endene for å unngå vanskelig armeringsføring, oppsprekking i forankringssonen, e.l.

For å unngå avfasing av hjørne på betongpute under lager, som vist i snitt 3, kan frontveggen med fordel støpes tykkere.

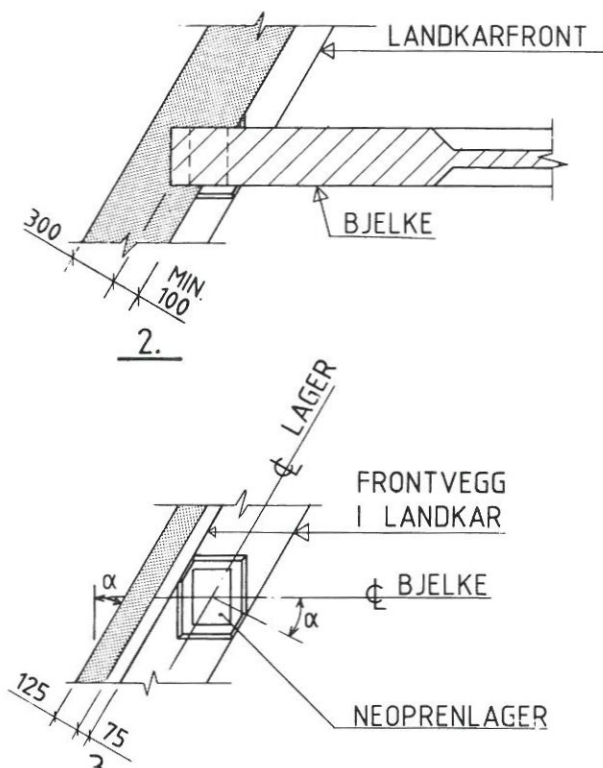
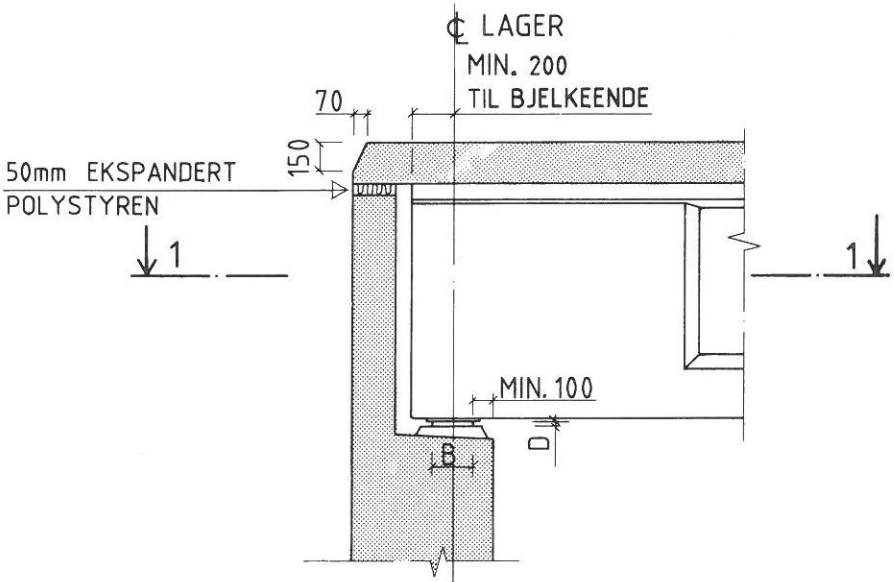


Fig. 083.5 Lagerets plassering ved skjev bru (bruas skjevhet = α).
Se fig. 083.4 for plassering av snitt 2 og 3.

Fig. 083.6 viser alt. B, oppleggsdetaljer, utførelse uten endetverrbjelke. De målsatte detaljer er generelle for alle bruer, mens bjelkehøyden er avhengig av bjelketype og platetykkelsen av brubredde og snittsted.



Detalj opplegg

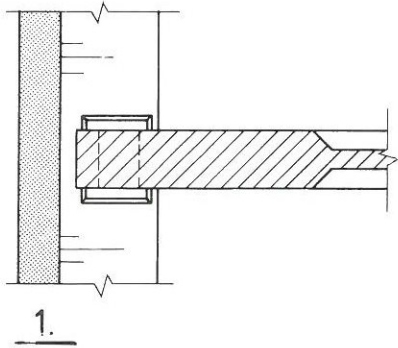


Fig. 083.6 Alt. B, uten endetverrbjelke. Detalj opplegg.
 For mål B og D henvises det til kap. 085.

083.4 OVERGANGSPLATER

Landkarene kan også lages med konsoll for overgangsplater. Konsollens plassering kan variere. Fig. 083.7 og 083.8 viser en løsning for henholdsvis alt. A og alt. B med konsoll for overgangsplate. For alt. A må det påses at de ekstra laster som påføres bjelkene kan optas av lagrene.

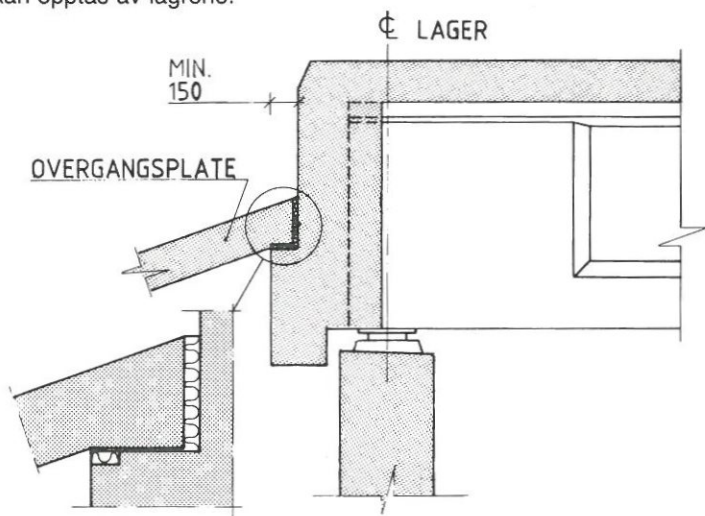


Fig. 083.7 Konsoll for overgangsplate alt. A, med endetverrbjelke Eventuell forbindelsesarmering til overgangsplaten er ikke vist.

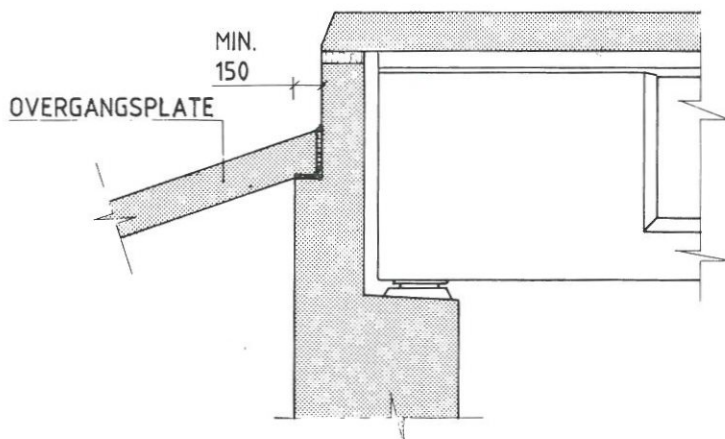


Fig. 083.8 Konsoll for overgangsplate alt. B, uten endetverrbjelke. Eventuell forbindelsesarmering til overgangsplaten er ikke vist.

083.5 SIDESTYRING

Sidekrefter og eventuelle sentrifugalkrefter på brua beregnes ifølge lastforskriftene. Det må påses at kreftene kan opptas av lagre og sideføringer.

I de følgende figurer vises utførelser av landkaret og opplegg som vil gi brua sidestyring.

Fig. 083.9 og 083.10 viser utførelsen av sidestyring for alt. A, skjev vingemur og rett vingemur.

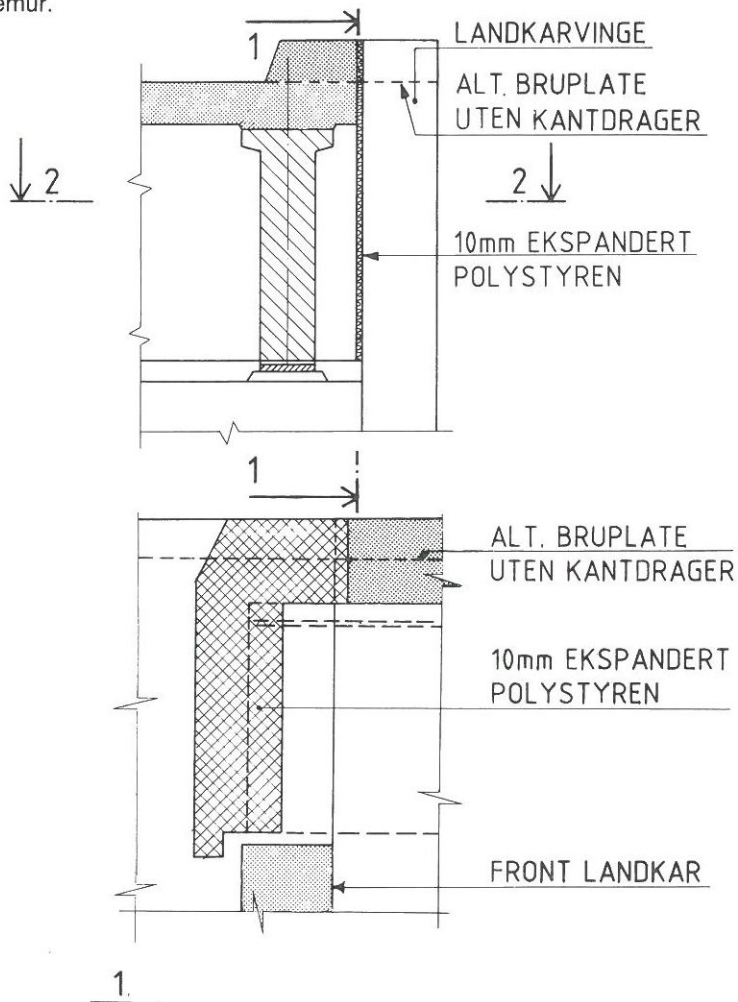
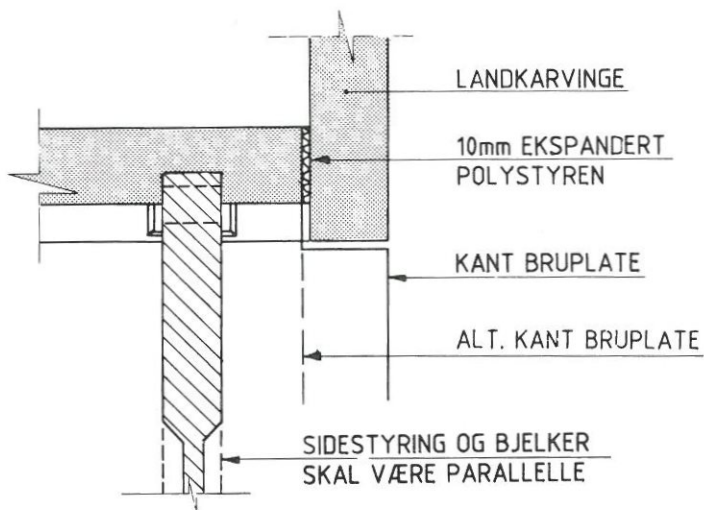
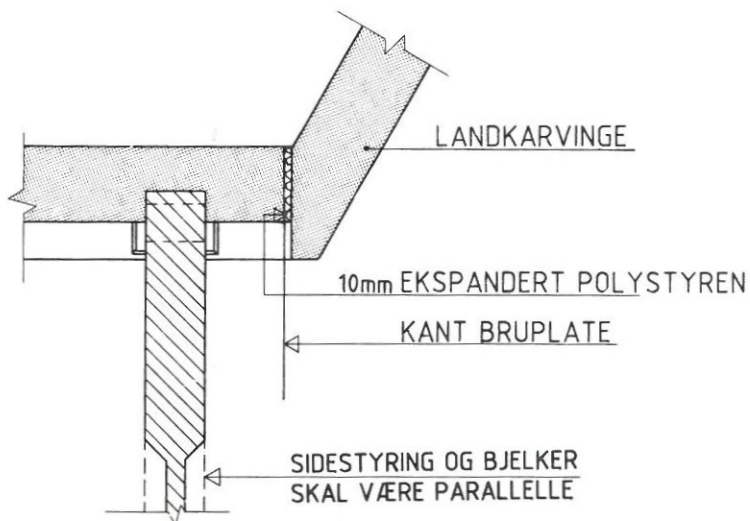


Fig. 083.9 Utførelse av sidestyring for alt.A.
Snitt 2 er vist på fig. 083.10



2.



2.

Fig. 083.10 Utførelse av sidestyling for alt. A, for rette og skjeve vingemurer.
For plassering snitt 2 se fig. 083.9.

Fig. 083.11 og fig. 083.12 viser utførelse av sidestyling for alternativ B, ved rett vingemur og når vingemur har skjevhet.

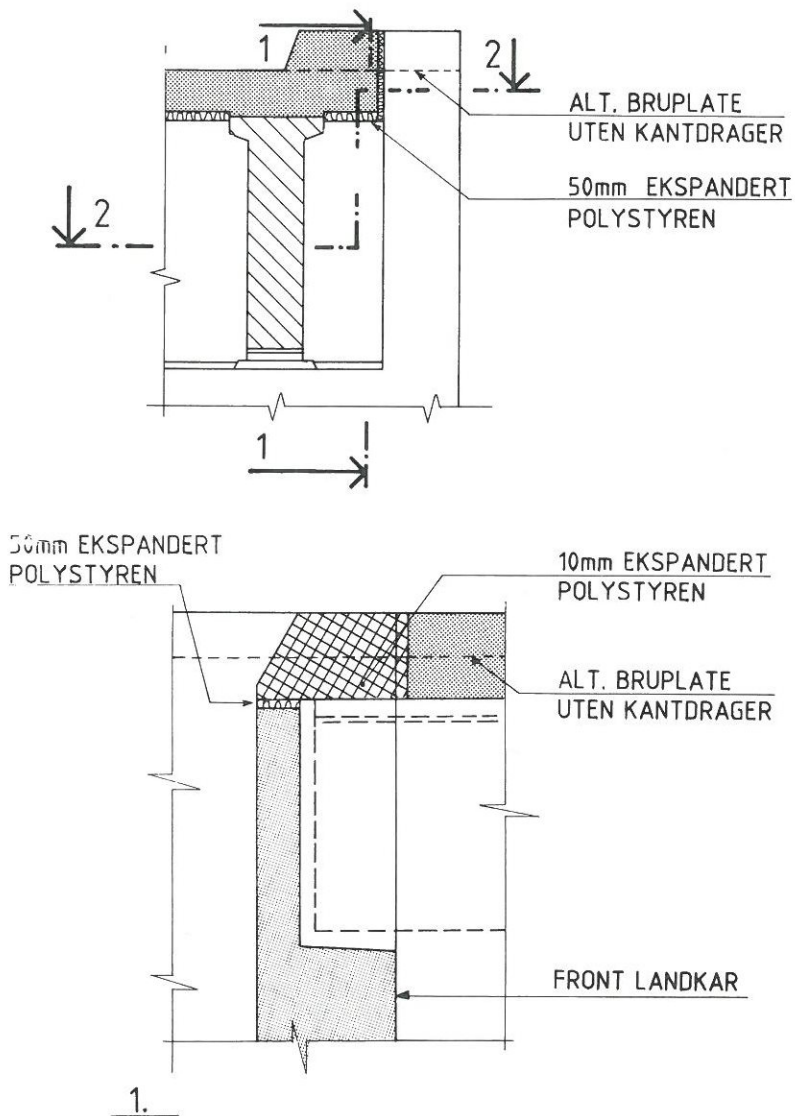
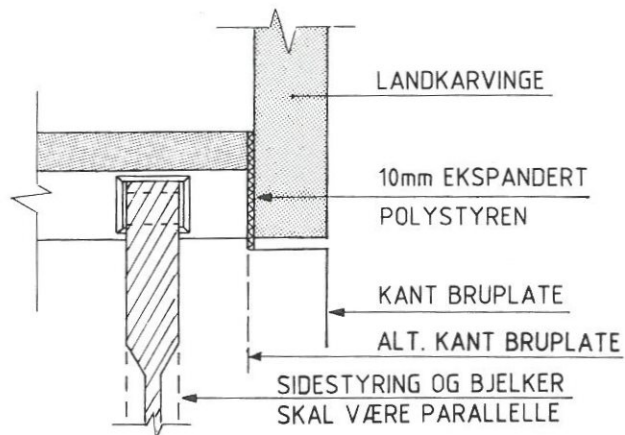
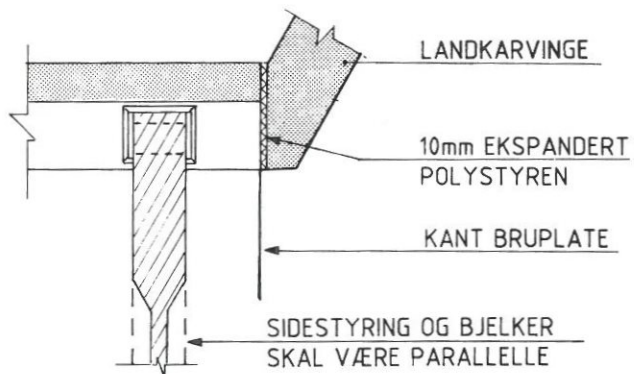


Fig. 083.11 Utførelse av sidestyling for alt. B.
Snitt 2 er vist på fig. 083.12



2.



2.

Fig. 083.12 Utførelse av sidestyling for alt. B, for rette og skjeve vingemurer.
For plassering snitt 2 se fig. 083.11

084. Armering av bruplate og tverrbjelke

084.1 ARMERING AV BRUPLATE

Fig. 084.1 viser snitt og generell armering i bruplate, mens fig. 084.2 og 084.3 viser plan med armering av bruplate.

Bruplate med variabel tykkelse og bruplate med konstant tykkelse armeres likt. Senteravstand angitt som e_1 og e_2 finnes i fig. 084.4.

Skjøter i platenes langsgående armering forskyves f.eks. annenhver i forhold til hverandre. Bøylene som vil gå opp i platen fra bjelker og endetverrbjelke er ikke vist på fig. 084.1

Armering av bruplate ved bruender er avhengig av om bruplaten støpes sammen med endetverrbjelke eller ikke, som vist på fig. 084.2 og 084.3.

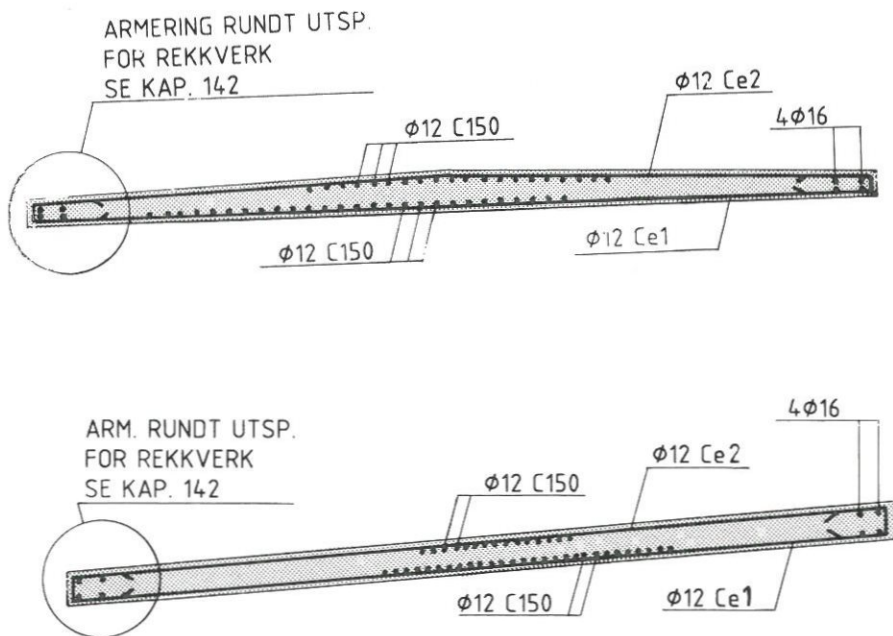
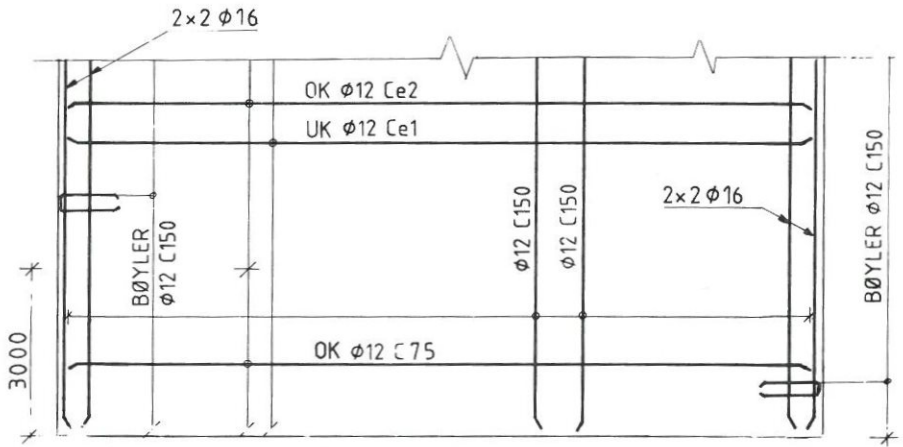


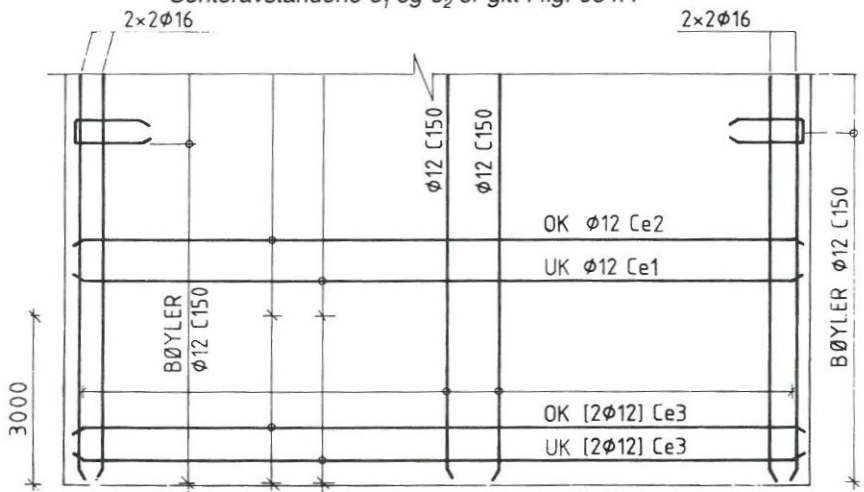
Fig. 084.1 Armering av bruplate med variabel og konstant tykkelse
Senteravstand e_1 og e_2 er gitt i fig. 084.4
Se fig. 084.2 og 084.3 for plan bruplate.



ARMERING PÅ PLATE BRUENDE SE FIG. 084.5

Fig. 084.2 Armering av bruplate, samt spesiell armering ved bruende med endetverrbjelke (endetverrbjelke ikke vist)

Senteravstandene e_1 og e_2 er gitt i fig. 084.4



ARMERING PÅ PLATE BRUENDE SE FIG. 084.6

Fig. 084.3 Armering av bruplate, samt spesiell armering ved bruende uten endetverrbjelke.

Senteravstandene e_1 , e_2 og e_3 er gitt i fig. 084.4

BJELKEAVSTAND	SENTERAVSTAND		
	e_1 mm	e_2 mm	e_3 mm
$b < 1,3$	150		
$1,3 \leq b$	125		
$b < 1,1$		150	
$1,1 \leq b < 1,6$		125	
$1,6 \leq b$		100	
$b < 1,15$			150
$1,15 \leq b < 1,6$			100
$1,6 \leq b < 2,0$			90
$2,0 < b$			75

} Bunter av
2 jern

Fig. 084.4 Senteravstand generell armering av bruplate samt spesiell armering ved bruender på bru uten endetverrbejelker. e_3 er senteravstand mellom hver bunt av 2 jern.

Se fig. 084.1, 084.2 og 084.3

For armering rundt utsparing for rekkverk, henvises til kapittel 142.

Det gjøres oppmerksom på at dersom bruplaten skal benyttes som horisontal plate, skive, for overførsel av sidekrefter må det utføres en spesiell beregning for dette.

084.2 ARMERING AV ENDEVERRBJELKE

Figur 084.5 viser armering i endetverrbjelke for NIB 1000 - NIB 1800. Det bemerkes at bak hver bjelkeende skal det legges to ekstra bøyer $\phi 10$ av type P1. Bruplatearmering er ikke vist på figuren, kfr. fig. 084.1 og 084.2.

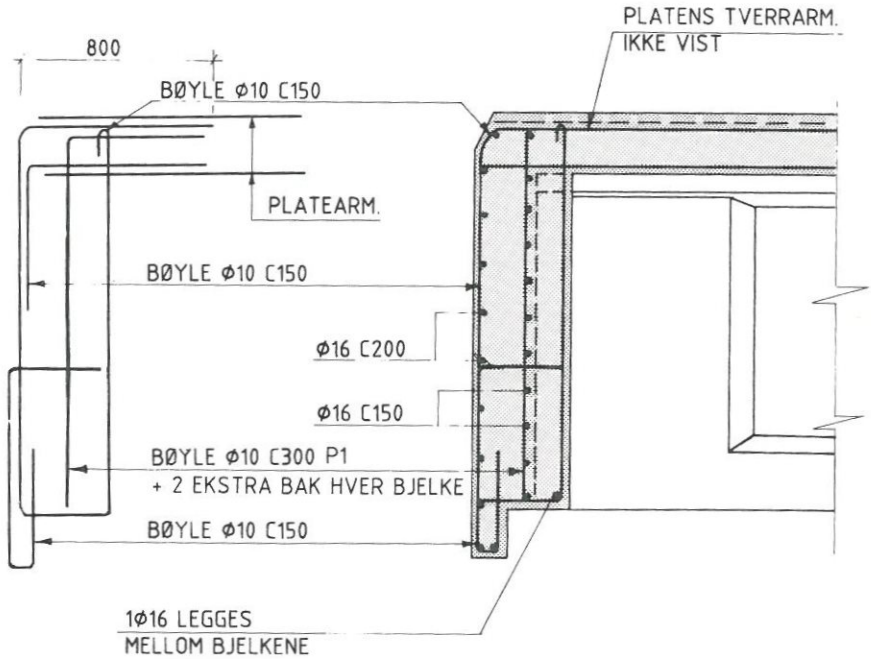


Fig. 084.5 Armering av endetverrbjelke NIB 1000 - NIB 1800

Fig. 084.6 viser ekstra armering i bruplate ved bruender når endetverrbjelke sløyfes.

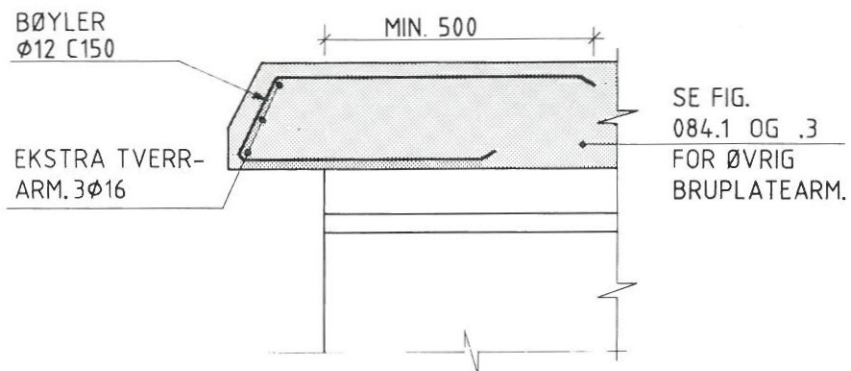


Fig. 084.6 Ekstra-armering av bruplate ved bruende, bru uten endetverrbjelke
Se fig. 084.3 og .4

085. Lagre

085.1 LAGRE

Brubjelkene kan legges på neoprenlager som fig. 085.1 viser en prinsippskisse av. Da det finnes flere produsenter av brulagre av neopren, har en valgt å gi de parametre som er nødvendig for å velge et lager med egnede dimensjoner. Lagrene skal alltid ligge horisontalt. Neoprenlagerets lengde L er avhengig av undergurtens bredde. Det må påses at lagret dekker undergurtens utbredelse. For detaljer montasje av lagre vises til kapittel 154.4.

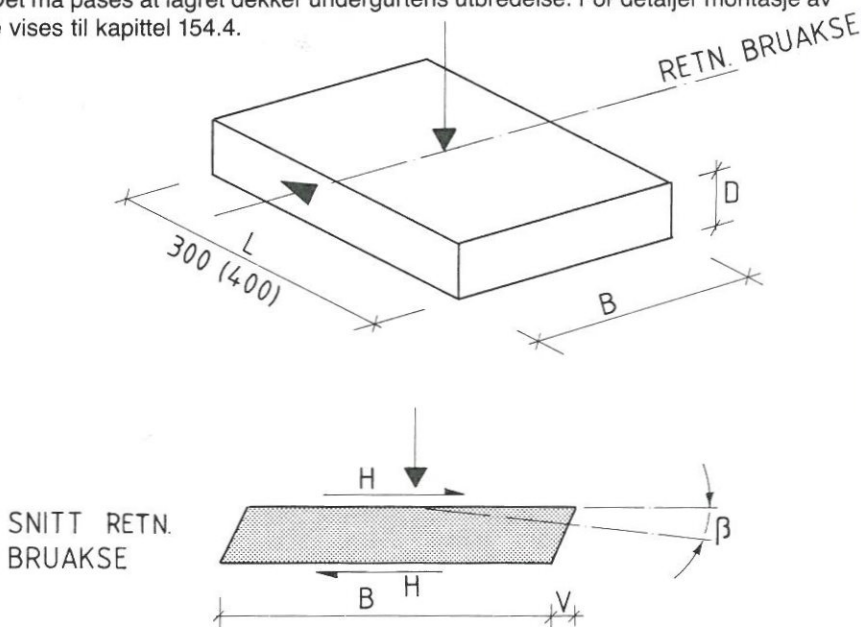


Fig. 085.1 Prinsippskisser av et neoprenlager

Følgende parametre er gitt for dimensjonering av brulagrene (alle verdier gjelder for bruksgrensetilstanden):

F = Maksimal vertikal lagerkraft pr. oppleggspunkt og gis av fig. 085.2.

F_{\min} = Minste vertikale lagerkraft pr. oppleggspunkt.

$F_{\min} = \xi \cdot F$ hvor ξ finnes i fig. 085.3.

Hvis $F_{\min} < F_{\min \text{ tillatt}}$ for aktuell lagertype, må lageret forankres for å unngå at det blir forskjøvet.

H_{tot} =Horisontalkraften på bruplatten fra bremsing og akselerasjon gis av fig. 085.4. Hvis ingen andre horisontale kraftkomponenter virker på brua, blir $H = H_{tot}/2$ n, der 2 n er antall lagre som H_{tot} må opptas av. For alt. A blir $H_{tot} = 0$.

V =Den maksimale horisontale forskyvning p.g.a. svinn og temperatur mellom brubjelkene og landkarene. Se kap. 154.2. T- og T+ velges ut fra klimaet på byggestedet.
Forskyvningene antas å kunne virke i begge retninger fra montasjetilstanden. Hvis lagrene i begge ender er forskyvelige, antas $V_1=V/2$.

β =0,007 rad=7 o/oo (inkludert en toleranse på 2 o/oo)= den dreining av bjelkeenden som lageret må kunne oppta.

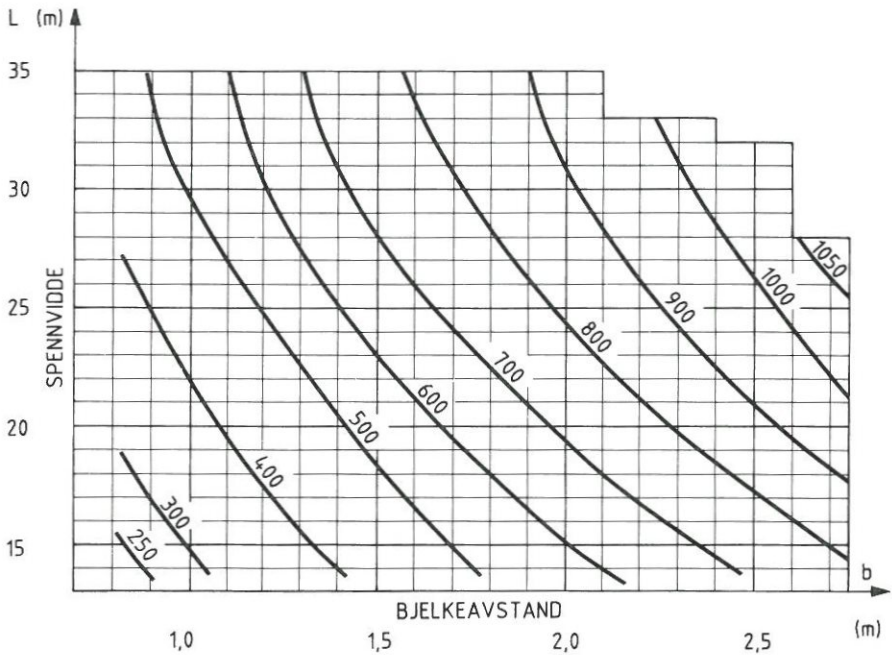


Fig. 085.2
Maksimal vertikal lagerkraft F (kN) i bruksgrensetilstand ut fra bjelkeavstand (b) og spennvidde (L).

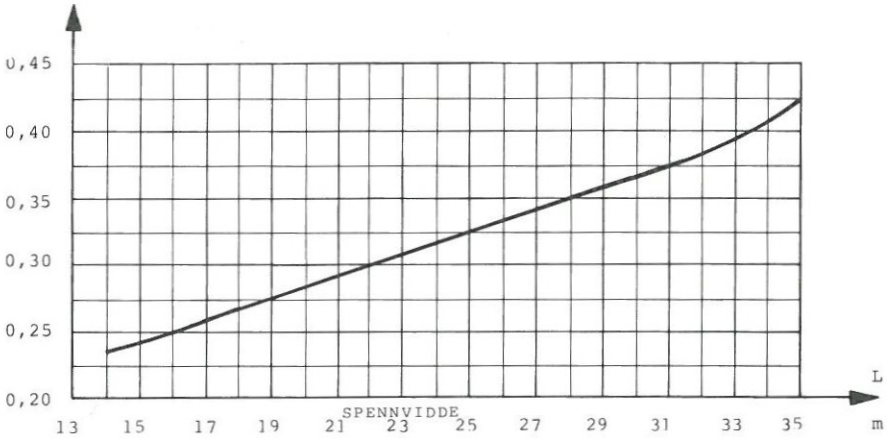


Fig. 085.3 Koeffisient ξ for min. vertikal lagerkraft i bruksgrensetilstanden for bjelketypene NIB 1000 til NIB 1800.

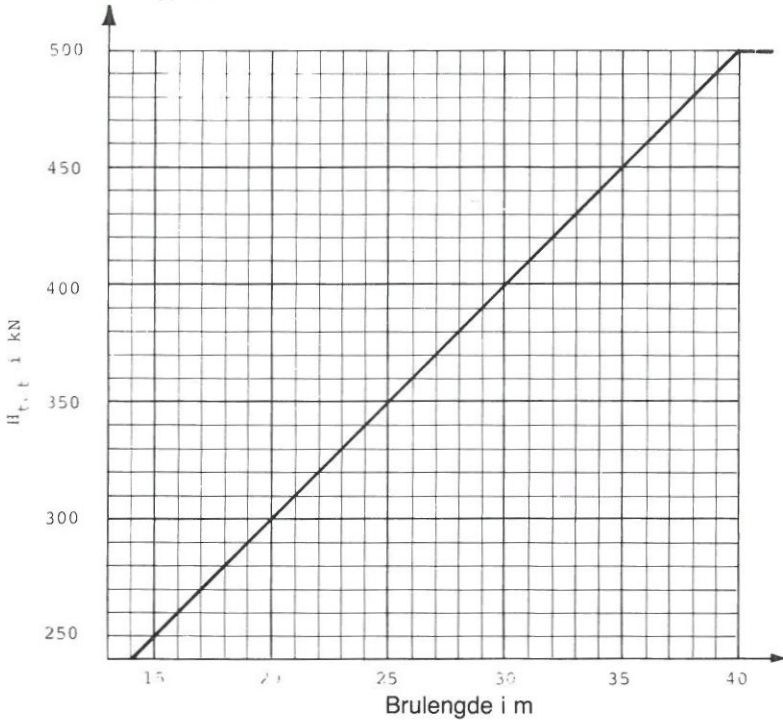


Fig. 085.4 Total horisontalkraft H_{tot} fra bremsing og akselerasjon på bruplatten, alt. B.

086. NIB-bruer med gang/sykkelbane

086.0 GENERELT

Fig. 086.1 viser oppriss og grunnriss av ei NIB-bru med en 3 m bred gang/sykkelbane. Fig. 086.2 viser typisk snitt av den samme brua som i dette tilfelle har 6 bjelker. Antall bjelker vil variere avhengig av brubredde, spennvidde og bjelketype. For utforming av rekkverk vist i det typiske snitt, henvises til kapittel 14.

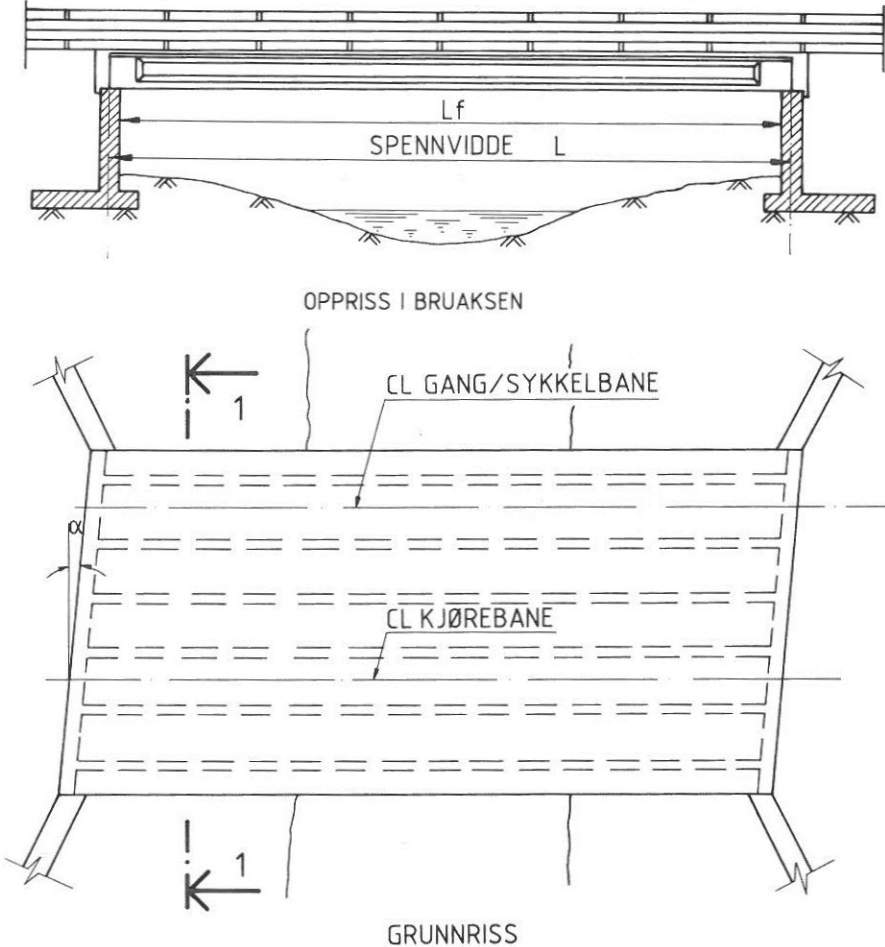


Fig. 086.1 Oppriss og grunnriss. Snitt 1 er vist i fig. 086.2

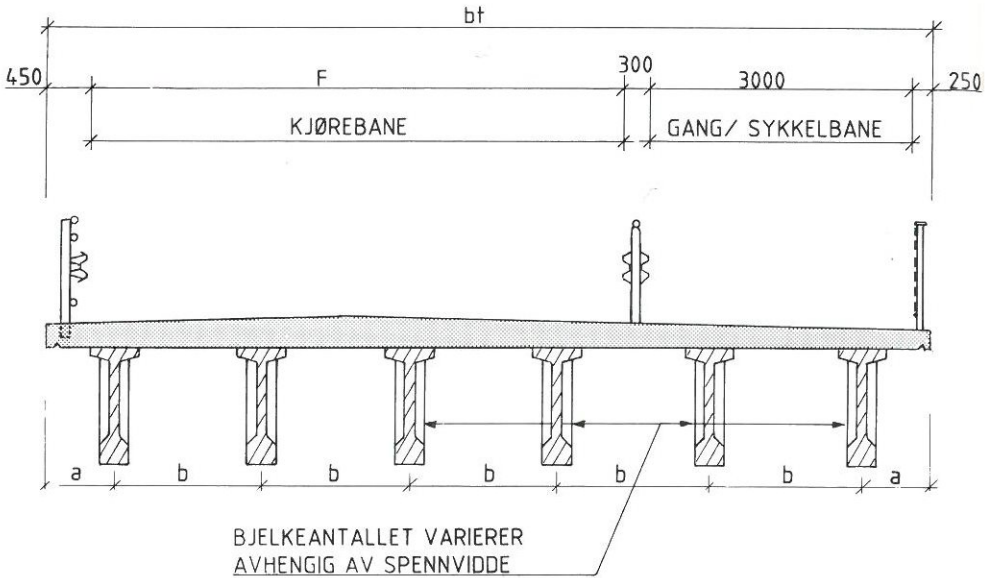


Fig. 086.2 Typisk snitt bru med 6 bjelker.
Se fig. 086.1 for plassering av snitt 1.

086.1 VALG AV BJELKEANTALL, BJELKETYPE, OG BJELKEPLASSERING

Fig. 081.5 gir bjelkehøyde og antall spenntau i underflens for NIB-bruer. Ved gitt spennvidde gir figuren maksimal avstand (b) mellom bjelkene. Fig. 081.5 kan også benyttes på bruer utvidet med en gang/sykkelbane, og bjelkene fordeles med samme senteravstand (b) over hele brubredden som vist i fig. 086.2. Avstandene a og b , og forholdet mellom a og b , skal være som angitt i fig. 081.4.

Det vises til fig. 081.3 for tverrsnittsmål og betegnelser på de normerte I-bjelkene NIB.

086.2 BRUPLATE

Fig. 086.3 viser bruplatens detaljmål i et snitt normalt på bruaksen for ei bru som ligger på en rettstrekning og som skal ha tosidig tverrfall.

Fig. 086.4 viser bruplatens detaljmål i et snitt normalt på bruaksen for ei bru som ligger i en kurve og skal ha ensidig tverrfall. Bruplaten utformes etter Vegnormalene.

Alle skarpe kanter på bruplaten avfases.

Fig. 083.3 viser en alternativ utforming med høy kantbjelke på bruplaten.

086.3 ARMERING AV BRUPLATE

Det henvises til pkt. 084.1 for armering av bruplate.

086.4 ENDETVERRBJELKE, SIDESTYRING, LAGER

Det henvises til pkt. 083.3 for utforming og til pkt. 084.2 for armering av tverrbjelker.

Sidestyling kan utformes som gitt i

pkt. 083.5, mens de nødvendige parametre for valg av lagre er gitt i pkt. 085.

086.5 ARMERING AV NIB

Ved å velge bjelkeantall, bjelketype og bjelkeplassering som angitt i pkt. 086.1, kan bjelkene dimensjoneres som gitt i pkt. 081.2.

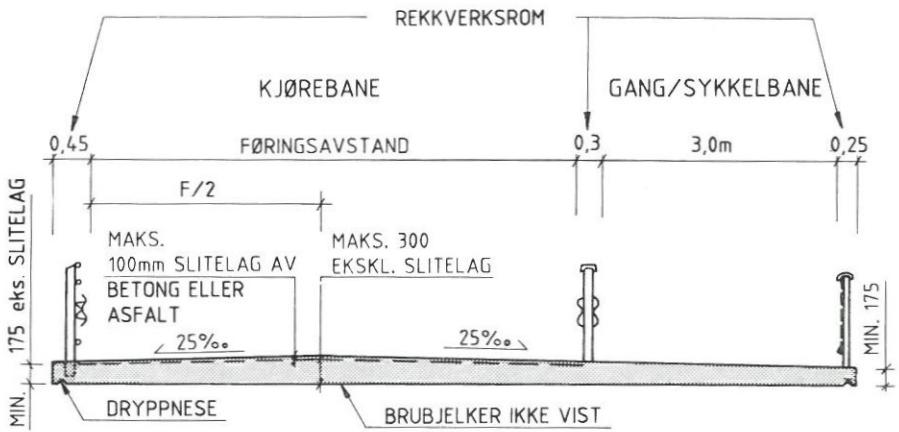


Fig. 086.3 Plate med variabel tykkelse

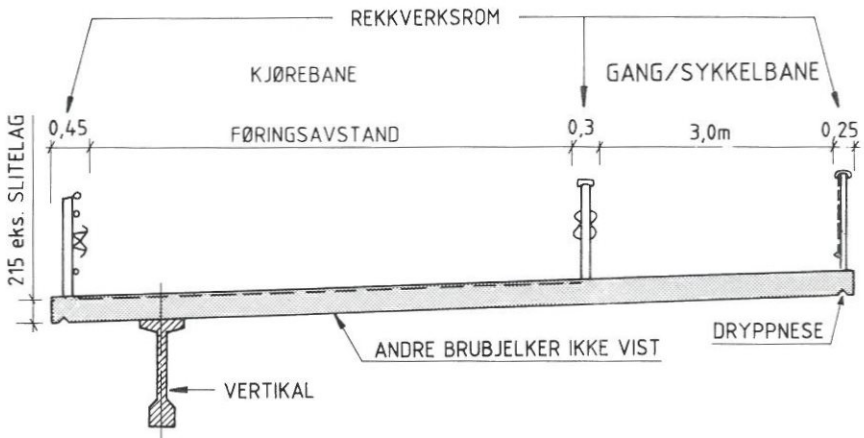


Fig. 086.4 Plate med konstant tykkelse

087. Flerfelts/kontinuerlige NIB-bruer

087.0 GENERELT

I de foregående underkapitler er det behandlet konstruksjoner i ett spenn. Da det kan være meget aktuelt også å benytte NIB til bruer over flere spenn, er det i det følgende vist prinsipper på hvordan slike konstruksjoner kan utføres over mellomstøttene.

Det skilles mellom to forskjellige brutyper, henholdsvis flerfelts NIB-bruer og kontinuerlige NIB-bruer. For begge brutyper er det kontinuitet i bruplatten over støttene, og for kontinuerlige NIB-bruer er det dessuten støpt ut mellom bjelkeendene over støttene. I det første tilfelle vil bjelkene være tilnærmet fritt opplagte, mens bjelkene i det andre tilfelle med støp mellom bjelkeendene over støttene, vil være kontinuerlige for endel lastkombinasjoner.

I tilfelle hvor man er interessert i minst mulig bjelkehøyde, kan det være en fordel å velge ei kontinuerlig bru fremfor ei flerfelts bru, men økonomisk sett viser det seg oftest at det ikke er noen fordel.

087.1 FLERFELTS NIB-BRUER

Flerfelts NIB-bruer forutsettes å bestå av tilnærmet fritt opplagte NIB med plass-støpt bruplate ført kontinuerlig over støttene. Herved unngås fuger i bruplatten over støttene, hvilket er en stor fordel.

Fig. 087.1, 087.2 og 087.3 viser skjematisk tre vanlige utførelser av bjelker og bruplate ved støtter.

På grunn av rotasjon av bjelkeendene og ulik setning av bjelkelagrene vil en kontinuerlig bruplate få momentbelastning over støttene. Hertil kommer lokale belastninger fra hjul- og akseltrykk.

Vanligvis vil de påførte deformasjoner i den kontinuerlige bruplatten bli så store at det vil være nødvendig å fordele disse over større lengde enn avstanden mellom bjelkeendene. Dette kan oppnås ved å sløyfe skjærarmeringen mellom bjelke og påstøp samt legge et noe ettergivende materiale mellom overkant bjelke og underkant bruplate over en viss lengde ved bjelkeende, som vist på figurene. Herved kan bruplatten få tilstrekkelig bevegelsesmulighet over støttene.

Det kan f.eks benyttes en 20 mm isolasjonsplate av polystyren med lav densitet og styrke, dekket med en 5 mm hard fiberplate mellom overkant bjelke og bruplate.

Fig. 087.1 viser bruplatten støpt sammen med tverrbjelken over støtten. Dette er en utførelse som kan være aktuell dersom tverrbjelken er opplagt på søyler og får store belastninger. Denne utførelse forårsaker større påkjenninger i bruplatten enn de to øvrige som er vist i fig. 087.2 og 087.3.

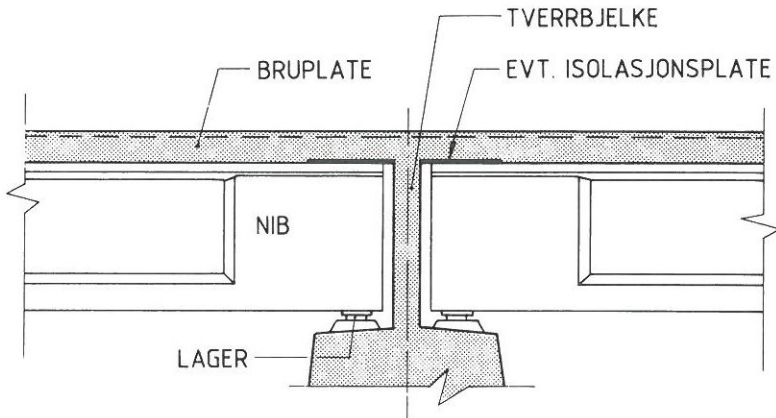


Fig. 087.1 Tverrbjelken støpt sammen med bruplatten

Fig. 087.2 viser bruplatten støpt sammen med bjelkene, men skilt fra tverrbjelken over støtten. Derved vil tverrbjelken ikke belaste bruplatten når lagrene setter seg og bjelkeendene roterer.

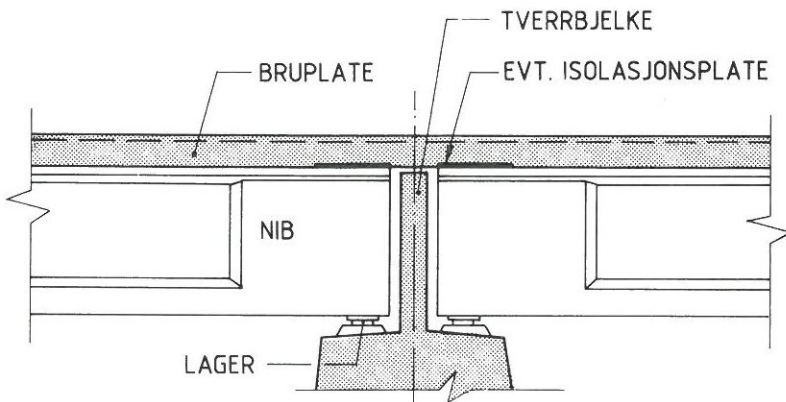


Fig. 087.2 Tverrbjelken ikke støpt sammen med bruplatten

Fig. 087.3 viser bruplate støpt sammen med bjelkene og tverrbjelken er fjernet mellom bjelkeendene.

For beregning og dimensjonering henvises til Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 11. «Flerfelts NIB- og NOB-broer. Beregning og dimensjonering av kontinuerlig broplate over støttene», desember 1981.

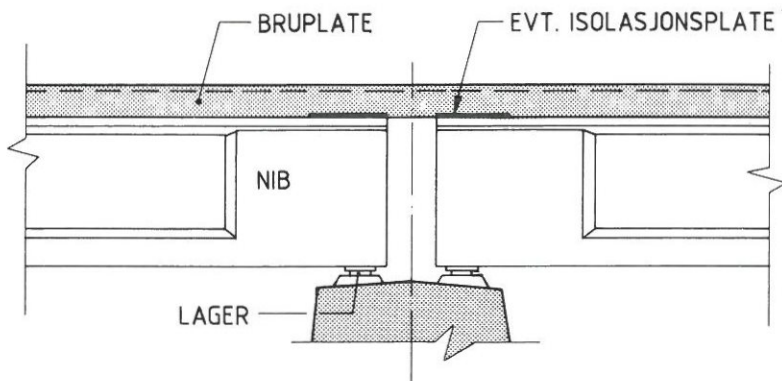


Fig. 087.3 Uten tverrbjelke mellom bjelkeendene

087.2 KONTINUERLIGE NIB-BRUER

Kontinuerlige NIB-bruer forutsettes å bestå av NIB med plassenstøpt bruplate ført kontinuerlig over støttene. Videre er det utstøpt mellom bjelkeendene over støttene slik at trykk-krefter i bjelkene fra negative momenter kan opptas. Derved vil bjelkene bli kontinuerlige for visse lasttyper.

Som nevnt tidligere viser det seg at det oftest ikke er noen økonomiske fordeler forbundet med denne løsning sammenlignet med flerfelts NIB-bruer.

Fig. 087.4 og 087.5 viser utførelse med bjelker, bruplate og utstøping ved støtter for kontinuerlige NIB-bruer.

På grunn av krypning, svinn og relaksasjon vil bjelkeendene rotere, og det kan oppstå riss mellom bjelkeendene og den plassenstøpte betong ved endene på bjelkene. Ved påføring av nyttelaster vil man få et kontinuerlig system etterat slike riss er lukket.

Fig. 087.4 viser utførelse med bjelker, bruplate og utstøping mellom bjelkeender. Bjelkene kan eventuelt forbindes i underkant for å oppta eventuelle positive momenter på grunn av krypning, svinn og relaksasjon. Slike løsninger vil dog ofte bli for kompliserte i praksis for NIB, og er derfor normalt ikke aktuelle.

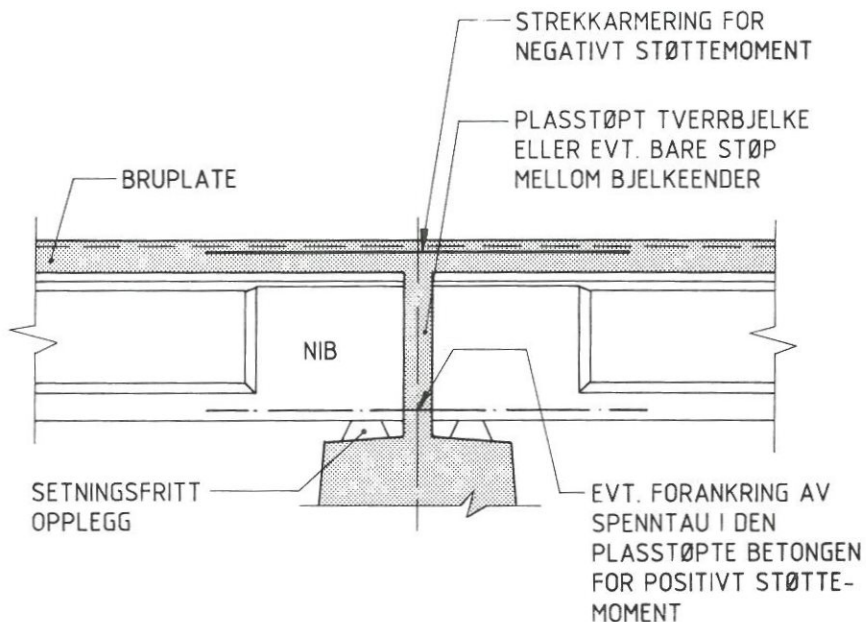


Fig. 087.4 Mellomstøtte for bru kontinuerlig for visse lasttyper.

Fig. 087.5 og 087.6 viser to alternative løsninger til utforming av mellomstøtter for kontinuerlige bruer.

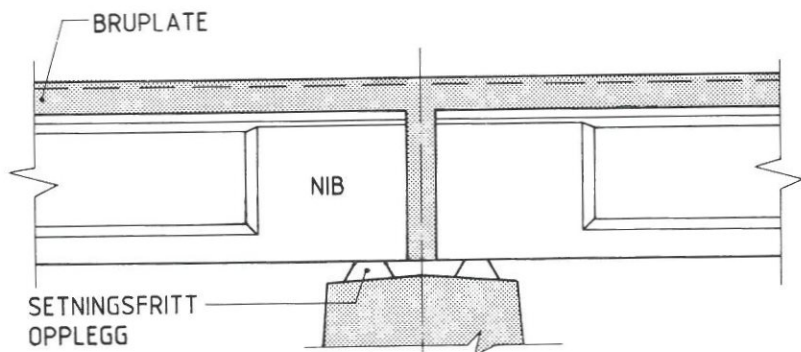


Fig. 087.5 Alternativ utforming av mellomstøtter for kontinuerlige bruer.
Se også fig. 087.6

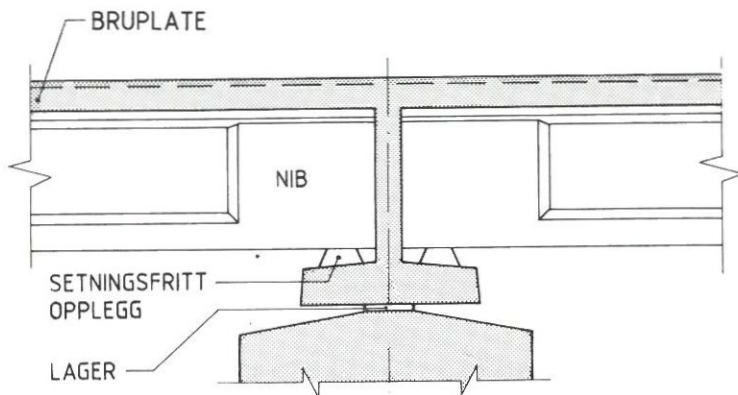


Fig. 087.6 Alternativ utforming av mellomstøtter for kontinuerlige bruer.
Se også fig. 087.5

Av betydning for støttemomentenes størrelse vil også være hvordan bruplaten utstøpes og tidspunktet for når kontinuitet etableres.

Fig. 087.7 viser prosedyren for etappevis utstøping av ei 3-felts bru dersom kontinuitet ønskes hovedsakelig for nyttelaster. Tallene på figuren viser støperekkefølgen. Denne velges slik at bruplaten først blir støpt ut i bjelkefeltene, slik at det meste av nedbøyningene og dermed rotasjonene av bjelkene over støttene opptrer før kontinuitet er etablert.

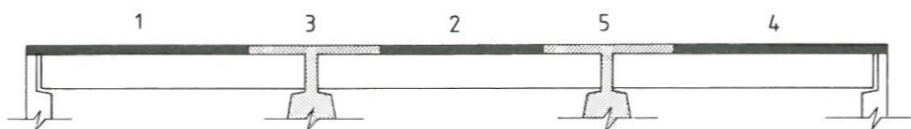


Fig. 087.7 Eksempel på etappevis utstøping av bruplate for kontinuitet hovedsakelig for nyttelaster. (Seksjonsvis utstøping).

Fig. 087.8 viser to alternativer for etappevis utstøping av ei 3-felts bru dersom man i tillegg til kontinuitet hovedsakelig for nyttelaster også ønsker relativt store støttemomenter fra egenvekt bruplate. Tallene på figuren viser støperekkefølgen. I dette tilfellet støpes en platestripe over støtten først, og bjelkefeltet utstøpes først etter at stripen over støtten er herdet og kontinuitet er etablert.

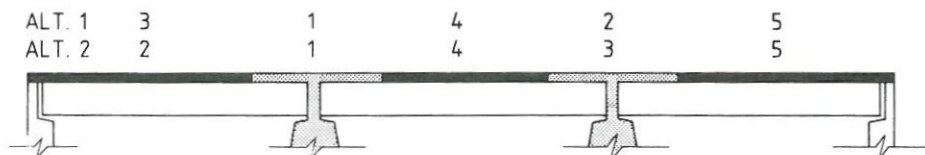


Fig. 087.8 Eksempel på etappevis utstøping av bruplate for kontinuitet også for egenvekt bruplate. (Seksjonsvis utstøping).

For beregning og dimensjonering henvises til Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 10, «Beregning og dimensjonering av kontinuerlige NOB- og NIB-broer», november 1981.

Bruprosjektering består av følgende kapitler:

- 1 Bruplaner
- 2 Vanngjennomløp
- 3 Støttemurer
- 4 Landkar
- 5 Platebruer
- 6 Kont. platebruer
- 7 Slakkarm. bjelkebruer
- 8 NIB-bruer
- 10 Stålbjelkebruer
- 11 Elementbruer
- 12 Kulverter og rør
- 13 Gangvegbruer
- 14 Brurekkverk
- 15 Fuger, lager og sluk
- 16 Snø- og rasoverbygg

**Vegdirektoratet
Håndboksekretariatet
Boks 6390 Etterstad
0604 OSLO 6
Tlf. (02) 63 95 00**