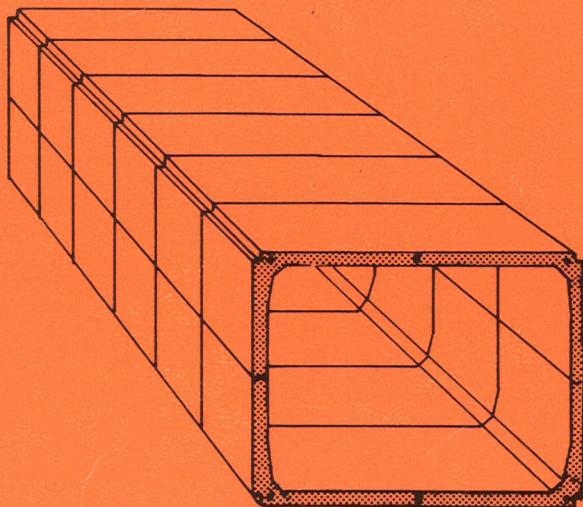


Normaler

Håndbok-100

Bruprosjektering-12

KULVERTER OG RØR



'83



STATENS VEGVESEN

Bruprosjektering-12

KULVERTER OG RØR



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 håndbøker 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 — Oransje 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-12
KULVERTER OG RØR
Nr. 100 i vegvesenets håndbokserie
Skrift: Helvetica 9/10
Opplag: 1000
Sats og trykk: Otto Falch A/S, Oslo
ISBN 82-7207-143.-6

FORORD

Håndbok-001 Bruprosjektering har til nå vært utgitt i et ringpermsystem — bestående av tre deler.

Av flere grunner har vi nå valgt å gå over til hefter. Kapitlene blir samtidig gjennomgått og tildels revidert. Noen av kapitlene blir slått sammen — og de fleste får nytt kapittelnummer.

De nye kapitlene vil foreløpig bli utgitt tildels enkeltvis etterhvert som de blir ferdige. Alle heftene blir sendt de faste abonnentene på Bruhåndboka.

Abonnement kan bestilles.

Alle heftene hører med til det nye håndboksettet, og får nytt håndboknummer 100.

Vegdirektoratet
1983

12 KULVERTER OG RØR

120 GENERELT

0	Innledning	7
1	Dimensjoner	8
2	Lastforskrifter	9
3	Dimensjoneringsgrunnlag	11
4	Diverse konstruktive forhold	15
5	Fundamentering	17
6	Fylling rundt kulverter og rør	22
7	Overgangsplater	25
8	Fuktisolering av tak og vegger	26
9	Vanngjennomløp	28

121 Plass-støpte kulverter

0	Innledning	35
1	Kulvert fundamentert på løsmasse	35
2	Kulvertåpning	38
3	Vingemurer	44
4	Vertikal fuge i kulvert	46
5	Armering kulvert på løsmasser	47
6	Armering vingemurer	52
7	Kulvert fundamentert på fjell	55
8	Kulvertåpning	58
9	Vingemurer	60
10	Vertikal fuge i kulvert	60
11	Armering av kulvert på fjell	61
12	Beskyttelse av kulvertåpning mot snø og is	67

122 ELEMENTKULVERTER FOR GANG-OG VEGTRAFIKK

0	Innledning	68
1	Formtegning kulvertelementer	69
2	Armering kulvertelementer	72
3	Kulvertåpning med kantbjelke Kb og vingemur V ₁ V ₂	75
4	Kantbjelke	77
5	Vingemur V ₁	79
6	Vingemur V ₂	84
7	Overgangsplate	88
8	Jernbanekulverter	89
9	Montasje av elementene	91
10	Bruk av normalen	97

123	ELEMENTKULVERT FOR VANNGJENNOMLØP	
0	Innledning	99
1	Formtegnning kulvertelementer	100
2	Armering kulvertelementer	101
3	Montering av elementer	103
4	Bruk av normalen	104
124	RØR	
0	Innledning	105
1	Legging av rør	106
3	Omfilling, komprimering	107

12. KULVERTER OG RØR

120. Generelt

120.0 INNLEDNING

Det er utarbeidet en normal for kulverter, som omfatter plasstøpte kulverter, elementkulverter av betong, korrugerte stålrør og betongrør.

Normalen er utarbeidet for fundamentering av prefabrikerte kulverter og rør på løsmasser. Plasstøpte kulverter kan fundamenteres enten på løsmasser eller til fjell.

Normalen inneholder tegninger som viser typiske tverrsnitt med dimensjoner, evt. armeringsmengde og plassering. Videre er det utarbeidet prinsipp- og detaljtegninger for kulvertåpninger, kantbjelker og overgangsplater samt armeringstegninger for disse. I tillegg til dette er det gitt krav til utførelse av fundamenterings-, betong- og stålarbeidene.

Normalen inneholder således alle nødvendige opplysninger for at det kan utarbeides de nødvendige konstruksjonstegninger for konkrete prosjekter. Ved bruk av normalen er det en forutsetning at slike tegninger utarbeides sammen med en beskrivelse hvor kravene til arbeidene utførelse er spesifisert.

Ved valg av kulverttype må det tas hensyn til bruksområdet for kulverten, hva som er mest hensiktsmessig ved etableringen (plasstøpt/prefabrikering), etc.

120.1 DIMENSJONER

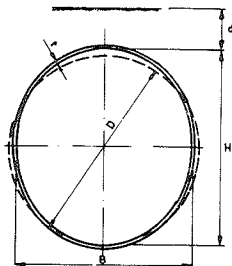
De normerte kulverter har hoveddimensjoner som angitt i fig. 120.1 til 120.4.

Bruksområder	Plassstøpte kulverter				Prefabrikerte kulverter			
	B	H	d _{maks}	d _{min}	B	H	d _{maks}	d _{min}
Vegklasse II d	8,0	5,0	0,8 1,5	0,2	9,0	4,75	0,5	0,15
Vegklasse II e	7,5	4,75	1,5	0,2				
Vegklasse II e red.	7,0	4,75	1,5	0,2	7,0	4,75	0,5	0,15
Vegklasse III	5,0	4,75	1,5 3,0	0,2	5,0	4,75	0,5	0,15
Jordbrukskulverter	5,0	4,0	1,5 3,0	0,2	5,0	4,0	0,6	0,15
	4,0	4,0			4,0	4,0	1,5	
Fotgjengerkulverter	4,0	3,0	1,5 3,0	0,2	5,0	2,5-4,0	0,6	0,15
	3,0	3,0			4,0	2,5-4,0	1,5	
					3,0	2,5-3,0	1,5	
Kulverter for vanngjennomløp	2,5	2,0	2,5 5,0	0,2	2,5-1,0	1,5-1,0	1,5	0,15
	2,0	2,0						
	1,5	2,0						

Fig. 120.1 Rektangulære betongkulverter

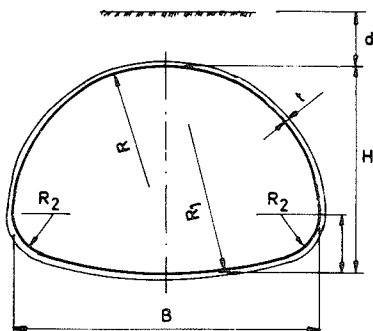
B og H er innvendig bredde og høyde i m.

Overdekningen d regnes i m fra ok kulvert til ok vegbane.



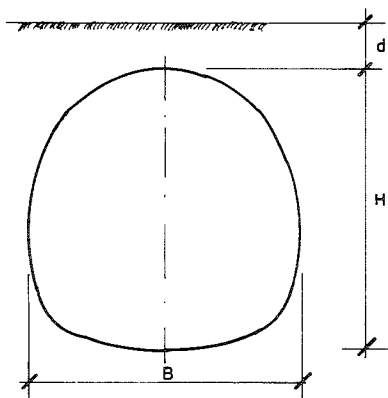
Bredde m D	Minste plate- tykkelse t i mm (ekskl. sinkbelegg)
1,5 - 2,5	3,4
2,51 - 3,0	4,2
3,01 - 3,5	4,7
3,51 - 4,0	4,7
4,01 - 4,5	5,5
4,51 - 5,0	6,2
5,01 - 5,5	7,0

Fig. 120.2 Korrugerte sirkulære stålrør (5% ellipse). Overdekning $0,6 \text{ m} < d < 12 \text{ m}$.



Bredde B m	Minste plate- tykkelse t i mm (ekskl. sinkbelegg)
1,85 - 2,5	3,4
2,51 - 3,0	4,2
3,01 - 3,5	4,7
3,51 - 4,0	4,7
4,01 - 4,5	5,5
4,51 - 5,05	6,2

Fig. 120.3 Lavbygde, korrugerte rør. Overdekning $0,2 \text{ m} < d < 2 \text{ m}$.



$$d_{\min} = 0,6 \text{ m}$$

$$d_{\max} = 3,0 \text{ m}$$

Fig. 120.4 Gang og kjøretunneller

Gang og kjøretunneller, fig. 120.4, leveres i forskjellige utforminger. Platykkelsen bør økes med ca. 0,25 mm i forhold til det som er oppgitt i leverandørens brosjyrer. Disse rørene vil oftest bli dyrere enn tilsvarende rør med 5% ellipseform.

Betongrør etter NS 3028 har leggedybder som gitt i nevnte standard. Indre diameter varierer fra 0,6 til 2,0 m.

120.2 LASTFORSKRIFTER

Beregning og dimensjonering av betongkulverter foretas i henhold til følgende lastforskrifter:

A: Nyttelast.

For nyttelast fra vegtrafikk på plasstøpt kulvert, se fig. 120.5.

Nyttelast fra vegtrafikk på elementkulvert vurderes spesielt. Det tas da hensyn til at elementkulverten fordeler lastene dårligere enn en plasstøpt kulvert.

B: Tosidig jordtrykk, enten fullt eller halvt.

C: Ensidig horisontal belastning på $10 \text{ kN/m}\alpha$.

Den ugünstigste kombinasjon av de ovennevnte laster danner sammen med egenvekten grunnlag for dimensjonering.

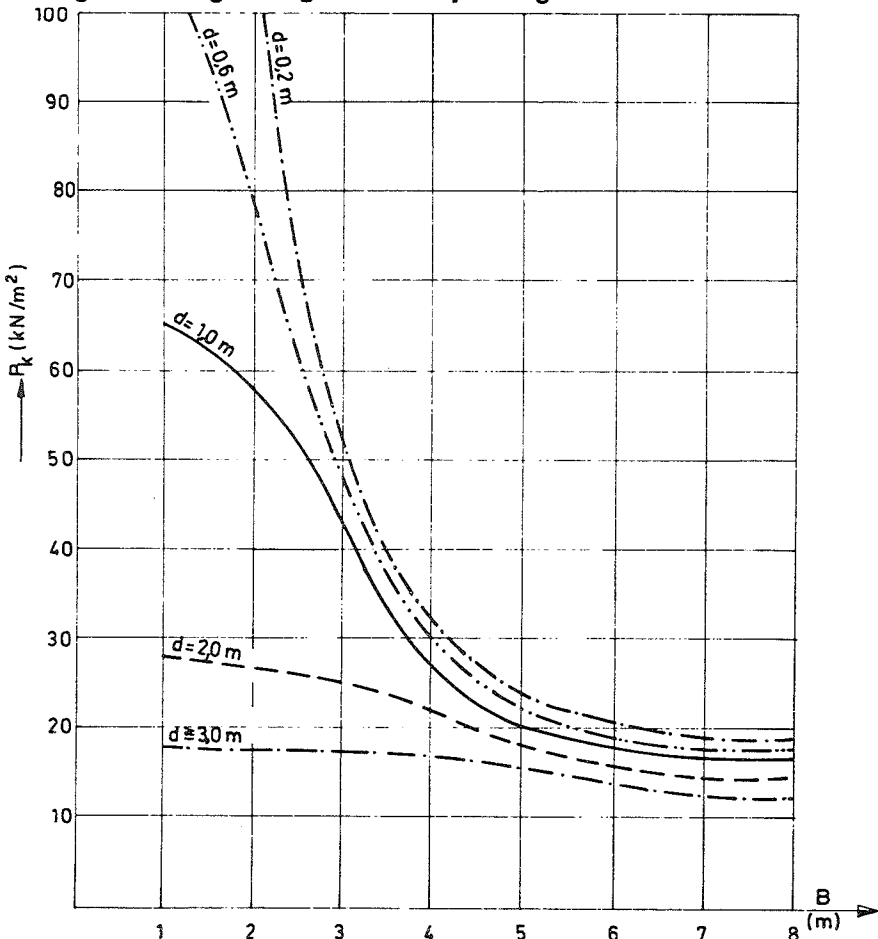


Fig. 120.5 Jevn fordelt nyttelast P_k for kulverter med jordoverdekning $d \geq 0,2 \text{ m}$.

For korrugerte stålrør må belastningene i hvert enkelt tilfelle vurderes spesielt.

Betongrør er dimensjonert etter lastene gitt i NS 3028.

Jernbanebelastninger

Prefabrikerte kulverter i dimensjon bredde 3,0 m og høyde 2,5 og 3,0 m er også dimensjonert for jernbanelaster. Disse er følgende:

Jevnt fordelt, ekvivalent nyttelast etter anbefaling og godkjenning fra Norges Statsbaner, tosidig jordtrykk, enten fullt eller halvt, og dessuten ensidig, horisontal belastning på 25 kN/m².

Den ugunstigste kombinasjon av de ovenfor nevnte laster sammen med egenvekt er lagt til grunn for dimensjoneringen. For å oppfylle kravene til skjærkraftkapasitet er bestemmelsene i "Beregningsgrunnlag for nye jernbanebruer. Belastningstoget av 1977" lagt til grunn.

120.3 DIMENSJONERINGSGRUNNLAG

Forskrifter

Dimensjonering foretas i henhold til:

NS 3473 - betongkulverter

NS 3472 - korrugerte stålrør

NS 3028 og NBI's publikasjon nr. 7 - Betongrør

Materialer

Betongkulverter

Betong:

Plasstøpte kulverter C35 iflg. NS 3474
Elementkulverter C55 iflg. NS 3474
Betongrør iflg. NS 3028
Avrettingslag C15.

Armering:

For ø8, 10 og 12 brukes Ks 40S og for ø16, 20 og 25 brukes Ks 50 iflg. NS 481 del 2. Dersom armering av Ks 40 benyttes istedet for Ks 50, økes den angitte armeringsmengde med 25%.

Fugemørtel:

Hurtigherdende mørtel eller rapidcement.

Korrugerte stålrør:

Platematerialet skal være tilpasset for den behandling og anvendelse som det er tiltenkt. På prøve tatt mellom bølgedal og bølgetopp i korrugeringens lengderetning av ferdigkorrugert og varmforsinket materiale, skal følgende krav være tilfredsstillt:

Flytegrense:

$$\sigma_{FN} = \text{min. } 220 \text{ N/mm}^2$$

$$\delta_{10} = \text{min. } 20\%$$

Analyse:

$$P = \text{max. } 0,06\%$$

$$S = \text{max. } 0,05\%$$

$$N = \text{max. } 0,009\%$$

Bestemmelse av kulvertlengde.

Utregning av nødvendig lengde på rektangulære kulverter kan foretas etter følgende formler.

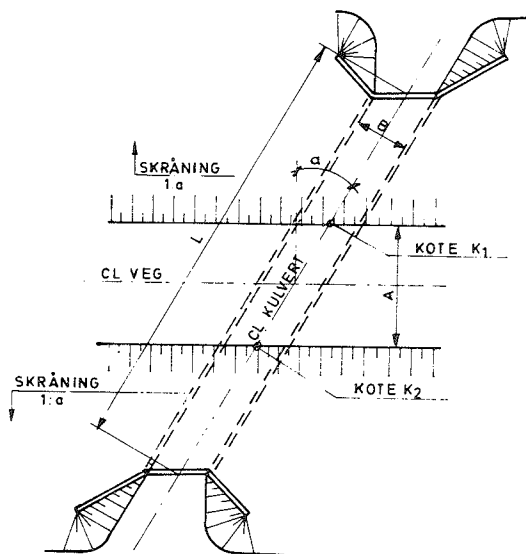


Fig. 120.6 Plan av kulvert med vingemur.

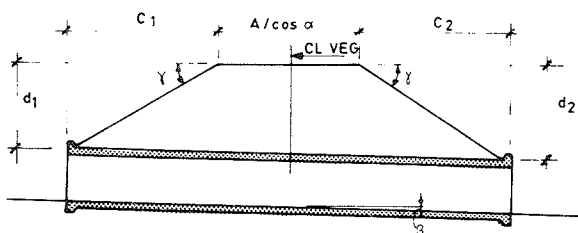


Fig. 120.7 Lengdesnitt av kulvert.

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{1}{a} \cos \alpha$$

$$C_1 = d_1 / \operatorname{tg} \gamma$$

$$C_2 = d_2 / \operatorname{tg} \gamma$$

$$L = A / \cos \alpha + C_1 + C_2$$

$$d_1 = \frac{d - A \cdot (\operatorname{tg} \beta) / (2 \cdot \cos \alpha)}{1 + \operatorname{tg} \beta / \operatorname{tg} \gamma}$$

$$d_2 = \frac{d + A \cdot (\operatorname{tg} \beta) / (2 \cdot \cos \alpha)}{1 - \operatorname{tg} \beta / \operatorname{tg} \gamma}$$

Ved høydeforskjell $\Delta = k_1 - k_2$ målt langs kulvertaksen som vist i fig. 120.8 blir formlene for d_1 og s_2 :

$$d_1 = \frac{(d + \Delta h / 2) - A \cdot (\operatorname{tg} \beta) / (2 \cdot \cos \alpha)}{1 + \operatorname{tg} \beta / \operatorname{tg} \gamma}$$

$$d_2 = \frac{(d - \Delta h / 2) + A \cdot (\operatorname{tg} \beta) / (2 \cdot \cos \alpha)}{1 - \operatorname{tg} \beta / \operatorname{tg} \gamma}$$

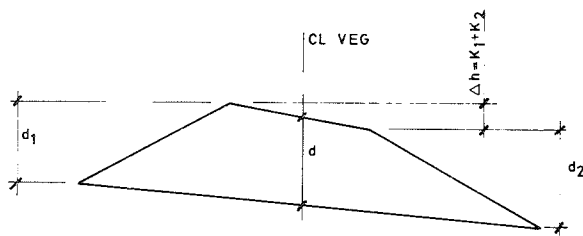


Fig. 120.8 Snitt av fylling over kulvert.

Utførelse

Prosjektering etter denne normal skal ledes av ingeniør med nødvendige faglige kvalifikasjoner.

Produsenter av elementkulverter skal være godkjent i klasse D av *Kontrollrådet for Betongprodukter*. Produsenten av betongrør skal være godkjent i klasse C1 eller C2.

Produksjonstegninger skal forelegges byggherren for godkjenning før produksjonen begynnes.

Armeringsoverdeknignen på plasstøpte kulverter skal normalt være 25 mm kfr. forøvrig NS 3473 pkt. 8.2.2. Når kulverten skal brukes til vanngjennomløp og ved undervannsstøp, må overdekningen økes. Kfr. NS 3473 pkt. 8.2.2 og 8.2.3. For elementkulverter kfr. NS 3473.

Lengden på omfarings skjøter skal være i henhold til NS 3473 dersom ikke noe annet er gitt.

Følgende forkortelser er benyttet i armeringstegningene:

- IK innerkant
- YK ytterkant (mot fyllingen)
- IL innerste lag
- YL ytterste lag (mot fyllingen)
- UK underkant
- OK overkant
- UL underste lag
- ØL øverste lag

Toleransekrav:

Plasstøpte kulverter:

Prosesskodens krav i prosess 84.4 toleranseklasse 2 gjelder.

Elementkulverter:

	Tillatt avvik i mm
Tverrsnittmål	5
Rettvinkelthet	5
Sprang og åpning i fuger	5
Armeringsplassering	5

Det er vesentlig at elementene for samme leveranse er like. Sprang eller åpning i fugene kontrolleres ved prøvemontering som skal utføres i nødvendig utstrekning. Prøvemonteringen utføres på produksjonsstedet ved at elementene monteres parvis oppå hverandre.

Ved elementkulverter og betongrør skal betongflatene være jevne, uten grader, sprekker, riss eller støpefeil.

Korrugerte stålrør samt alle detaljer varmforsinkes. Sinksjiktets tykkelse skal ikke i noe punkt være tynnere enn 60 μ . Eventuelle skader på sinksjiktet utbedres med galvanopasta.

Kontroll

Kontrollklassen kan være normal kontroll iflg. NS 3474 for plasstøpte kulverter og skal være utvidet kontroll iflg. NS 3474 for elementkulverter og betongrør. Korrugerte stålrør kontrolleres iflg. NS 3472.

Overhøyder på betongkulverter

Plasstøpte kulverter og elementkulverter med bredde på 5 m eller over skal støpes med overhøyde.

Hvis ferdig støpt takplate skal ha tilnærmet rettlinjert underside normalt på kulvertaksen, oppnås dette ved å forsikre takplaten med overhøyder iflg. fig. 120.9.

BREDDEN B i m	PILHØYDE mm
5	10
6	20
7	25
8	30
9	40

Fig. 120.9 Overhøyder.

120.4 DIVERSE KONSTRUKTIVE FORHOLD

Rekkverk

Avstand fra rekkverk til kulvertender bør være minst 1 m for å redusere søle-, snø- og steinsprut ned i undergangen. Det kan da benyttes vanlig vegrekkverk med stolpeavstand 4,0 m.

Innvendig belysning

Innvendig belysning vil ofte gjøre kulvertene mer brukervennlige og attraktive. Lysarmatur kan f.eks. boltes fast i hjørnet mellom kulvertvegg og tak. Elektriske ledere kan f.eks. føres på utsiden av kulverten og derfra inn til det enkelte armatur gjennom utborrede eller på forhånd utsparte hull.

Spesielle overflateløsninger, betongkulverter

For å gjøre kulvertene mer attraktive og brukervennlige, kan spesielle overflateløsninger ha sin berettigelse. Dette kan spesielt være aktuelt for kulvertvegger, vingemurer og kantbjelker.

Uten forsats, men ved bruk av en stenrik betong og en retarder på formen kan kulvertvegger og vingemurer frilegges ved tidlig avforming og vasking. Normalt vil dette kreve en noe større armeringsoverdekning som igjen må kompenseres med økt total veggtykkelse og/eller øket armering.

Alternativt kan strukturbetong benyttes. I slike tilfeller bør det påses at overflatene ikke blir så skarpkantet at det kan innebære fare for trafikanter. Bruk av strukturbetong vil i alminnelighet kreve større økning i veggtykkelsen enn frilegging.

Det kan også være aktuelt å benytte frilagte overflater eller strukturbetong for de synlige flater på vingemurer og kantbjelker og glatt forskaling for kulvertveggene.

Vanlig forekommende mangler på elementkulverter

Løftehylser, skal være galvaniserte og trekkes 10 mm tilbake fra betongoverflaten. De skal plasseres nøyaktig etter mål angitt i normalen. Etter montasjen skal hullene fylles og pusses igjen med tilsvarende mørtel som for kulverten. Dette gjelder alle løftehylser som er synlige etter montasje og før tilbakefylling.

Bruk av ugalvaniserte løftehylser eller noen former for løftebøyler skal ikke tillates.

Toleransekravene, kfr. pkt. 120.3, skal overholdes. For store tykkelsesvariasjoner i bunnplaten fører til uheldige snublekanter. Mindre overskridelser av toleransekravene kan rettes ved at gulvet avrettes f.eks. med asfalt.

Kravet til rettvinklethet er meget viktig på betongelementkulvertene. Spesielt vindskjevhet kan føre til skjemmende sprang i veggfugene og bør føre til refusjon av de elementer som ikke tilfredsstillt kravene.

Overflatekravene, er meget viktige. Betongoverflatene skal være jevne og uten grader, sprekker eller støpefeil. Det må understrekes at kravene også gjelder for det ferdig monterte produkt.

Mindre støpefeil eller avslåtte hjørner o.l. kan rettes med puss, f.eks. med epoxymørtel, eller vanlig mørtel og et epoxylim strøket på bunnflaten. Re-

parasjon av skadede partier vil oftest medføre skjemmende struktur- og farveforskjell i betongoverflatene. Det kan derfor være aktuelt å forlange overflatene slemmet.

For vingmurer og kantbjelker stilles samme krav til overflateutseende som for kulvertelementene. Montasjen må foretas omhyggelig, og tilpasning på stedet med hugging av betongen skal ikke tillates.

De gjennomgående stenger må ikke være så lange at de hindrer en god tilpasning mellom kulverten og kantbjelken. Vingemurene skal ikke innsnevre kulvertåpningen, men monteres som vist i kapittel 122.

For å eliminere muligheten til relative forskyvninger mellom vingemurelementene kan man på baksiden av vingemurene skru fast et varmforsinket kanalstål på tvers av fugen mellom elementene.

Komprimering, kfr. pkt. 120.6 er meget viktig både under kulverter og vingemurer. Særlig under vingemurer vil setninger kunne føre til skjemmende fuger mellom elementer og ved overgang til kulverten. Det er derfor viktig også å komprimere masser noe ut til sidene for vingemursålene.

Ved usikrere fundamenteringsforhold bør en overveie bruk av armerte betongdragere som alternativ til boks under kulvertelementene og vingemurene.

Det er viktig å huske på at også underelementet har "takfall" samt eventuell overhøyde. Underlaget må derfor avrettes slik at det nøyaktig følger elementets form da f.eks. isolasjonsplater eller komprimert sand ikke lar seg presse sammen av elementets vekt.

Utbedring av betongelementer, ansvarsforhold

Betongelementer som ikke tilfredsstillt kravene, skal refuseres og erstattes med nye. Hvor byggherren, f.eks. av fremdriftsmessige grunner, er tvunget til å akseptere skadede elementer, skal alle omkostninger forbundet med utbedringer og de følger det måtte ha for den videre arbeidsgang, betales av den ansvarlige for elementleveransen.

Nødvendige utbedringsarbeider skal utføres og bekostes av den ansvarlige for elementleveransen. Arbeidsutførelsen skal på forhånd forelegges og godkjennes av byggherren.

120.5 FUNDAMENTERING

Ikke telefarlige masser

Plasstøpte kulverter:

Det graves ned til 50 mm under underkant bunnplate med 0,75 m klaring til graveskråningen i bunn. Bunnen avrettes med 50 mm tykt betonglag som føres 0,2 m utenfor bunnplattens berøringsflate. Se fig. 121.1.

Elementkulverter:

Det graves ned til 0,3 m under uk bunnplate og vingemursåle. For elementkulvertens sider bør det være min. 0,5 m klaring til graveskråningen i bunn. I bunnen tilbakefylles det med 0,3 m grus som komprimeres. Dersom kulverten ligger på en

steinfylling, må denne først tettes i topp med f.eks. pukk/fiberduk før gruslaget legges ut. I grusen under kulverten legges ut 2 stk. 100x100 mm boks. Disse skal være gjennomgående i hele kulvertens lengde og legges en på hver side ca. 0,3 m inn fra yk kulvertvegg, skjøtene forskyves innbyrdes. Se fig. 120.16. I grusen under vingemurene legges også 2 stk. 100x100 mm boks under hver vingemur. Boksene justeres nøyaktig i høyde, og gruslaget avrettes slik at det får kulvertelementets form. Det må tas spesielt hensyn til takfallet på kulverten samt ev. overhøyde. Om ønskes kan boksen erstattes med stålbjelker, f.eks. HE 100A. Ved dårlig grunnforhold kan det være hensiktsmessig å benytte bjelker av plasstøpt betong, f.eks. 300/200 betongbjelke armert med 3 \emptyset 12 Ks 40S langsgående i topp og bunn.

Korrugerte stålrør og betongrør:

Rørgrøften graves så bred at det blir minst 1,0 m fritt rom mellom røret og grøfteveggen og mellom de enkelte rør/løp om flere legges ved siden av hverandre. Dette er nødvendig for å muliggjøre en omhyggelig komprimering av gjenfyllingsmaterialet.

Røret legges i et spor etter rørets form. Sporet skal graves ut slik at røret ligger an i hele sin lengde og på ikke mindre enn 1/4 av omkretsen. Se fig. 120.10.

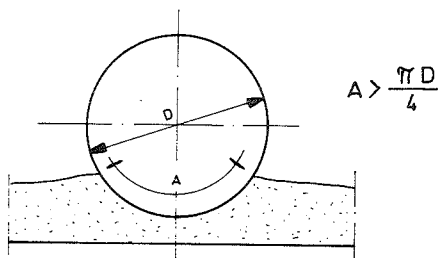


Fig. 120.10 Spor for rør

Telefarlige masser

Det graves ned til frostfri dybde, 1,6 m målt fra ok bunnplate kulvert og 1,6 m målt fra ok fylling foran vingemurer. Målt fra innerkant kulvert til graveskråningen bør det inimum være 1,6 m. Se fig. 120.11. Deretter tilbakefyl-

les med ikke telefarlige, bæredyktige masser som komprimeres, se punkt 120.6. Fyllingen føres opp til 50 mm under bunnplaten for plasstøpte kulverter, og det støpes ut et avrettningslag. Se fig. 120.11.

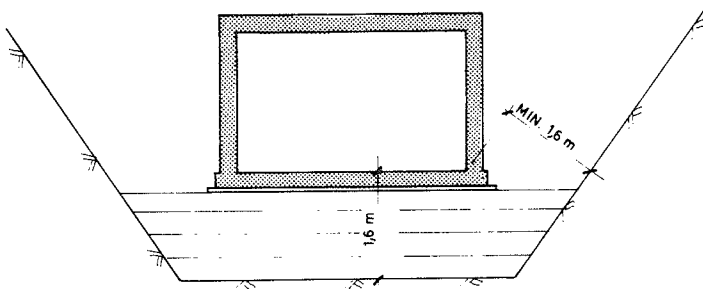


Fig. 120.11 Utskifting av telefarlige masser

For elementkulverter og korrugerte stålrør skal de øverste 0,3 m av tilbakefyllingen være grus. Avretting som for ikke telefarlige masser.

For korrugerte stålrør og betongrør gjelder de samme krav til masseutskifting som for betongkulverter dersom rørene forventes å bli tørre eller kunne fryse om vinteren.

Dersom det ikke graves ned til frostfri dybde, f.eks. på grunn av rørledninger o.l., eller det av andre grunner er ønskelig å redusere gravearbeidene, kan det isoleres rundt kulverten i stedet for å skifte ut masser. Se fig. 120.12.

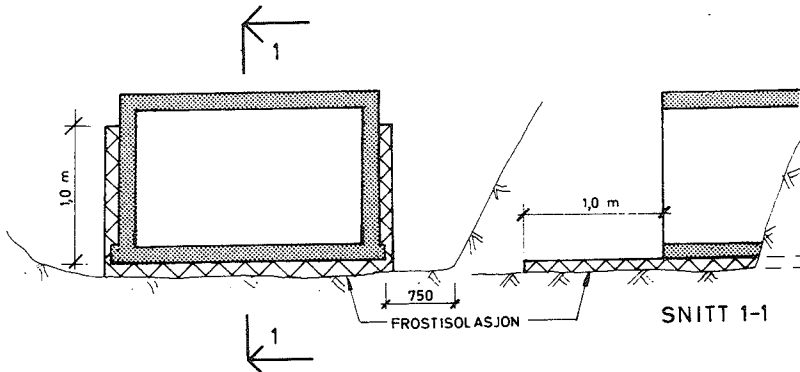


Fig. 120.12 Frostisolasjon av kulvert

For plasstøpte kulverter graves da ned til underkant bunnplate pluss plass for isolasjon. Det graves med 0,75 m klaring til graveskråning i bunn.

For korrugerte stålrør og elementkulverter er det tilstrekkelig å grave ned til 0,3 m under uk rør eller bunnplate samt benytte isolasjon. Bunnen jevnes og det legges ut 50 mm (alternativt 100 mm) polystyrenskum med garantert trykkstyrke ved maks 5% sammentrykning på 0,3 N/mm²*x5*. Isolasjonen føres 1,0 m opp langs ytterveggene etter at elementene er montert. Ved kulvertender bør isolasjonen føres min. 1,0 m forbi utløp kulvert. Se fig. 120.12.

Fundamentering på fjell

Plasstøpte kulverter kan evt. fundamenteres til fjell. Det benyttes kulvert uten bunnplate som vist i kapittel 121. Her er også gitt krav til maksimum variasjon i fjelldybden. Løsmassene fjernes 1,0 m ut fra kant vegger. Det bør ikke regnes med fundamentering til fjell uten hvor en på prosjekteringsstadiet har full oversikt over fjelldybder etter eventuell nødvendig sprengning. Som det fremgår av fig. 121.31 forutsettes ved fundamentering til fjell at fjelldybden varierer mellom 0,5 og 1,0 m i hele kulvertlengden. Hvor fjelldybden varierer mer eller hvor fjelldybden er usikre, er det fordelaktig å benytte kulvert med bunnplate fundamentert på løsmasser. Eventuelt oppstikkende fjell i kulverttraseen sprenges bort slik at kulverten hviler på et minimum 0,4 m tykt lag av telesikre løsmasser. Forøvrig må fjellflaten tilfredsstillende de krav som stilles til uk veitrau på fjell. Etter at bunnen er rensket, fundamenteres som beskrevet i punkt 120.6.

Fundamentering på bløt grunn

Dersom grunnen er bløt (torv, bløt leire el.l.), bør normalt de dårlige massene skiftes ut ned til fastere lag og erstattes med egnet materiale. Utspissing må foretas av den utskiftede grop for å motvirke ujevne setninger, se fig. 120.13.

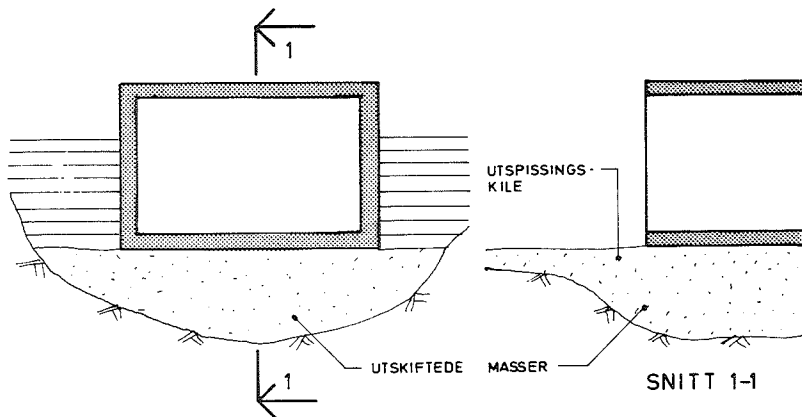


Fig. 120.13 Fundamentering på utskiftede masser

Dersom de bløte lag er så mektige at de ikke kan skiftes ut, må det treffes tiltak for å hindre at det oppstår skadelige deformasjoner i kulverten. Dersom undergrunnen er meget svak, må fundamenteringsløsningen finnes i samråd med geoteknisk sakkyndig. Det kan da vise seg nødvendig med tiltak som peling, bruk av lette masser eller utlegging, eventuelt også forbelastning av fyllinger før kulverten legges ned.

I øvrige tilfelle fundamenteres på en 0,5 m tykk gruspute av ikke telefarlig, bæredyktig materiale. Grusputen gis en bredde som er minst 0,5 m bredere enn kulvertens tverrmål.

I stedet for 0,5 m grus kan man under grunnvannstanden legge en flåte av rundtømmer eller minimum 75 mm plank. En slik flåte overdekkes av minst 0,2 m grus som komprimeres godt, kfr. fig. 120.14.

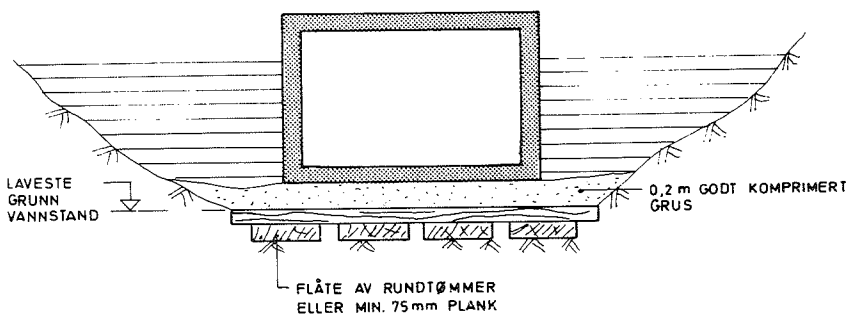


Fig. 120.14 Fundamentering på flåte

Ved ujevne grunnforhold langs kulverten kan det også være aktuelt å støpe en armert betongplate for å skape et jevnt underlag.

Er det fare for at kulverten kan bli presset opp, kan bredden på bunnplaten økes. Dette vil redusere faren for opp-pressing, fordi massene oppå den utkragede delen vil være med på å stabilisere kulverten. Se fig. 120.15.

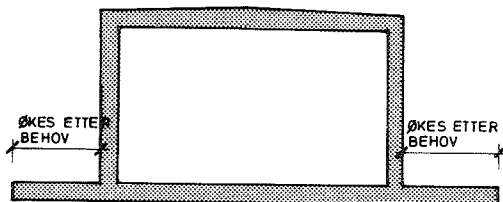


Fig. 120.15 Utvidelse av bunnplate

120.6 FYLLING RUNDT KULVERTER OG RØR

Tilstøtende fylling

Det er en forutsetning at det i tilstrekkelig avstand fra kulverten fylles med telesikre, drenerende masser, eller at det sørges for tilstrekkelig isolasjon på annen måte, kfr. punkt 120.5.

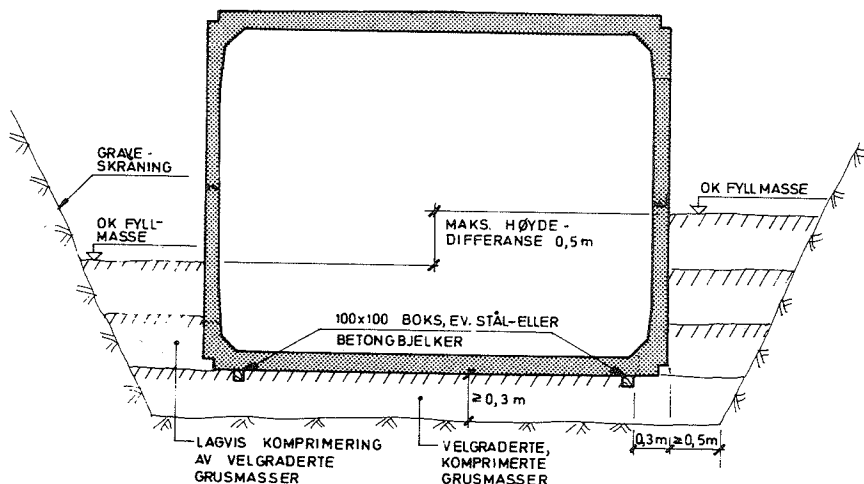


Fig. 120.16 Elementkulvert på ikke telefarlige masser

Fyllmasser og komprimering under kulvertene og rørene

Under kulverten kan massene skiftes ut som beskrevet i punkt 120.5. Det skal fylles tilbake lagvis med velgraderte, ikke telefarlige masser som komprimeres. Lagtykkelsen avpasses etter komprimeringsutstyret. Krav forøvrig som for fylling på sider av kulverten.

Krav til fyllmasser og komprimering

Komprimering av massene inntil kulvert og rør skal skje på en slik måte at kulverten og fuktisolering ikke skades. Hvor ikke nøyaktigere beskrivelse foreligger, kan følgende krav til fyllmasser og utførelse følges.

Fyllmasser av sand, grus:

Det kreves en tetthet min. tilsvarende 100% av Standard Proctor ved optimalt vanninnhold. Lagtykkelse må tilpasses det komprimeringsutstyr som benyttes. Vibrerende komprimeringsutstyr utenom mindre platevibrator (statisk vekt $\times 9 \times 200$ kg) skal ikke benyttes nærmere forstøtningskonstruksjonen enn 10 m.

Fyllmasser av sprengt stein:

Fyllmassene skal ikke inneholde stein med midlere sidekant større enn 300 mm. Materialet skal ikke være telefarlig og ikke inneholde mer enn 20% av fraksjonen 0-19 mm.

Vibrerende komprimeringsutstyr utenom mindre platevibrator (statisk vekt < 200 kg) skal ikke benyttes nærmere forstøtningskonstruksjonen enn 10 m. Innen denne avstand skal materialene legges ut i ca. 300 mm lag og komprimeres med min. 10 overfarer med et statisk vibrerende komprimeringsutstyr (eventuelt med en lettere platevibrator). Massene skal vannes kontinuerlig under utlegging og komprimering. Nødvendige vannmengder er avhengig av oppfyllingshastigheten. Totalt må det benyttes en vannmengde som er minst dobbel så stor som oppfyllingsvolumet. Åpne steinreir som oppstår ved separasjon, må ifylles mer finkornig materiale, slik at hvert lag har stabil overflate.

Fylling på sidene og over kulvertene og betongrør

Det forutsettes at masser utenpå isoleringen tilføres med forsiktighet slik at punkteringer av isolasjon unngås. Inntil veggene kan det fylles med grus eller stein med d_{max} 60 mm. Over kulverten og eventuelle overgangsplater

legges en pute med minimum 150 mm sand eller grus direkte på isolasjonen før grovere materialer tilføres. Fylling inntil kulverten skal skje på en slik måte at høydeforskjellen av fyllingen på kulvertens to sider ikke på noe punkt skal overstige 1 meter for plasstøpte kulverter, 0,5 m for elementer og minimal høydeforskjell ved omfylling av rør.

Ved fylling over kulverten utføres arbeidet med ekstra forsiktighet slik at eventuelt isolasjonslag ikke skades. Dessuten må det påses at man ved store overdekninger ikke utsetter fugene mellom elementene for store påkjenninger. Dette kan unngås ved at fyllingen over kulverten utføres med jevntykke lag over hele kulvertoverflaten.

Fylling på sidene og over korrugerte stålrør

Korrugerte stålrør skal alltid omfylles med grus eller annet ikke telefarlig materiale med maksimalt 20 mm kornstørrelse nærmest røret.

Før fylling bør det påses at røret er rettet inn i riktig stilling. Ved bruk av ellipseformede rør, må det påses at ellipsen står absolutt vertikalt, se fig. 120.17.

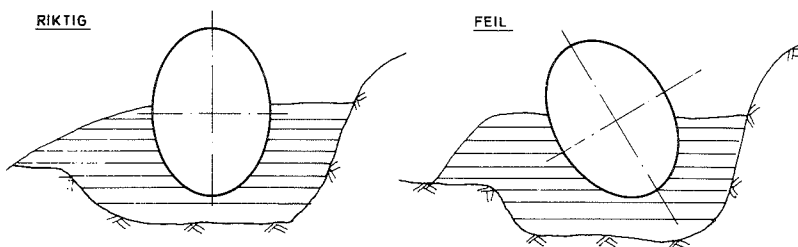


Fig. 120.17 Plassering av ellipseformede rør

Sylindriske og/eller lavtbygde rør må legges slik i plan at loddlinjen ifølge monterings-tegningen, så nær som mulig, skjærer toppens og bunnens midte, se fig. 120.18.

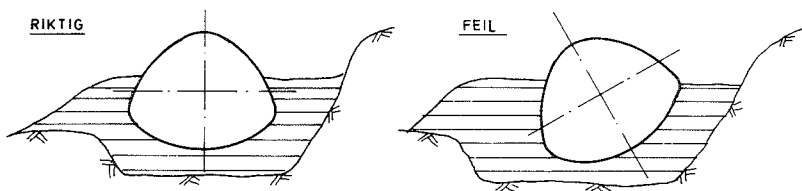


Fig. 120.18 Plassering lavbygde rør

For detaljerte krav til fylling av rør forøvrig, se fig. 120.19 og 120.20.

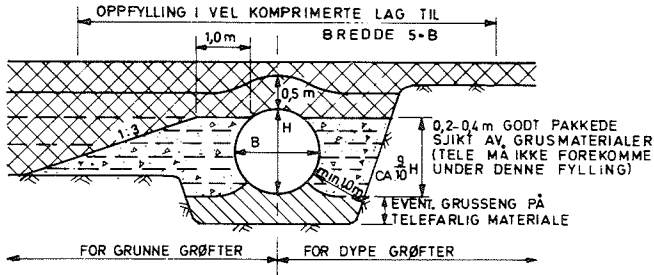


Fig. 120.19 Vegrør på fast grunn

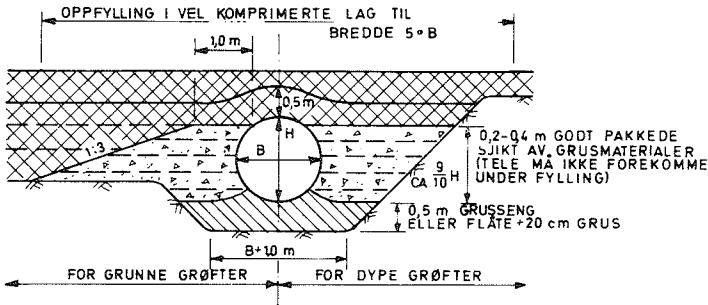


Fig. 120.20 Vegrør på løs grunn

120.7 OVERGANGSPLATER

Overgangsplater regnes vanligvis som unødvendige. Dersom de benyttes, kan følgende retningslinjer følges:

Ved plasstøpte kulverter fylles det opp til 50 mm under underkant overgangsplate, og etter nøyaktig avretting og komprimering støpes et 50 mm tykt avrettingslag som overgangsplaten armeres og støpes på. Overgangsplaten legges bare under kjørebanelen.

Ved elementkulverter legges overgangsplatene i forbandt med kulvertelementene i en lengde som tilsvarer kjørebanelens bredde. De legges ikke under vegrekkverk. Det fylles først opp til 100 mm under uk overgangsplater, og etter nøyaktig planering og komprimering legges platene på plass på et 100 mm gruslag. Deretter fortsettes tilbakefyllingen.

120.8 FUKTISOLERING AV TAK OG VEGGER

Kulvert uten overgangsplate

Fuktisoleringen er ment å beskytte kulverten mot overflatevann som trekker ned i grunnen. Det forutsettes at massene rundt kulverten er selvdrenerende, slik at kulverten ikke blir utsatt for vanntrykk.

Kulvert uten overgangsplate anbefales fuktisolert på tak og vegger med to lag fiberduk og tre lag armert plastfolie. Folien som benyttes skal ha en bredde på $b + 1,5$ m eller minimum 6,0 m, og fiberduken skal ha en vekt på 300 g/m^2 . Fiberduken må ikke lagres utendørs over lengre perioder (1 mnd. eller mer) da sollys bryter ned materialet i duken. Fig. 120.21 viser en prinsipptegning av hvordan fuktisoleringen kan utføres.

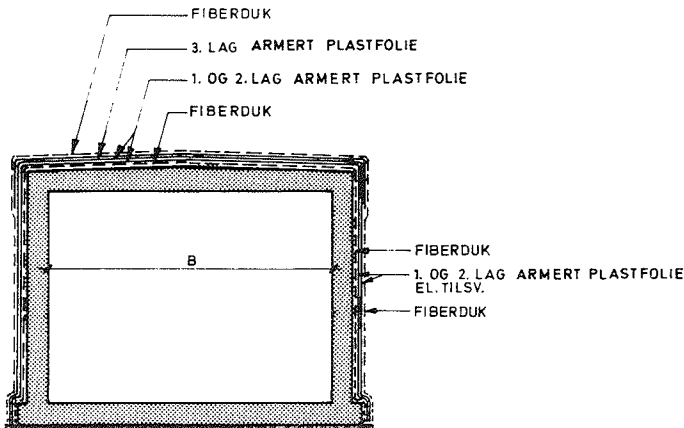


Fig. 120.21 Fuktisolering av kulvert uten overgangsplate

Umiddelbart før første lag med fiberduk legges ut, feies kulverttaket for løst materiale, og spisse knaster fjernes. Første lag med fiberduk legges ut på tvers av kulverten med 0,1 m overlapp i skjøtene. De to første lagene av folien legges også på tvers av kulverten. Minimum overlapping er 1,0 m. Overlappingen forskyves i påfølgende lag. Fiberduken og de to første lag av folien legges over takflaten og ned langs veggene. Det tredje folielaget legges på langs oppå kulverttaket og føres min. 0,6 m ned langs kulvertsiden. Det andre laget med fiberduk legges på tvers av kulverten med 100 mm overlapp i skjøtene og føres over takflaten og ned langs veggene.

Kulvert med overgangsplater

Kulvert med overgangsplate anbefales fuktisolert på tak med to lag armert plastfolie. På vegger anbefales ett lag Platon Grunnmurplater eller tilsvarende. Fiberduken skal ha en vekt på 300 g/m² og skal ikke lagres utendørs over lengre perioder (1 mnd. eller mer) da sollys bryter ned materialet i duken. Fig. 120.22 viser prinsipptegning av hvordan fuktisoleringen kan utføres.

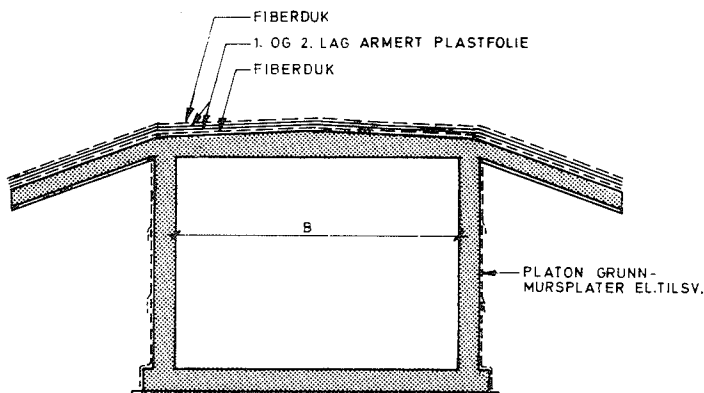


Fig. 120.22 Fuktisolering av kulvert med overgangsplate

Grunnmurplater monteres på vegger som anvist av leverandør opp til underkant overgangsplater. Etter at overgangsplaten er støpt kan taket fuktisoleres. Umiddelbart før første lag med fiberduk legges ut, feies kulverttaket og overgangsplatene for løst materiale, og spisse knaster fjernes. Fiberduken rulles ut på tvers av kulverten med 100 mm overlapp i skjøtene. To lag med folie legges ut på langs av kulverten. Det andre laget med fiberduk legges ut på folien som beskrevet for det første laget. Fiberduken og folien skal føres over kulverten og overgangsplaten. For kulverter med bredde til og med 5,0 m brukes folie som dekker hele bredden (kulvert + overgangsplatene) uten skjøter. For kulverter med større bredde skjøtes folien med 1,0 m overlapp. Overlappingen forskyves i påfølgende lag.

Avslutning av isolasjon

Fig. 120.23 viser forslag til løsning for avslutning av fuktisolasjonen ved kanttak ved utløp kulvert.

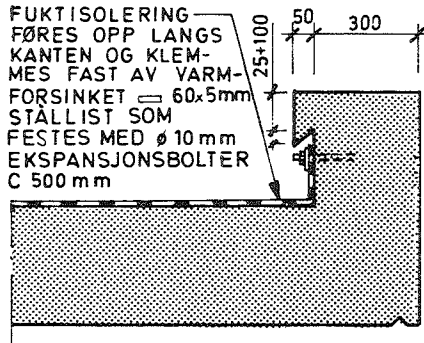


Fig. 120.23 Endeavslutning på kulvert

120.9 VANNGJENNOMLØP

Generelt om strømning gjennom kulverter

Ved gjennomløp som danner en vesentlig innsnevring av elveløpet vil den normale strømningen i elveløpet bli brutt. Vannet tvinges inn i det trange løpet og bremses opp på grunn av den motstanden det møter. Vannstanden stiger foran innløpet, og vannet vil da ofte stå over et stort område som en liten innsjø. Den største delen av vannets energi er her potensiell energi, og bare en svært liten del er kinetisk energi.

Gjennom kulverten er tverrsnittet ens og friksjonen normalt liten. Vannhastigheten vil derfor øke gjennom kulverten. I utløpet har hastigheten ofte nådd svært høye verdier (spesielt for kulverter som ligger med stor helning).

Ved utløpet vil vannet igjen spre seg ut over elvas fulle bredde. Friksjonen vil samtidig øke. Disse forandringene fører ofte til virveldannelser og uryddige strømningsforhold i utløpet. Den høye hastigheten sammen med de uryddige strømningsforholdene fører ofte til erosjon.

I tillegg til erosjonsfaren i utløpet er det fare for vannstandsprang. Hvis vannstanden i elveløpet nedstrøms er større enn vannstanden i kulvertløpet, må det vurderes nærmere om et vannstandsprang vil kunne finne sted, og eventuelt om dette vil finne sted i kulverten slik at den blir fylt. Hvis vannstanden i elveløpet nedstrøms er mindre enn i kulvertutløpet, vil vannstandsprang ikke kunne finne sted med mindre enn energidreper bygges nedenfor kulvertutløpet.

I de tilfellene det er fare for vannstandsprang, bør en ta seg tid til å beregne hvor vannstandspranget vil finne sted og om det vil kunne blokkere kulverten.

Alle trange gjennomløp bør dimensjoneres etter rutiner angitt i R.S. Nordahl:

"Drenering for vegar, Tillegg 1".

Ved bruavdelingen er det utarbeidet et EDB-program Håndbok - 094 Vann som beregner innløps- og utløpsvannstand og hastighet i kulverter etter de samme prinsipper som R.S. Nordahl bygger på.

Programmet er nærmere beskrevet i egen brukerbeskrivelse.

Generelt om innløpsutforming for trange løp

Innløpet skal lede vannet inn i kulverten og beskytte mot erosjon. Vannet renner i elveløpet over en relativt stor bredde. Inn mot kulvertutløpet må denne bredden reduseres. Til slutt skal vannet inn i selve kulverten. Det er om å gjøre og runde alle hjørner og gi innløpet en god hydraulisk form for å redusere energitapet. Redusert energitap i innløpet fører til at nødvendige kulvertdimensjoner reduseres.

For lange kulverter med stor helning kan en oppnå videre reduksjon i tverrsnittet ved å utforme innløpet som en trakt. Vannstanden er høy i innløpet, men avtar raskt. En kan derfor "skreddersy" innløpet og dermed redusere dimensjonene på resten av kulverten. For lange kulverter kan dette være god økonomi. Se fig. 120.24.

Generelt om utløpsutforming for trange gjennomløp

Erosjon ved kulvertutløp er et alminnelig forekommende problem og har uønskede konsekvenser hvor det inntreffer, som f.eks.:

- en ustabil erosjonsgrop ved utløpet hvor man stadig har mindre utrasninger langs sidene.
- avsetting av det eroderte materialet nedover langs vannveien.
- undergraving av kulvert rør og fyllinger med tildels betydelige skader til følge.

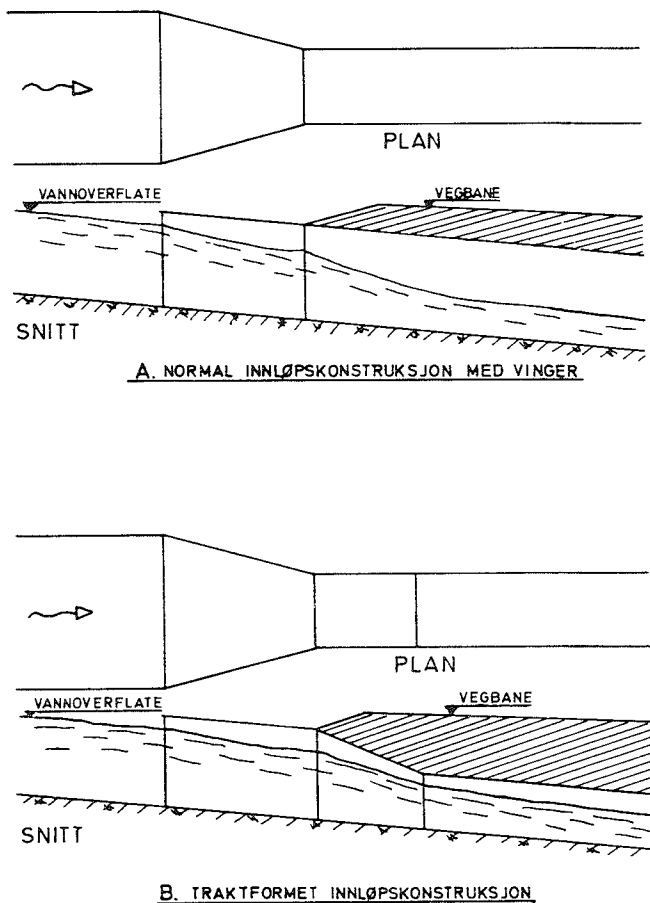


Fig. 120.24 Innløpskonstruksjoner

Det kan tenkes flere måter å stabilisere utløpsområdet ved kulverter på. Felles for alle må være at den energien som finnes i den konsentrerte vannstrømmen ut fra kulverten spres og omformes på en kontrollert måte så hurtig og billig som mulig.

Et ikkesikkert kulvertutløp vil etter noen tid se ut omtrent som vist på fig. 120.25. I enkelte tilfelle kan det være riktig å la vannet danne en slik erosjonsgrøp og deretter plastre.

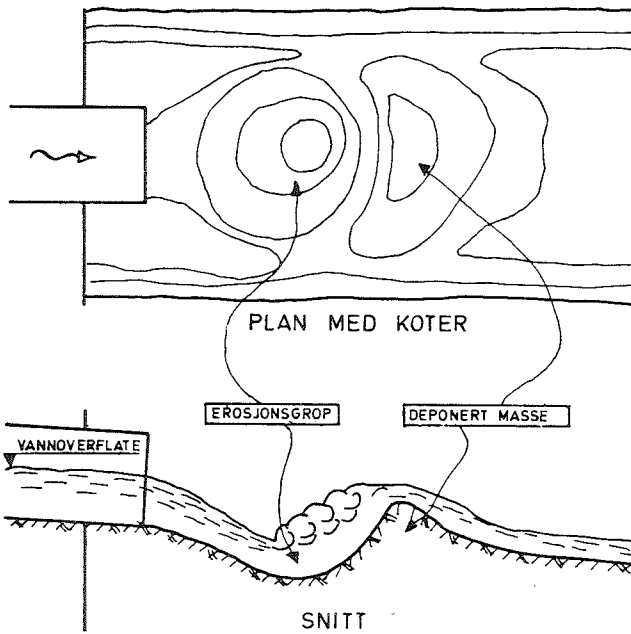


Fig. 120.25 Erosjon ved ikke sikret kulvertutløp

Innløp og utløp, erosjon

Kulverter som utføres med vertikale endeavslutninger skal utformes slik at minst en lengde lik $1/3$ av kulverthøyden ligger utenfor fyllingsskråningens fot. Se fig. 120.26. I de tilfelle kulverten ikke føres så langt ut, må frontmur bygges. Utforming av frontmur er avhengig av tilstøtende terrengskråninger og vannføring.

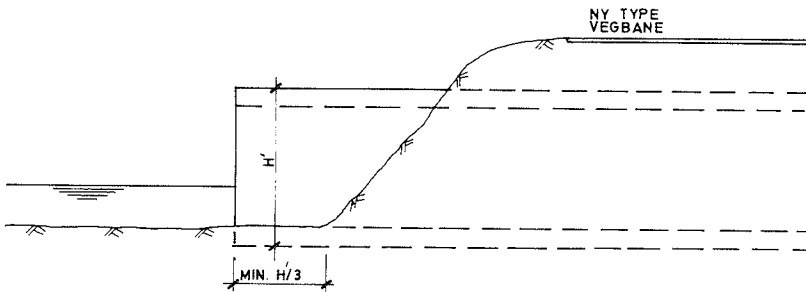


Fig. 120.26 Avslutning av rør

Frontmur og vingemurer kan bygges av betong eller som tørrmur av stein av passende størrelse. I sistnevnte tilfelle tettes murens bakside med grus, gresstovr eller ligende hvis det foreligger risiko for utvasking. Se fig. 120.27. Hvis materialet ved kulvertendene er slik at risiko for utvasking foreligger, skal det legges et beskyttende filter og plastring ved inn- og utløp. Dette utføres normalt av et 0,2-0,4 m tykt lag av velgradert grus. Se fig. 120.28. Er vannstrømmen meget kraftig, legges i tillegg en enkel steinkledning over gruslaget. Se fig. 120.29.

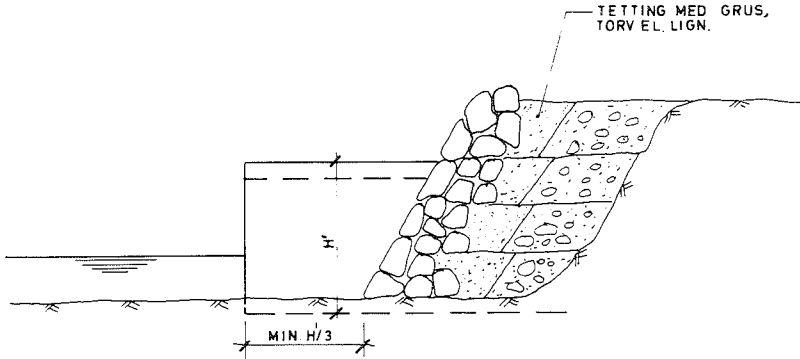


Fig. 120.27 Tørrmur av stein

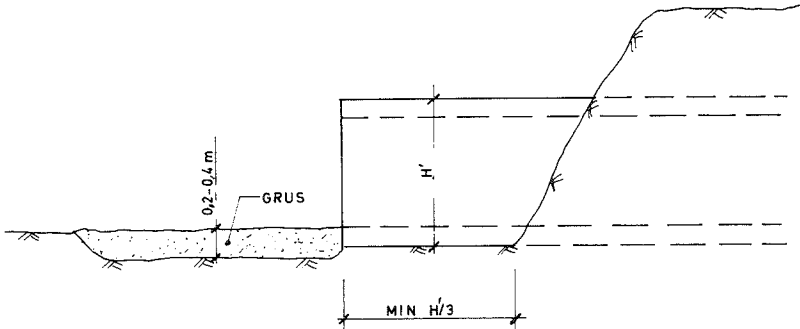


Fig. 120.28 Eksempel på plastring ved inn- og utløp kulvert med lav vannhastighet

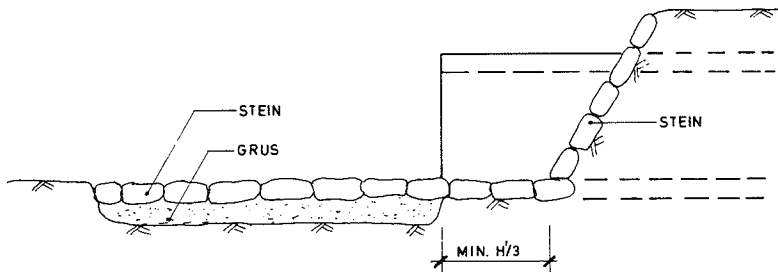


Fig. 120.29 Eksempel på plastring ved inn- og utløp kulvert med høy vannhastighet

Ved fare for undervasking av kulverten kan det alternativt spuntes ved inn- og utløp. Spunten rammes til 0,5-1,0 m dyp og ca 1,0 m utenfor kulverten på hver side. Se fig. 120.30.

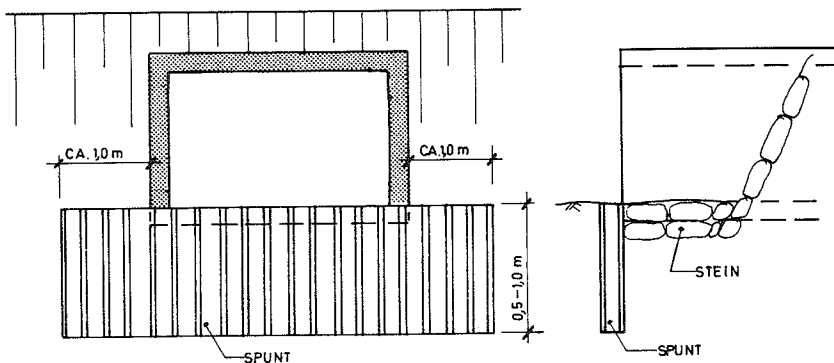


Fig. 120.30 Eksempel på spunting ved inn- og utløp av kulvert

Ved erosjonssikring med utstøp av betong er det som regel riktig å fremtvinge et vannstandsprang, eller på annen måte bremse vannhastigheten, i området som er sikret med betong. Dette gjøres ved hjelp av en energidreper, fig. 120.31, ved hjelp av en steinhaug, fig. 120.32, eller ved hjelp av ruhetselementer, fig. 120.33.

En må være oppmerksom på at vannstandspranget ikke nødvendigvis finner sted rett over den konstruksjon som skal fremkalle spranget. Dessuten må en forsikre seg om at spranget ikke kan finne sted inne i kulverten og blokkere den.

Dersom vannet ved flom kan ventes å føre rekved, vindfall, is o.l. som helt eller delvis kan blokkere innløpet, må det vurderes å nytte rist el.l. for å hindre dette.

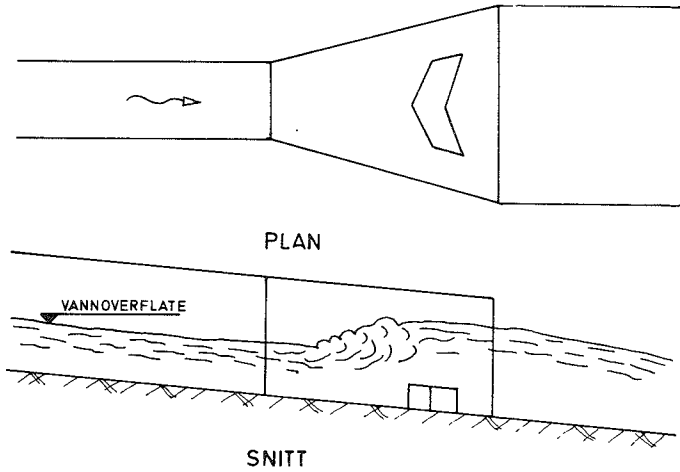


Fig. 120.31 Støpt utløpskonstruksjon med enkel energidreper

Avstanden fra kulvertløp til energidreper må være tilstrekkelig til å sikre at vannstandspranget finner sted utenfor kulverten.

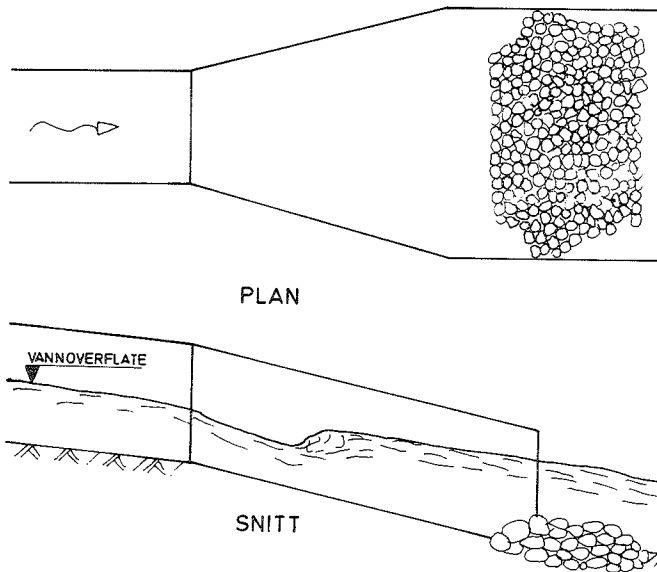


Fig. 120.32 Støpt utløpskonstruksjon med energidreper av grov stein

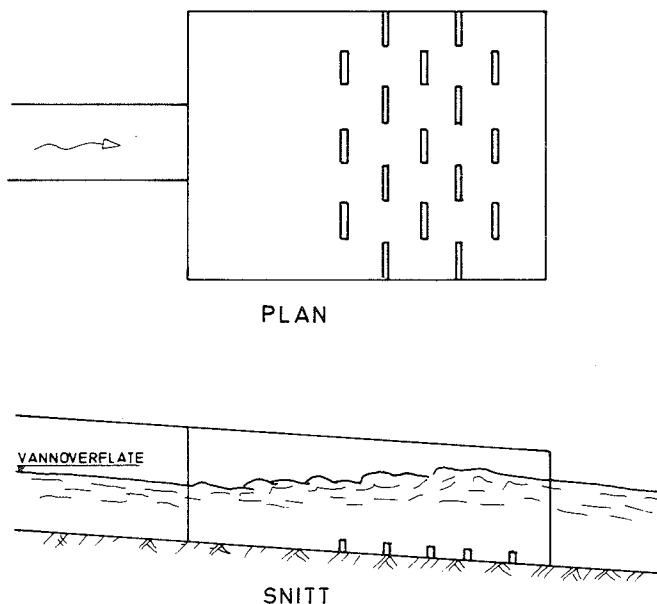


Fig. 120.33 Støpt utløpskonstruksjon med ruhetselementer

121 Plasstøpte kulverter

121.0 INNLEDNING

I det følgende presenteres en rekke plaststøpte kulverter fundamentert på løsmasser eller fjell. Fundamentert på løsmasser, har kulverten en bunnplate, to vegger og en topp-plate. Fundamenteres kulverten på fjell, sløyfes bunnplaten, og veggene settes direkte på fjell.

Kulverten er normert med vingemur og med eller uten overgangsplater.

121.1 KULVERT FUNDAMENTERT PÅ LØSMASSE

Dimensjoner

Fig. 121.1 viser et generelt tverrsnitt av en kulvert med bunnplate og et tverrsnitt som viser hvordan bredden på vegkulverter er fremkommet. Fig. 121.2 gir tykkelsen på vegger, bunnplate og topp-plate.

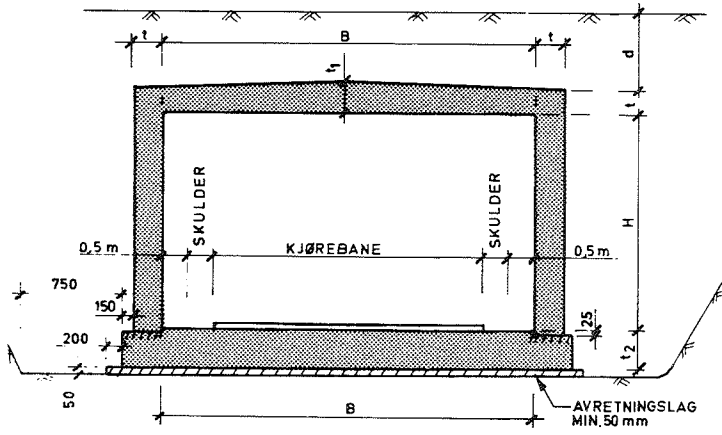


Fig. 121.1 Generelt kulvertversnitt

Bruksområder	B m	H m	d m	t mm	t ₁ mm	t ₂ mm
Vegklasse II d	8,0	5,0	0,2-0,8	400	480	450
	8,0	5,0	0,8-1,5	450	535	600
Vegklasse II e	7,5	4,75	0,2-1,5	400	475	500
Vegklasse II e redusert	7,0	4,75	0,2-1,5	400	470	500
Vegklasse III	5,0	4,75	0,2-1,5	300	350	300
	5,0	4,75	1,5-3,0	400	450	450
Jordbrukskulvert	5,0	4,0	0,2-1,5	350	400	350
	5,0	4,0	1,5-3,0	400	450	450
	4,0	4,0	0,2-1,5	300	340	300
	4,0	4,0	1,5-3,0	350	390	350
Fotgjengerundergang	4,0	3,0	0,2-1,5	250	290	250
	4,0	3,0	1,5-3,0	300	340	300
	3,0	3,0	0,2-1,5	250	280	250
	3,0	3,0	1,5-3,0	300	330	300
Vanngjennomløpskulvert	2,5	2,0	0,2-2,5	250	275	250
	2,5	2,0	2,5-5,0	300	325	300
	2,0	2,0	0,2-2,5	250	270	250
	2,0	2,0	2,5-5,0	250	270	250
	1,5	2,0	0,2-2,5	250	265	250
	1,5	2,0	2,5-5,0	250	265	250

Fig. 121.2 Dimensjoner på kulverter på løsmasser

Overgangsplater

Fig. 121.3 viser detaljer ved bruk av overgangsplate.

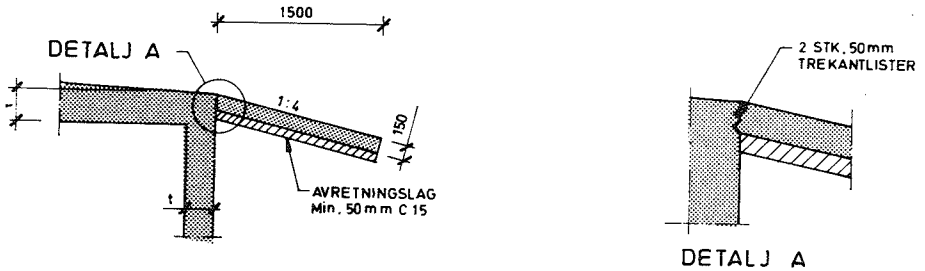


Fig. 121.3 Utførelse med overgangsplate

121.2 KULVERTÅPNING

Overdekning $d > 750$ mm

Fig. 121.4 viser plan av kulvertåpning når $d > 750$ mm og lengden L_1 på vingemuren ikke blir større enn 6,0 m. Tykkelsen på vingemurene t , kan variere mellom 250 og 300 mm, avhengig av L_1 og veggtykkelsen t på kulverten, se fig. 121.28.

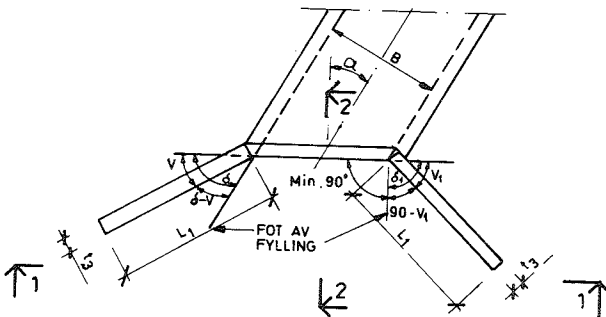


Fig. 121.4 Plan kulvertåpning.
Se fig. 121.5 og 121.6 for oppriss og snitt.

Fig. 121.5 viser oppriss 1-1 og snitt 2-2 som angitt på fig. 121.4. Fig. 121.5 viser en ordinær utførelse.

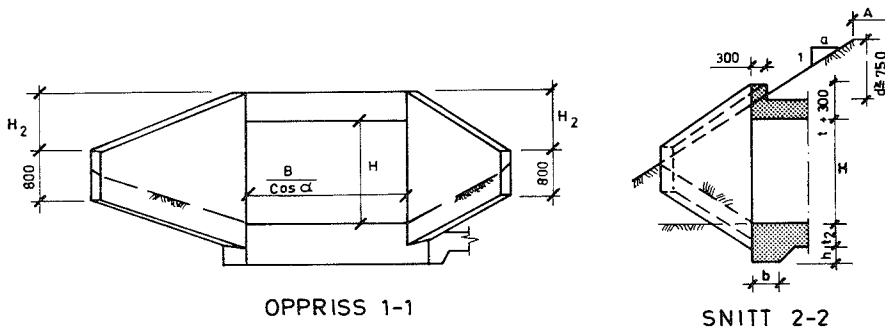


Fig. 121.5 Ordinær utforming av kulvertåpning.
 Se fig. 121.4 for plassering av snitt.

Fig. 121.6 viser oppriss 1-1 og snitt 2-2 som er angitt på fig. 121.4. Fig. 121.6 viser en kulvertåpning hvor faren for erosjon ved inn- og utløp er stor.

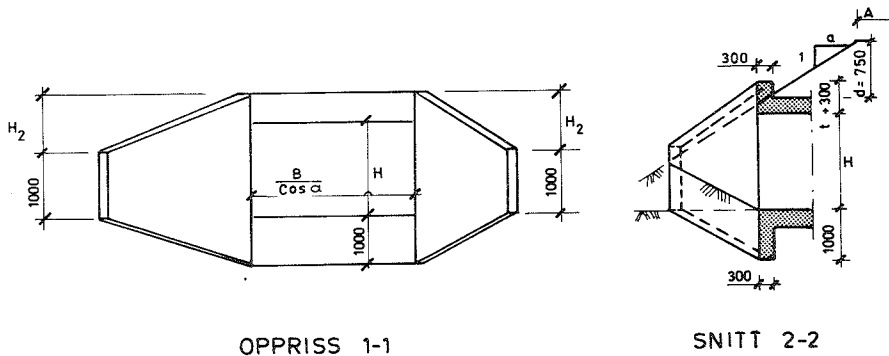


Fig. 121.6 Kulvertåpning med fare for erosjon.
 Se fig. 121.4 for plassering av snitt.

Nedenfor er gitt formler for å regne ut lengden på vingemurene L_1 og fallet på overkant vingemur H_2 . Forklaring til bokstavene i formlene finnes i fig. 121.4, 121.5 og 121.6.

Når $\delta < 90^\circ$

$$L_1 = \frac{(H + t) a}{\sin v + \sin (\delta - v)}$$

$$H_2 = \frac{L_1 \sin v}{a} = \frac{(H + t) \sin v}{\sin v + \sin (\delta - v)}$$

L_1 blir kortest når $v = \delta/2$

$$\text{Da er: } L_1 = \frac{(H + t) a}{2 \sin \delta/2}$$

$$H_2 = \frac{H + t}{2}$$

$(\delta - v)$ bør ikke være mindre enn 15°

Når $\delta = 90^\circ$

$$L_1 = \frac{(H + t) a}{\sin v_1 + \cos v_1}$$

$$H_2 = \frac{L_1 \sin v_1}{a} = \frac{(H + t)}{1 + \cotg v_1}$$

L_1 blir kortest når $v_1 = 45^\circ$

$$\text{Da er: } L_1 = \frac{(H + t) a}{1,414}$$

$$H_2 = \frac{H + t}{2}$$

$(v_1 + \delta)$ bør ikke være større enn 165°

Kantdrager i takplate og bunnplate

Fig. 121.7 og fig. 121.8 viser kantdrager i takplaten og i bunnplaten. Kantdrager i takplaten, fig. 121.7, gjelder når $d \geq 750$ mm, mens kantdrager i bunnplate, fig. 121.8, gjelder for alle oppfyllingshøyder og ordinær utforming.

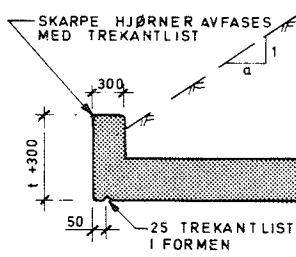


Fig. 121.7 Kantdrager i takplaten

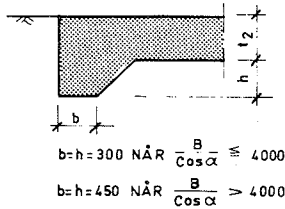


Fig. 121.8 Kantdrager i bunnplate

Overdekning $200 \text{ mm} < d < 750 \text{ mm}$

Fig. 121.9 viser plan av kulvertåpning når $200 \text{ mm} < d < 750 \text{ mm}$ og lengden L_2 på vingemuren ikke blir større enn 6,0 m. Tykkelsen på vingemuren t_2 kan variere mellom 250 og 300 mm, avhengig av L_2 og veggtykkelsen t på kulverten, se fig. 121.28.

Når $\delta < 90^\circ$

$$L_2 = \frac{(H + H_1) a}{\sin v + \sin(\delta - v)}$$

$$H_3 = \frac{L_2 \sin v - 300 \cos v}{a}$$
$$= \frac{(H + H_1) \sin v}{\sin v + \sin(\delta - v)} - \frac{300 \cos v}{a}$$

L_2 blir kortest når $v = \delta/2$

$$\text{Da er: } L_2 = \frac{(H + H_1) a}{2 \sin \delta/2}$$

$$H_3 = \frac{H + H_1}{2} + \frac{300 \cos \delta/2}{a}$$

$(\delta - v)$ bør ikke være mindre enn 15°

Når $\delta 90^\circ$

$$L_2 = \frac{(H + H_1) a}{\sin v_1 + \cos v_1}$$

$$H_3 = \frac{L_2 \sin v_1 - 300 \cos v_1}{a}$$
$$= \frac{(H + H_1)}{1 + \cotg v_1} - \frac{300 \cos v_1}{a}$$

L_2 blir kortest når $v_1 = 45^\circ$

$$\text{Da er: } L_2 = \frac{(H + H_1) a}{1,414}$$

$$H_3 = \frac{H + H_1}{2} - \frac{21}{a}$$

$(v_1 + \delta)$ bør ikke være større enn 165°

Kantdrager

Fig. 121.11 viser kantdrager i takplaten. Figuren gjelder når $200 \text{ mm} < d < 750 \text{ mm}$. For kantdrager i bunnplate, se fig. 121.8.

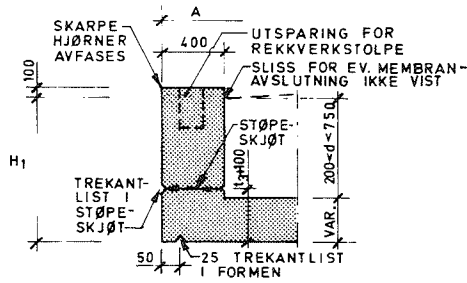


Fig. 121.11 Kantdrager i takplate når $200 \text{ mm} < d < 750 \text{ mm}$.

121.3 Vingemurer

Fig. 121.12 viser plan av kulvertåpning. Den ene siden viser når d ligger mellom 200 mm og 750 mm , og den andre viser når d er større enn 750 mm . Denne utførelsen er mest aktuell å benytte når "L" er større enn $5,0 \text{ m}$. H_2 , H_3 , L_2 og L_3 beregnes som før anvist.

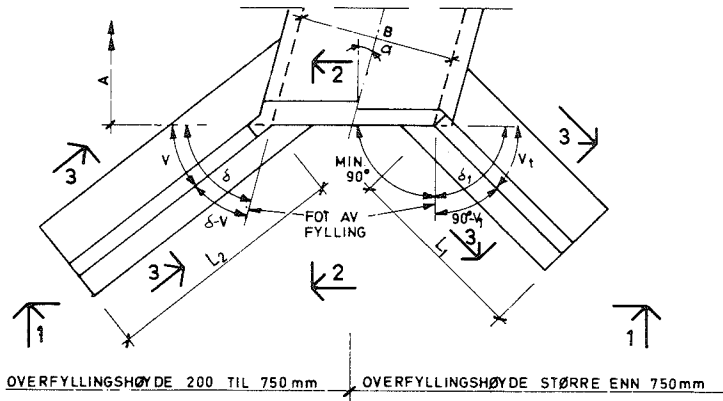


Fig. 121.12 Plan kulvertåpning
For oppriss og snitt se fig. 121.13.

Fig. 121.13 viser oppriss 1-1, snitt 2-2 og snitt 3-3 som er angitt på fig. 121.12. På oppriss 1-1 er den ene siden vist med overdekning fra 200 mm til 750 mm og den andre siden med overdekning over 750 mm . For detalj kantdrager i takplate, se fig. 121.7 og 121.11. For detalj kantdrager i bunnplate, se fig. 121.8.

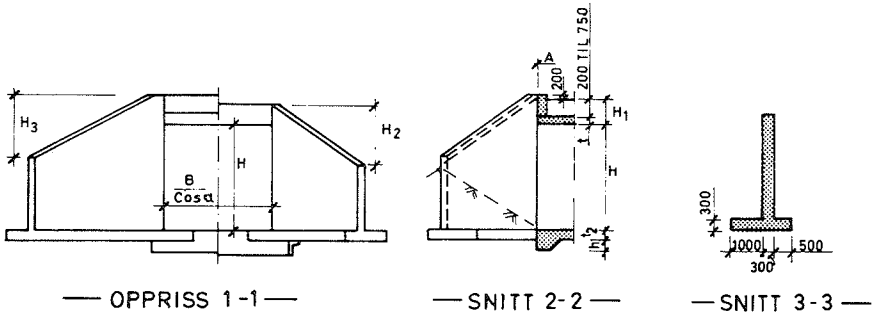


Fig. 121.13 *Kulvertåpning med vingemur på såle*
 For plassering av snitt se fig. 121.12.

Fig. 121.14 viser plan av kulvertåpning. Den ene siden viser når d ligger mellom 200 mm og 750 mm, og den andre viser når d er større enn 750 mm. Denne utførelsen benyttes når L er større enn 5,0 m og kulvertåpningen fundamenteres på dårlig grunn.

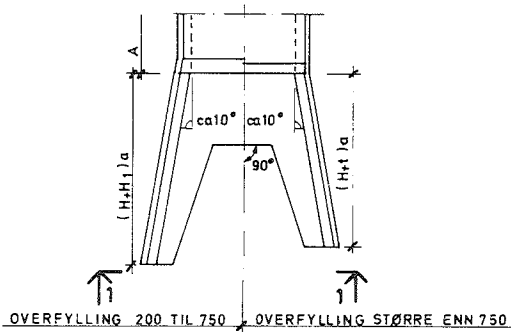


Fig. 121.14 *Plan kulvertåpning*
 For oppriss 1-1 se fig. 121.15.

Fig. 121.15 viser oppriss 1-1 angitt på fig. 121.14 og snitt av kulvertåpning med overdekning mellom 200 mm og 750 mm og kulvertåpning med overdekning over 750 mm.

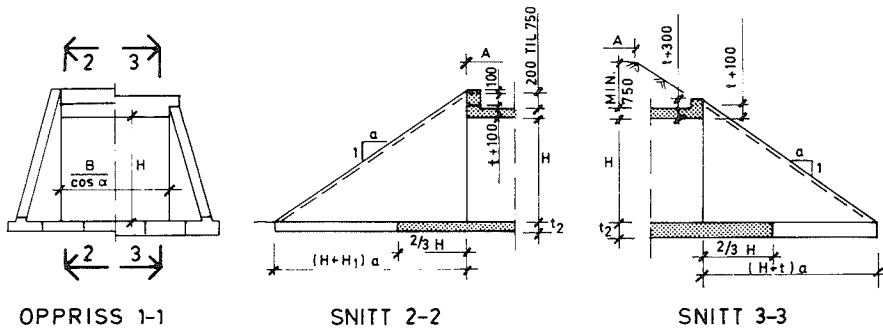


Fig. 121.15 Kulvertåpning med delvis bunnplate
Se fig. 121.14 for plassering av oppriss

121.4 VERTIKAL FUGE I KULVERT

Fig. 121.16 viser detalj utførelse av vertikal fuge i kulverten.

Maksimal avstand mellom vertikalfugene bør være 25 m.

Dersom grunnforholdene er variable og fyllingen over kulverten er høy, må det vurderes spesielt om kulverten må ha flere vertikale fuger for å hindre langsgående momenter i kulverten.

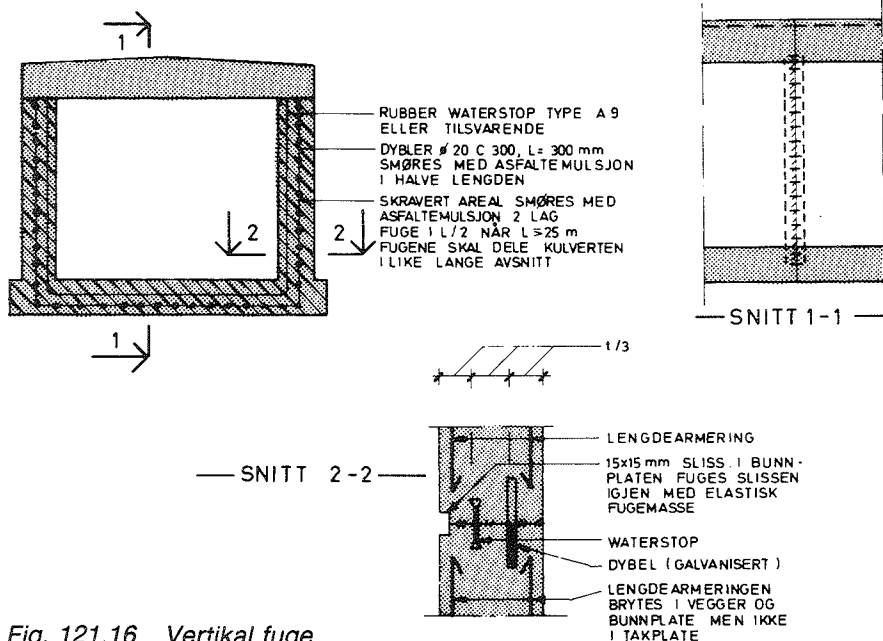


Fig. 121.16 Vertikal fuge

121.5 ARMERING AV KULVERT PÅ LØSMASSER

Vegklasse II d, II e, II e redusert og Vegklasse III

Fig. 121.17 viser tverrsnitt med armering av kulvert. Fig. 121.18 gir foruten senteravstanden på armeringen, også lengden på ekstraarmeringen i topp- og bunnplate.

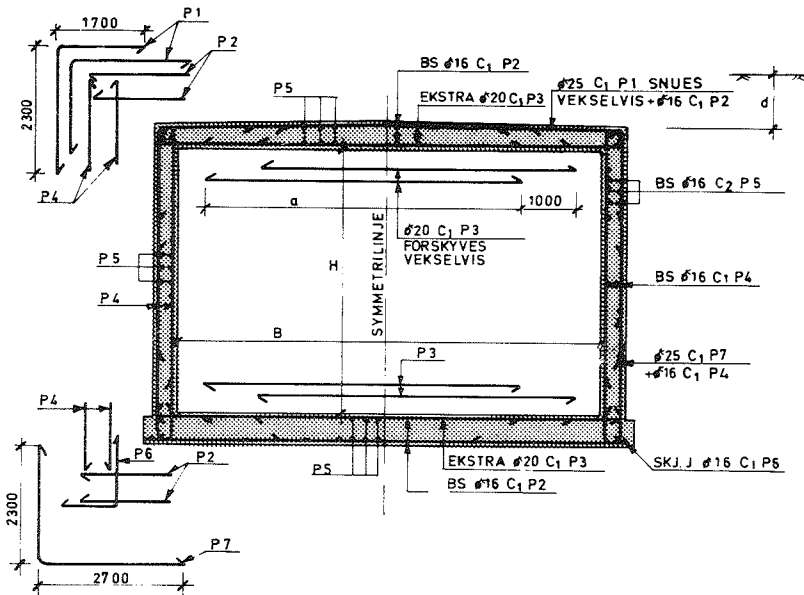


Fig. 121.17 Armering kulvert for vegklasse II d, II e, II e redusert og III
Se også fig. 121.18

B m	H m	d m	c ₁ * mm	c ₂ mm	a mm
8,0	5,0	0,2-0,8	175	150	6000
		0,8-1,5	175	150	7000
7,5	4,75	0,2-1,5	175	150	6000
7,0	4,75	0,2-1,5	200	150	6000
5,0	4,75	0,2-1,5	175	200	4000
		1,5-3,0	200	150	4500

Fig. 121.18 Senteravstand armeringsjern og mål på enkelte jern
Se også fig. 121.17.

*) Senteravstand for all tverrgående armering

Jordbrukskulvert og fotgjengerunderganger

Fig. 121.19 viser tverrsnitt med armering av jordbrukskulvert og fotgjengerundergang. Fig. 121.20 gir senteravstanden på armeringen.

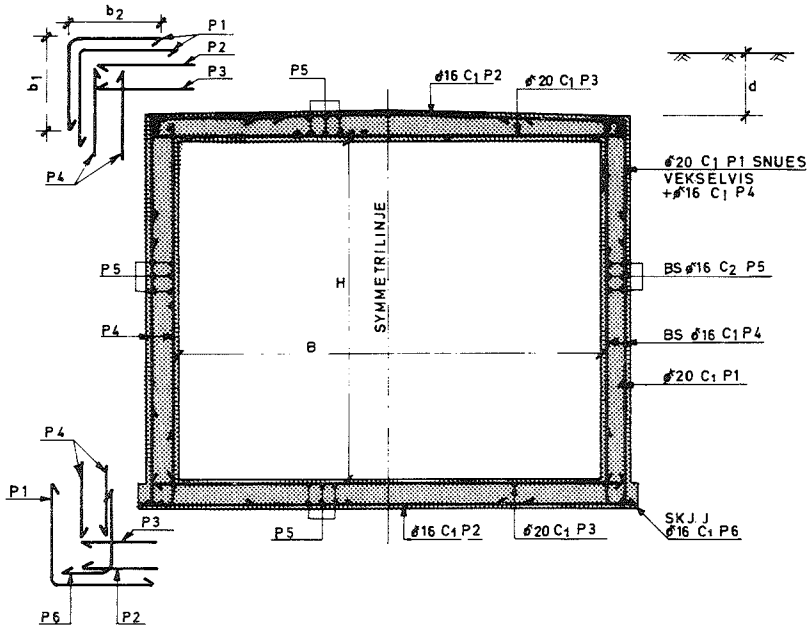


Fig. 121.19 Armering, jordbrukskulvert og fotgjengerunderganger
Se også fig. 121.20

B m	H m	d m	c ₁ * mm	c ₂ mm	b ₁ mm	b ₂ mm
5,0	4,0	0,2-1,5	175	175	1200	1500
		1,5-3,0	150	150	1200	1500
4,0	4,0	0,2-1,5	175	200	1200	1500
		1,5-3,0	175	175	1500	2000
4,0	3,0	0,2-1,5	175	225	1200	1500
		1,5-3,0	150	200	1500	2000
3,0	3,0	0,2-1,5	225	225	1200	1500
		1,5-3,0	200	200	1200	1500

Fig. 121.20 Senteravstand armeringsjern og lengden på hjørnearmeringen.

Se også fig. 121.19.

*) Senteravstand for all tverrgående armering.

Vanngjennomløpskulvert

Fig. 121.21 viser tverrsnitt med armering av vanngjennomløpskulvert. Fig. 121.22 gir senteravstanden på armeringen.

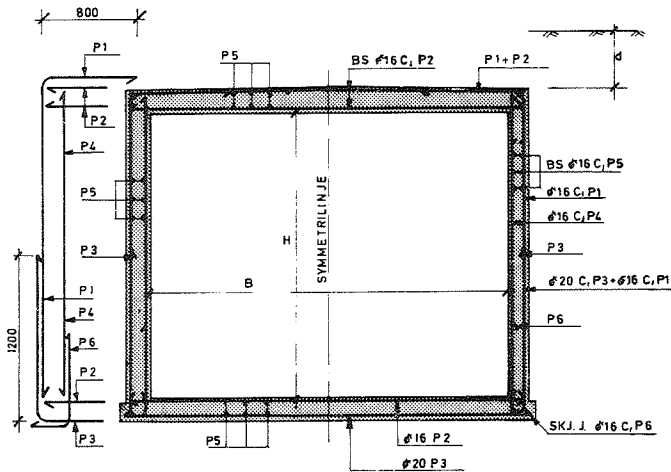


Fig. 121.21 Armering kulvert for vanngjennomløp.
Se også fig. 121.22.

B m	H m	d m	c ₁ * mm
2,5	2,0	0,2-2,5	225
		2,5-5,0	200
2,0	2,0	0,2-2,5	225
		2,5-5,0	225
1,5	2,0	0,2-2,5	225
		2,5-5,0	225

Fig. 121.22 Senteravstand armeringsjern
Se også fig. 121.21.

*) Senteravstand for både tvers- og langsgående armering.

Armering av overgangsplate

Fig. 121.23 viser armering av overgangsplate.

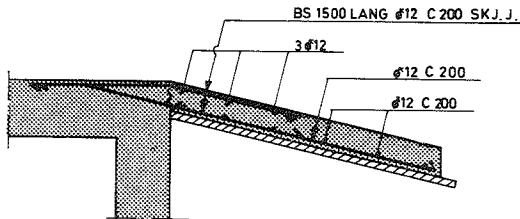
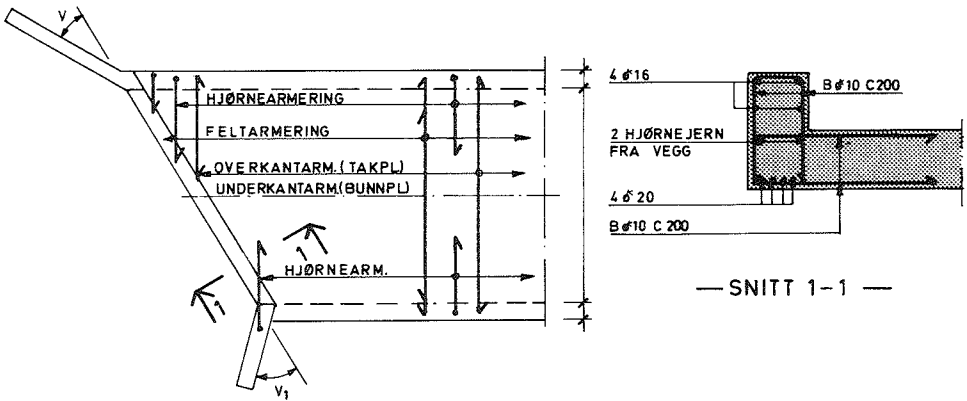


Fig. 121.23 Armering av overgangsplate

Føring av armering ved kulvertåpninger

Fig. 121.24, 121.25 og 121.26 viser i prinsipp hvordan armeringen legges i bunn- og takplate ved ender av skve kulverter, snitt av armering for kantbjelker i takplate ved $d > 750$ mm og 300 mm $< d < 750$ mm, samt snitt og oppriss av armering til kantbjelke i bunnplate.



Armering av kantbjelke i takplate når $d > 750$ mm.

Prinsipparmering av bunn- og takplate ved ender av skjeve kulverter. Armeringen legges 90° på kulvert, viftes ikke, men kappes ved kant.

Fig. 121.24 Armeringsføring ved kulvertåpning. Detalj av armering i kantbjelke i topp-plate når $d \gg 750$ mm.

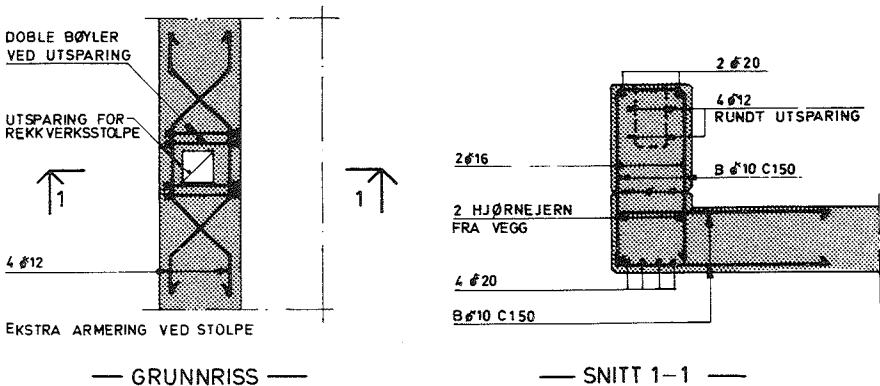
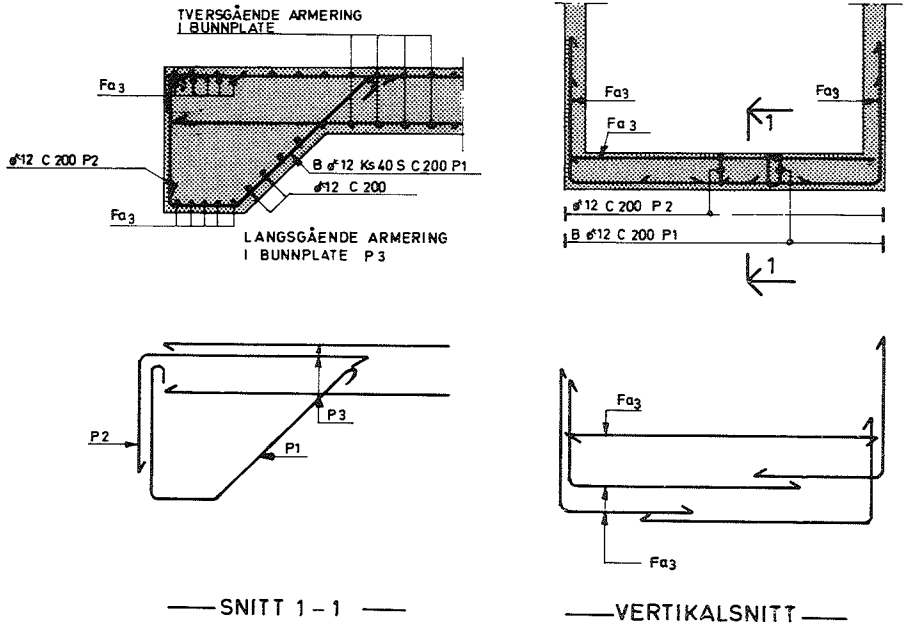


Fig. 121.25 Armering i kantbjelke i takplate når $200 < d < 750$ mm.



$\frac{B}{\cos \alpha} =$	3 m	4 m	5 m	> 6 m
$F_{a3} =$	3 ϕ 25	4 ϕ 25	5 ϕ 25	6 ϕ 25

Fig. 121.26 Armering av kantbjelke i bunnplate

121.6 ARMERING VINGEMURER

Armering av utkragede vingemurer

Fig. 121.27 viser armering for vingemur utkraget fra kulverten. Fig. 121.28 gir armeringslengden til vingemuren avhengig av vingelengden L og av minste vegg- eller vingetykkelse. Senteravstanden C gjelder for både F_{a1} og F_{b1} .

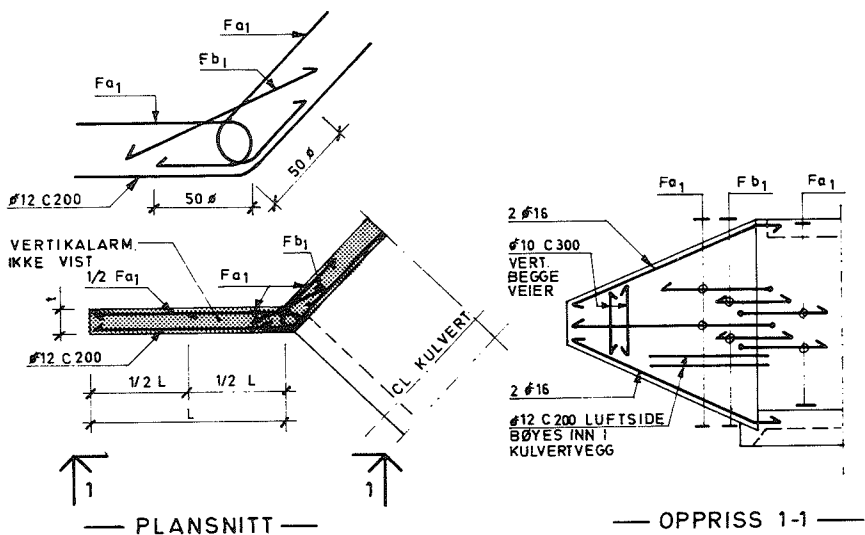


Fig. 121.27 Armering vingemur
Se også fig. 121.28

L m	t eller t_3	250			300		
		F_{a1}	F_{b1}	C	F_{a1}	F_{b1}	C
2,5		∅12	∅10	200	∅10	∅10	180
3,0		∅12	∅10	140	∅12	∅10	170
3,5		∅16	∅12	190	∅12	∅10	130
4,0		∅16	∅12	120	∅16	∅12	150
4,5					∅16	∅12	110
5,0					∅20	∅16	140
5,5					∅20	∅16	110
6,0					∅20	∅16	100

Fig. 121.28 Armeringsmengde utkraget vingemur
Se også fig. 121.27

Armering av vingemurer fundamentert på såler

Fig. 121.29 viser armering for vingemur fundamentert på såle, se fig. 121.12.
 Fig. 121.30 gir armeringsmengden avhengig av vingemurslengden L og høydene h_1 og h_2 . Senteravstanden C gjelder for både F_{a2} og F_{b2} .

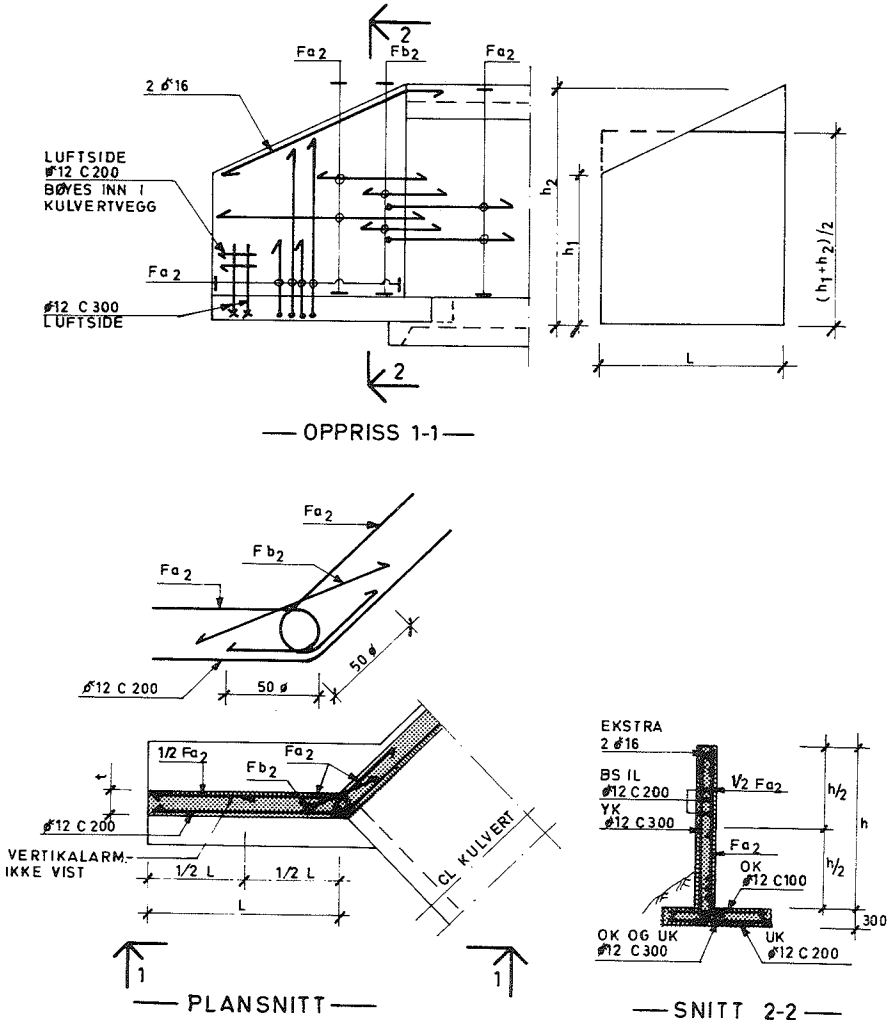


Fig. 121.29 Armering vingemur med såle
 Se også fig. 121.30

L	$\frac{h_1 + h_2}{2}$	2 m			3 m			4 m			5 m		
		F _{a2}	F _{b2}	C	F _{a2}	F _{b2}	C	F _{a2}	F _{b2}	C	F _{a2}	F _{b2}	C
5 m		∅12	∅10	300	∅12	∅10	110	∅16	∅12	100	∅20	∅16	100
7 m		∅12	∅10	300	∅16	∅12	150	∅20	∅16	120			
9 m		∅12	∅10	300	∅16	∅12	150	∅20	∅16	110			
11 m		∅12	∅10	300	∅16	∅12	150	∅20	∅16	110			
13 m		∅12	∅10	300	∅16	∅12	150	∅20	∅16	110			

Fig. 121.30 Armeringsmengde vingemur på såle
Se også fig. 121.29

For armering kulvertåpning fundamentert på dårlig grunn, se fig. 121.14, føres armeringen vist for kulverten ut i vingemurene og sålen. Armering av kantbjelker i topp-platen er vist i fig. 121.24 og 121.25.

121.7 KULVERT FUNDAMENTERT PÅ FJELL

Se punkt 120.5, avsnittet om fundamentering på fjell.

Dimensjoner

Fig. 121.31 viser tverrsnitt av kulverten. Fig. 121.32 gir tykkelsen på vegger og topp-plate.

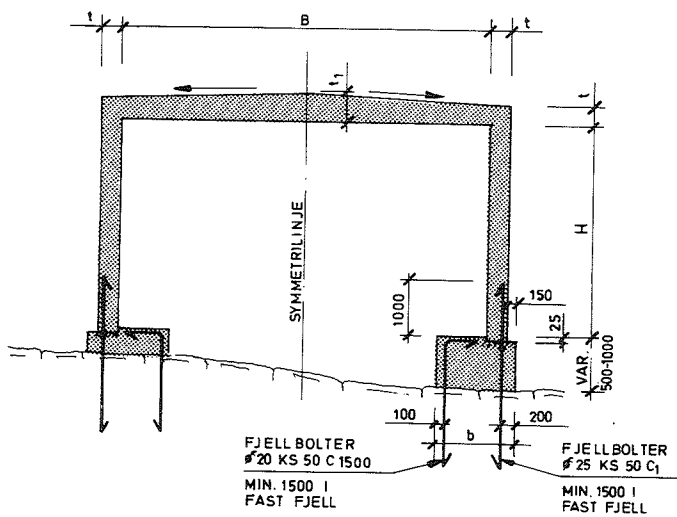


Fig. 121.31 Tverrsnitt av kulvert fundamentert på fjell
 Se også fig. 121.32.

Bruksområder	B m	H m	d m	t mm	t ₁ mm	b m	c _i m
Vegklasse II d	8,0	5,0	0,2-0,8	400	480	1,5	1,0
	8,0	5,0	0,8-1,5	450	530	1,5	1,0
Vegklasse II e	7,5	4,75	0,2-1,5	400	475	1,5	1,0
Vegklasse II e redusert	7,0	4,75	0,2-1,5	400	470	1,5	1,0
Vegklasse III	5,0	4,75	0,2-1,5	300	350	1,5	0,7
	5,0	4,75	1,5-3,0	350	400	1,5	0,7
Jordbrukskulvert	5,0	4,0	0,2-1,5	300	350	1,4	1,0
	5,0	4,0	1,5-3,0	400	450	1,4	1,0
	4,0	4,0	0,2-1,5	300	340	1,4	1,0
	4,0	4,0	1,5-3,0	300	340	1,4	1,0
Fotgjengerundergang	4,0	3,0	0,2-1,5	250	290	1,2	1,5
	4,0	3,0	1,5-3,0	300	340	1,2	1,5
	3,0	3,0	0,2-1,5	250	280	1,2	1,5
	3,0	3,0	1,5-3,0	250	280	1,2	1,5
Vanngjennomløpskulvert	2,5	2,0	0,2-2,5	250	275	0,6	1,5
	2,5	2,0	2,5-5,0	300	325	0,6	1,5
	2,0	2,0	0,3-2,5	250	270	0,6	1,5
	2,0	2,0	2,5-5,0	250	270	0,6	1,5
	1,5	2,0	0,3-2,5	250	265	0,6	1,5
	1,5	2,0	2,5-5,0	250	265	0,6	1,5

*Fig. 121.32 Dimensjoner på kulverter fundamentert på fjell
Se også fig. 121.31.*

Overgangsplater

For overgangsplater, se punkt 121.1.

121.8 KULVERTÅPNING

Overdekning $d > 750$ mm

Fig. 121.33 viser plan av kulvertåpning når $d > 750$ mm og lengden L_1 på vegmuren ikke blir større enn 6,0 m.

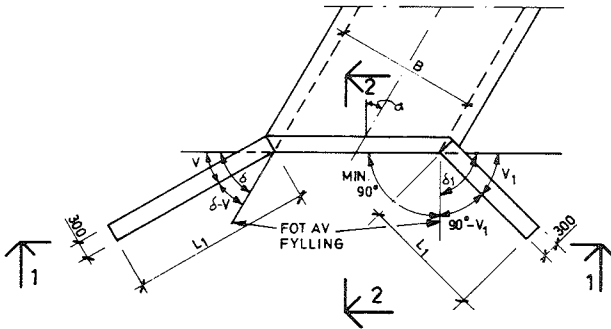


Fig. 121.33 Plan kulvertåpning

Se fig. 121.34 for oppriss og snitt

Fig. 121.34 viser oppriss 1-1 og snitt 2-2 som er avmerket på fig. 121.33.

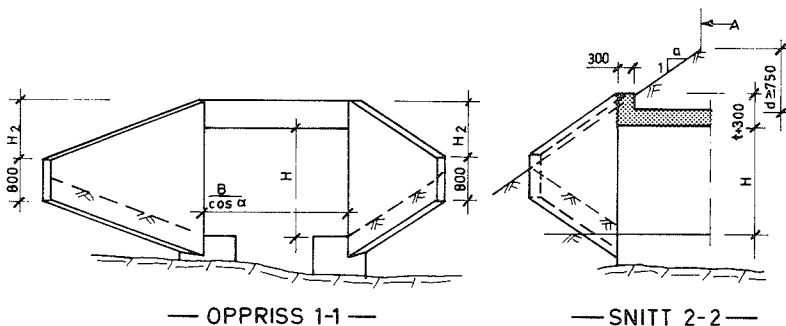


Fig. 121.34 Kulvertåpning

Se også fig. 121.33.

For utregning av lengdene på vingemurene L_1 og fallet på overkant vingemur H_2 , se punkt 121.3.

Kantdrager

Fig. 121.7 viser kantdrager i takplaten. Figuren gjelder når overdekningen $d > 750$ mm.

Overdekning $200 \text{ mm} < d < 750 \text{ mm}$

For plan kulvertåpning når $200 \text{ mm} < d < 750 \text{ mm}$ og lengden L_1 på vingemuren ikke blir større enn 6,0 m, se punkt 121.2 og fig. 121.9.

Fig. 121.35 viser oppriss 1-1 og snitt 2-2 som er angitt på fig. 121.9.

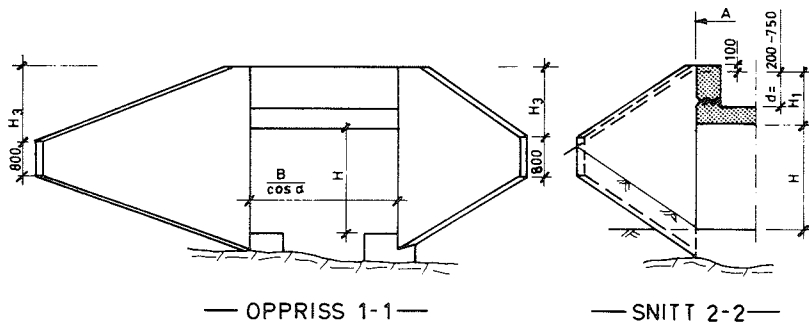


Fig. 121.35 Kulvertåpning
Se fig. 121.9 for plassering av snitt

For å regne ut lengdene på vingemurene L_x og fallet på overkant vingemur H_3 , se punkt 121.2. Forklaring til bokstavene i formlene finnes i fig. 121.9 og 121.35.

Kantdrager

For kantdrager i takplaten gjelder fig. 121.11 når overdekningen $200 \text{ mm} < d < 750 \text{ mm}$.

121.9 VINGEMURER

For plan av kulvertåpning se fig. 121.12. Den ene siden viser når d ligger mellom 200 mm og 750 mm, og den andre viser når d er større enn 750 mm. Denne utførelsen er mest aktuell å benytte når "L" er større enn 5,0 m. H_2 , H_3 , L_2 og L_1 beregnes som før beskrevet.

Fig. 121.36 viser oppriss 1-1, snitt 2-2 og snitt 3-3 som er avmerket på fig. 121.12. På oppriss 1-1 er den ene siden vist med overdekning fra 200 mm til 750 mm og den andre siden med overdekning over 750 mm. For detalj kantdrager i takplate, se fig. 121.7 og 121.11.

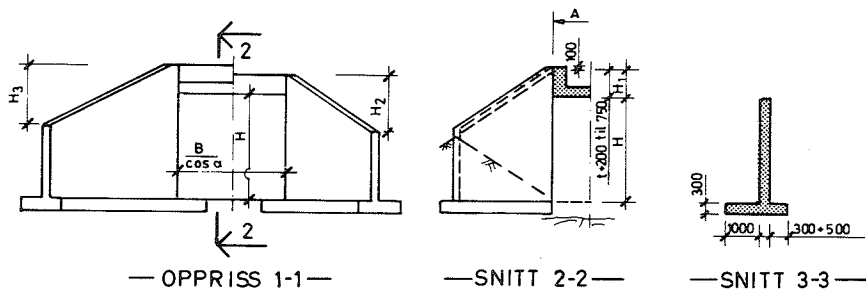


Fig. 121.36 Kulvertåpning
Se fig. 121.12 for plassering av snitt

121.10 VERTIKAL FUGE I KULVERT

Fig. 121.37 viser detalj utførelse av vertikal fuge i kulverten. Maksimal avstand mellom vertikalfugene bør ikke være større enn 15 m.

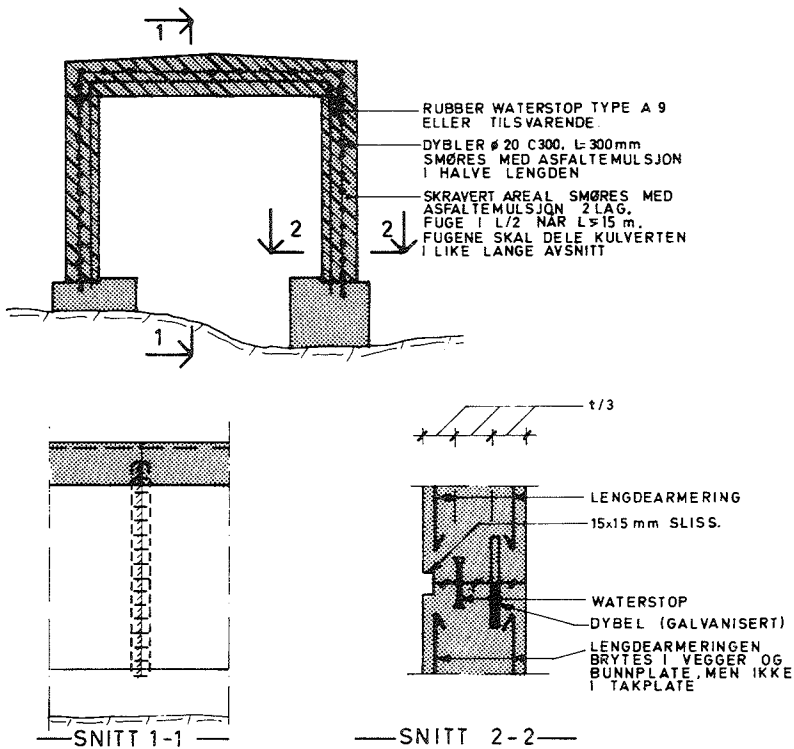


Fig. 121.37 Vertikal fuge

121.11 ARMERING AV KULVERT PÅ FJELL

Kulvert for vegklasse II d, II e og II e redusert

Fig. 121.38 viser tverrsnitt med armering av kulvertens vegger og toppplate. Armering av fundament med tilhørende skjøtjern er vist for seg på fig. 121.39.

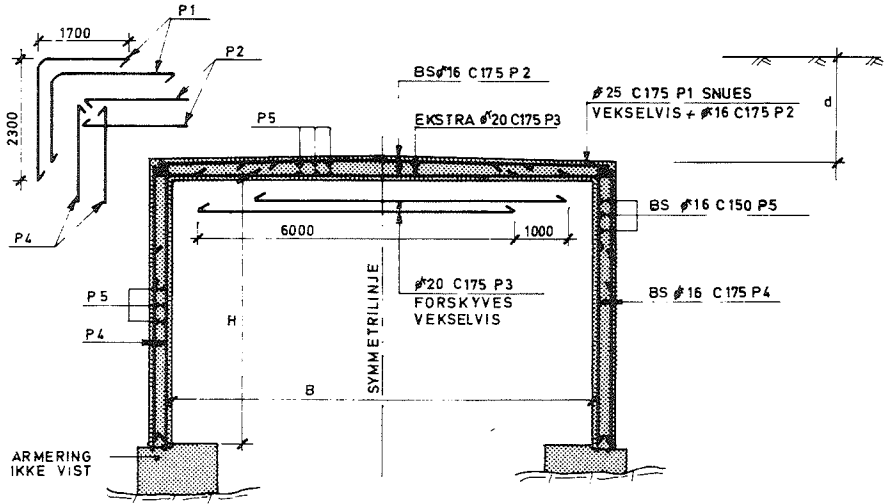


Fig. 121.38 Armering i vegger og topp-plate
 Se også fig. 121.39

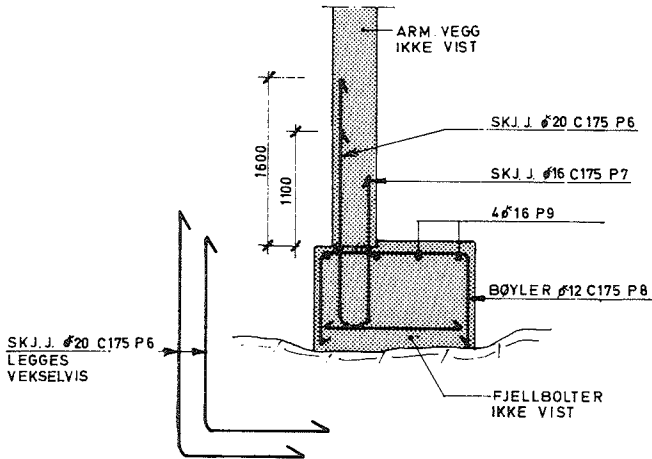


Fig. 121.39 Armering av såle
 Se også fig. 121.38

Kulverter for Vegklasse III

Fig. 121.40 viser tverrsnitt med armering av kulvertens vegger og topp-plate. Armering av fundament med tilhørende skjøtejern er vist for seg på fig. 121.41.

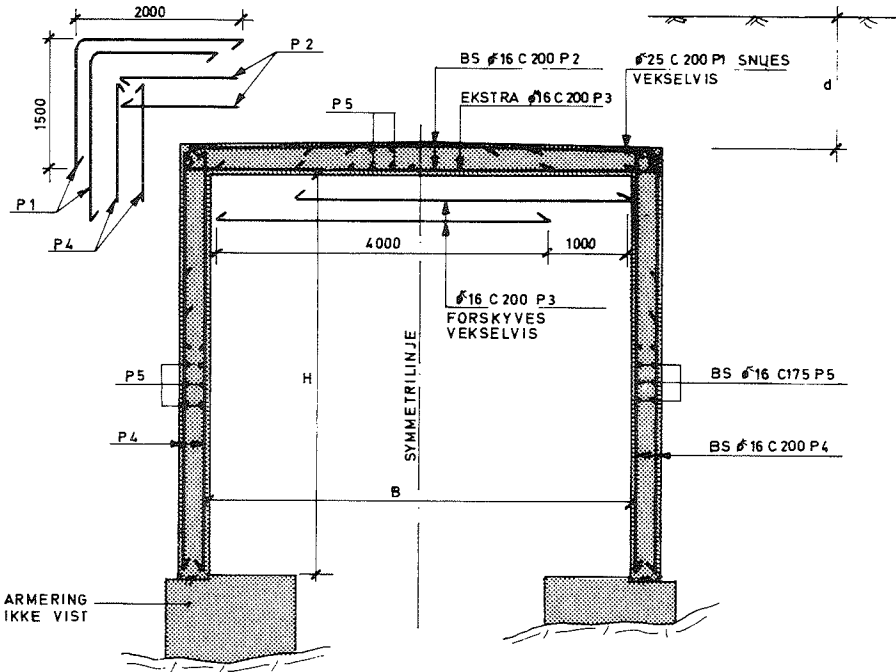


Fig. 121.40 Armering i vegger og topp-plate
Se også fig. 121.41

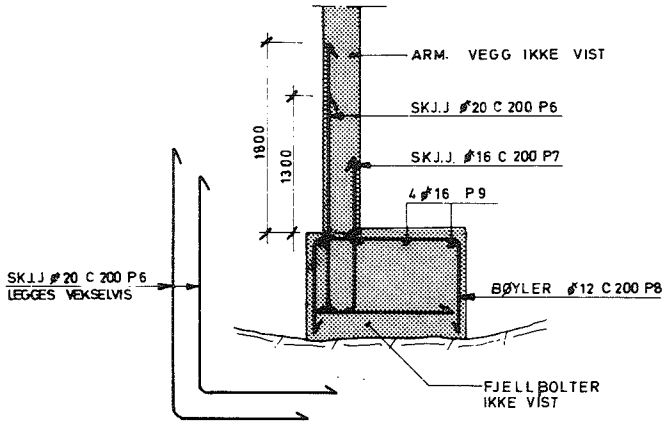


Fig. 121.41 Armering av fundament
Se også fig. 121.40

Jordbrukskulverter og fotgjengerunderganger

Fig. 121.42 viser tverrsnitt med armering av kulvertens vegger og topp-plate. Armering av fundament med tilhørende skjøtejern er vist for seg på fig. 121.43. Fig. 121.44 gir armeringens senteravstand avhengig av kulvertens størrelse og overdekning. Senteravstand for all tverrgående armering P1, P2, P3, P4, P6, P7 og P8 er gitt som c_1 , mens senteravstand for langsgående armering i vegger og topp-plate P5 er c_2 .

Jordbrukskulverter og fotgjengerunderganger har forskjellige dimensjoner på fundamenter og forskjellig forankring til fjell, se fig. 121.31 og 121.32.

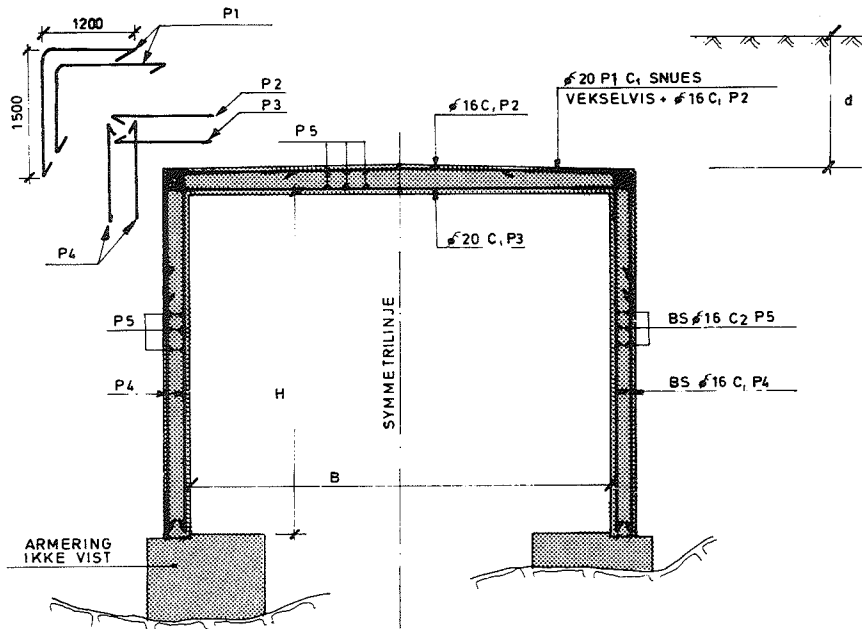


Fig. 121.42 Armering vegger og topp-plate
Se også fig. 121.43

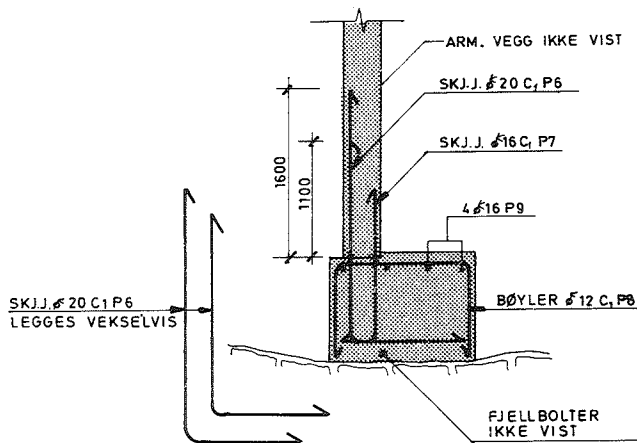


Fig. 121.43 Armering av fundament
Se også fig. 121.42.

B m	H m	d m	c ₁ mm	C ₂ mm
5,0	4,0	0,2-1,5	175	200
		1,5-3,0	175	175
4,0	4,0	0,2-1,5	200	200
		1,5-3,0	175	200
4,0	3,0	0,2-1,5	200	225
		1,5-3,0	175	200
3,0	3,0	0,2-1,5	225	225
		1,5-3,0	200	225

Fig. 121.44 Senteravstand armering
Se også fig. 121.42 og 121.43

Kulverter for vanngjennomløp

Fig. 121.45 viser tverrsnitt med armering av kulverten.

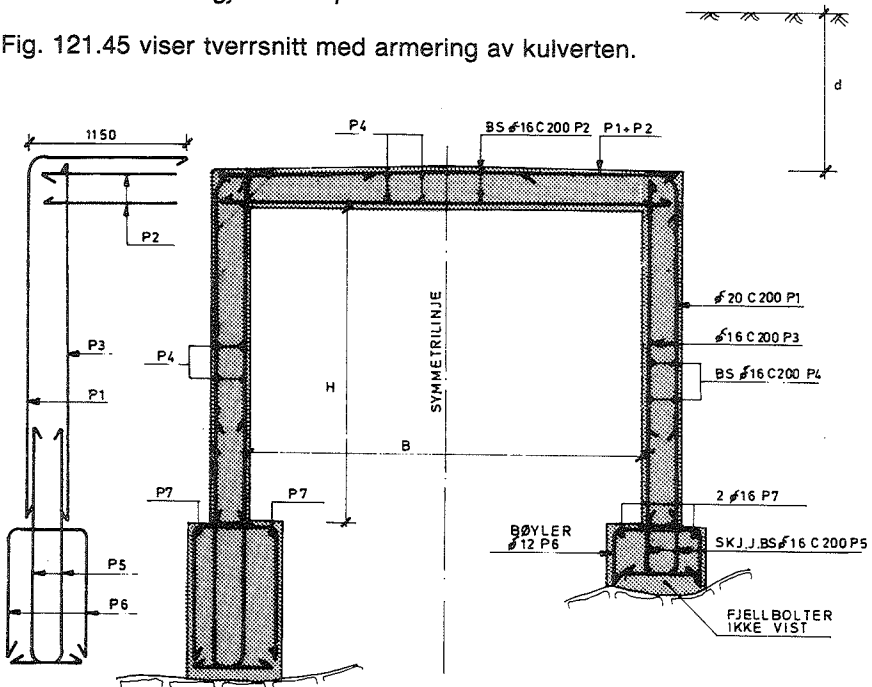


Fig. 121.45 Armering, kulvert for vanngjennomløp

Overgangsplater

For armering av overgangsplate, se fig. 121.23.

Føring av armering ved kulvertåpninger

For armeringsføring av kulvertåpninger og armering av kantbjelke i takplate, se fig. 121.24 og 121.25.

Vingemurer

For armering av vingemurer, se punkt 121.6.

121.12 BESKYTTELSE AV KULVERTÅPNING MOT SNØ OG IS

Fig. 121.46 viser en prinsippskisse på hvordan kulvertåpningen kan beskyttes mot snø, is og sprut fra veggen over. Beskyttelsesplaten og ekstrabelastninger på kulverten må beregnes spesielt. Platen bør utformes slik at vannet ledes naturlig bort.

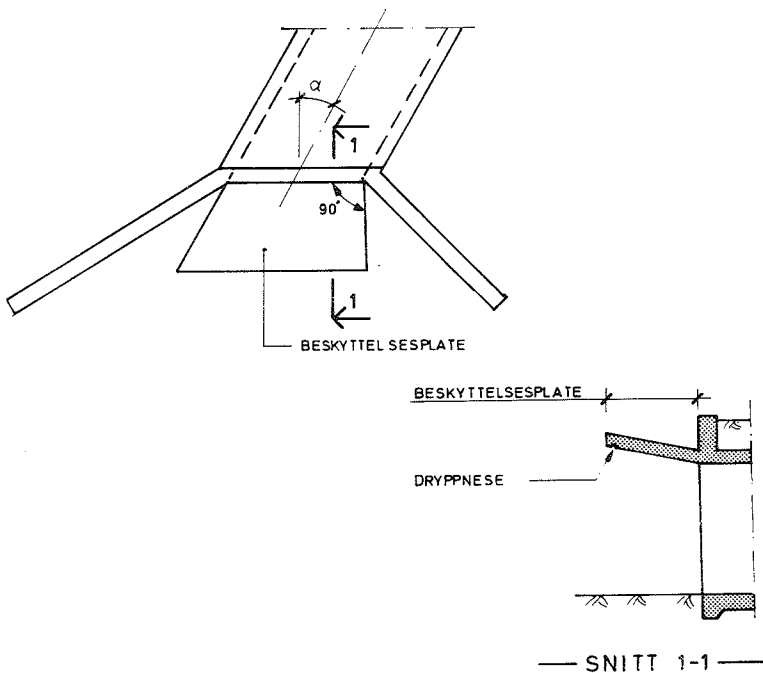


Fig. 121.46 Kulvertåpning med beskyttelsesplate

Det bør vurderes i de enkelte tilfelle om ikke det vil være like gunstig å forlenge kulverten og/eller sette tett rekkverk.

122 Elementkulverter for gang- og vegtrafikk

122.0 INNLEDNING

Elementkulverten, fig. 122.1, består av identiske elementer, som vist på fig. 122.3. Kantbjelker, vingemurer og evt. overgangsplater er ikke vist på figuren. Kulverten er enkel å montere og kan settes under trafikk umiddelbart etter montasje og tilbakfylling.

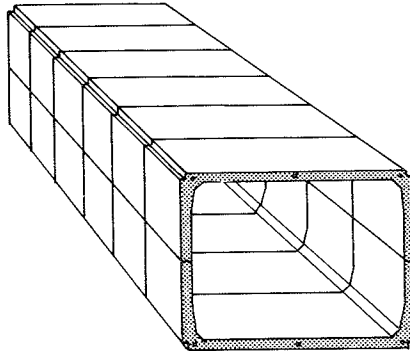


Fig. 122.1 Kulvertelementene montert

Den horisontale fugen mellom topelementene i kulverttaket utstøpes med hurtigherdende mørtel før tilbakfylling. Alternativt kan vanlig mørtel med rapidcement benyttes.

De horisontale fuger i vegger og bunnplater samt de vertikale fuger i vegger skal ikke utstøpes. Om ønskelig kan de horisontale og vertikale veggfugene forsegles med "tape" på kulvertens utside, se fig. 122.4.

I det følgende presenteres elementkulverten med innvendig bredde $B < 9$ m, med oversiktstegninger, formtegninger og armeringstegninger for kulvertelementene, kantbjelkene, vingemurelementene og overgangsplatene.

Fig. 122.2 viser prinsipptegning av en montert elementkulvert.

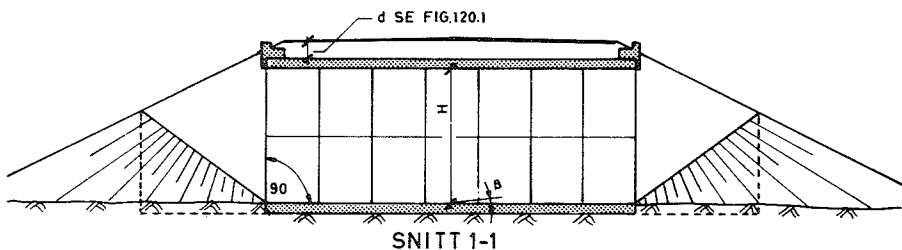
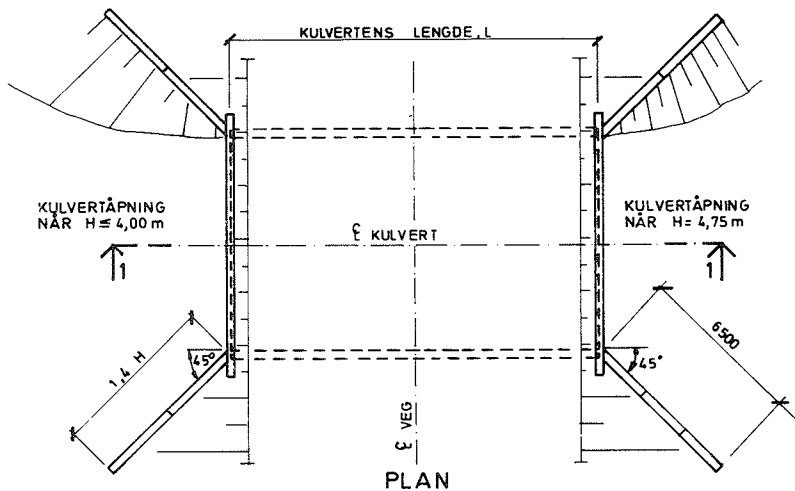


Fig. 122.2 Prinsiptegning

122.1 FORMTEGNING KULVERTELEMENTER

Fig. 122.3 og fig. 122.4 viser kulvertelementets form. Mål som står i parentes gjelder for kulvert med $H = 4,75$ m. I fig. 122.5 er de variable dimensjonsdata gitt.

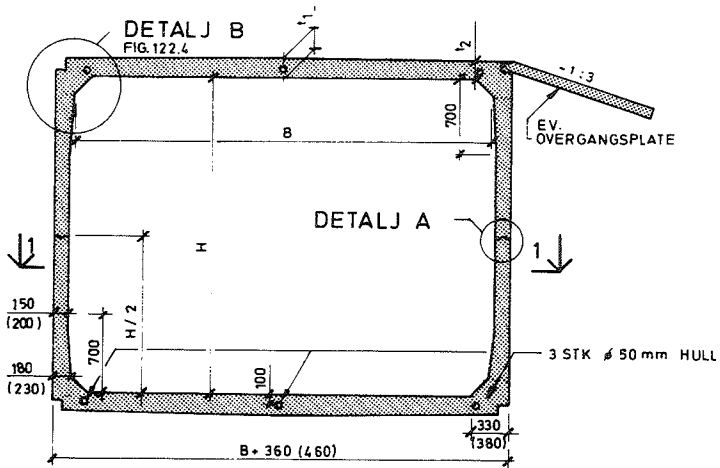
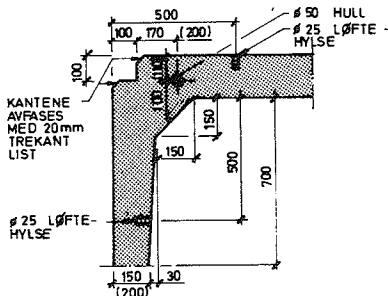
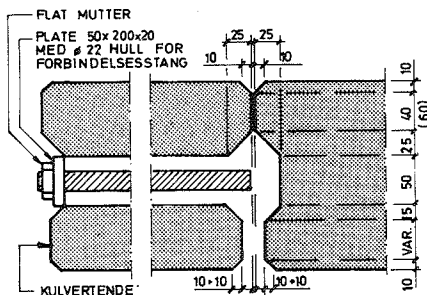
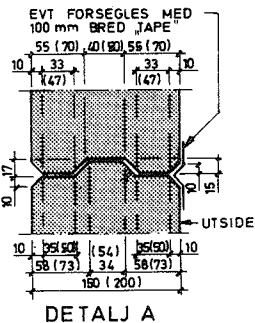
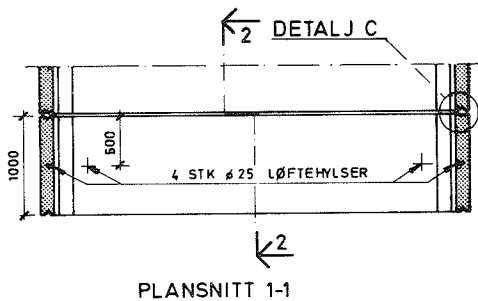


Fig. 122.3 Vertikalt snitt kultvert
Se fig. 122.4 for detaljer og fig. 122.5 for dimensjoner.



SNITT 2-2 DETALJ FUGE I GULV

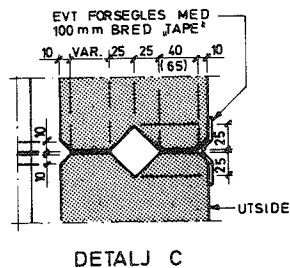
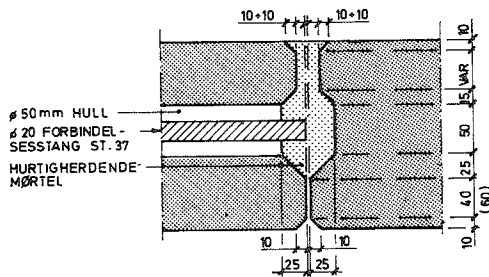


Fig. 122.4 Snitt og formdetaljer kulverteløment
Se også fig. 122.3

Innvendig høyde H i m	Takplate mm	Innvendig bredde B i m				
		3,0	4,0	5,0	7,0	9,0
2,5	t ₁	200	207	215	—	—
	t ₂	180	180	180	—	—
3,0	t ₁	200	207	215	—	—
	t ₂	180	180	180	—	—
4,0	t ₁	—	207	215	—	—
	t ₂	—	180	180	—	—
4,75	t ₁	—	—	240	280	340
	t ₂	—	—	205	230	275

Fig. 122.5 Kulvertdimensjoner
Se fig. 122.3 og 122.10

122.2 ARMERING KULVERTELEMENTER

Fig. 122.6 viser armering av kulvertelementer. Fig. 122.7 angir armering samt armeringsmengder som er avhengige av kulvertens dimensjoner.

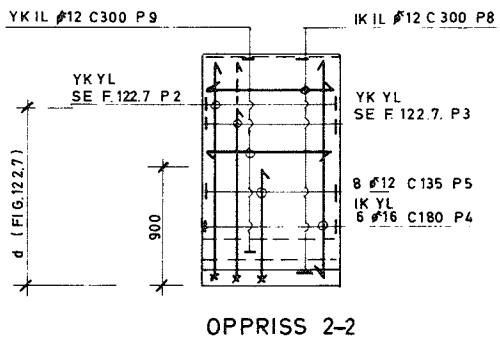
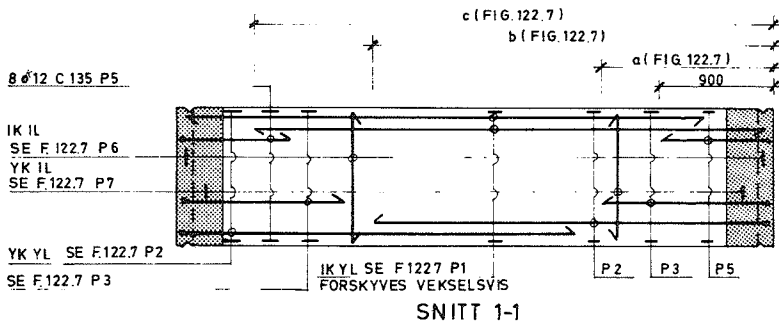
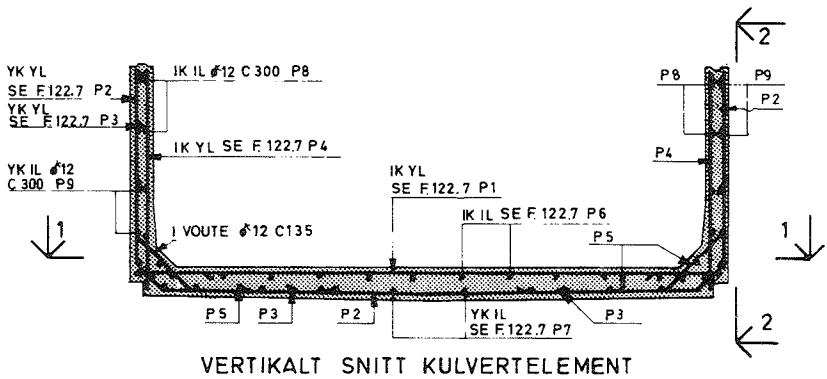


Fig. 122.6 Armering kulvertelementer
Se også fig. 122.7
Basert på 1,0 m brede elementer

B x H m	P1	P2	P3	P6/P7	a mm	b mm	c mm	d mm
3 x 2,5	6 ϕ 20 c 180	7 ϕ 16 c 150	0	ϕ 12 c 500	—	2200	3300	—
3 x 3	6 ϕ 20 c 180	10 ϕ 16 c 100	0	ϕ 12 c 500	—	2200	3300	—
4 x 2,5	8 ϕ 20 c 130	7 ϕ 16 c 150	0	ϕ 12 c 500	—	2700	4300	—
4 x 3	8 ϕ 20 c 130	9 ϕ 16 c 115	0	ϕ 12 c 500	—	2700	4300	—
4 x 4	7 ϕ 20 c 150	(8x2) ϕ 16 c 130*	0	ϕ 12 c 500	—	2700	4300	—
5 x 2,5	11 ϕ 20 c 90	7 ϕ 16 c 150	0	ϕ 12 c 500	—	3200	5300	—
5 x 3	10 ϕ 20 c 100	9 ϕ 16 c 115	0	ϕ 12 c 500	—	3200	5300	—
5 x 4	10 ϕ 20 c 100	(8x2) ϕ 16 c 130*	0	ϕ 12 c 500	—	3200	5300	—
5 x 4,75	6 ϕ 16 c 200	12 ϕ 20 c 90	6 ϕ 16 c 180**	ϕ 12 c 300	2150	3200	5050	1500
7 x 4,75	7 ϕ 20 c 160	9 ϕ 20 c 125	9 ϕ 20 c 125	ϕ 12 c 300	2450	4200	6950	Føres helt ut
9 x 4,75	8 ϕ 20 c 140	8 ϕ 20 c 140	9 ϕ 20 c 125	ϕ 12 c 300	2350	5200	8850	Føres helt ut

Fig. 122.7 Varierende armeringsmengder
Basert på 1,0 m brede elementer

*) 8 bunter a to stenger

**) ϕ 16 c 180 (P3) bunter med annenhver ϕ 20 c 90 (P2)

122.3 KULVERTÅPNING MED KANTBJELKE, Kb OG VINGEMUR, V_1/V_2

Fig. 122.9 og fig. 122.10 viser snitt-, form- og montasjetegninger av en kulvertåpning med kantbjelke, Kb og vingemur, V_2/V_1 som danner 45° med kulvertaksen.

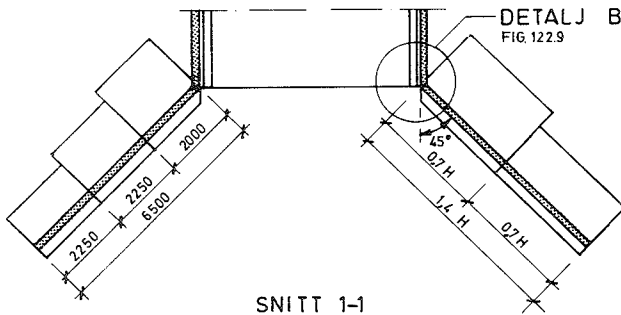
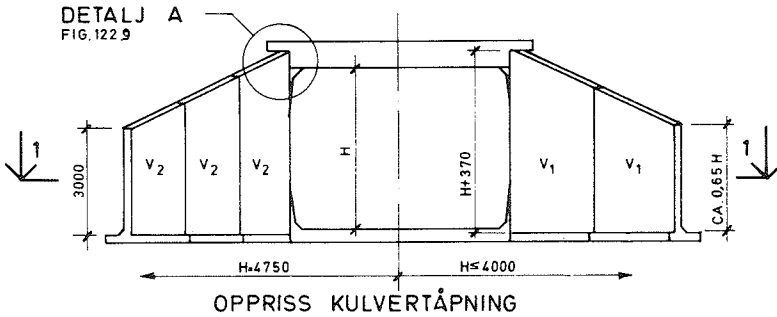


Fig. 122.8 Kulvertåpning med kantbjelke og elementvingemur V_2/V_1 , som danner 45° med kulvertaksen
Se fig. 122.9 for detaljer

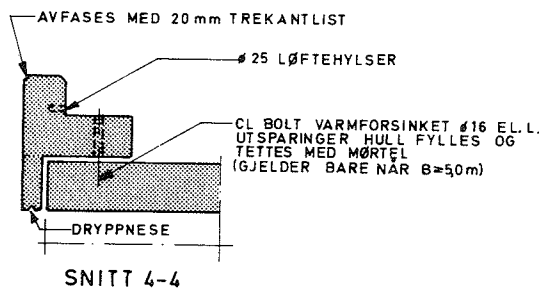
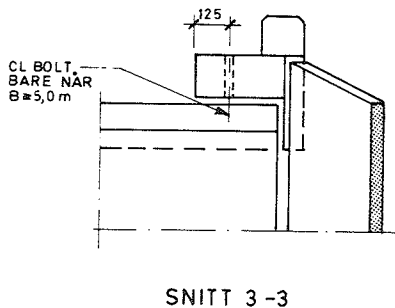
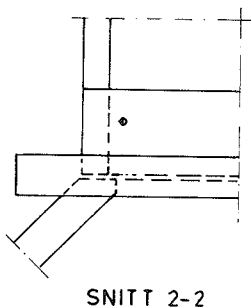
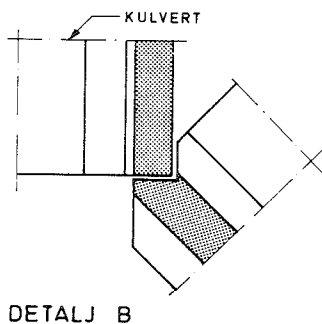
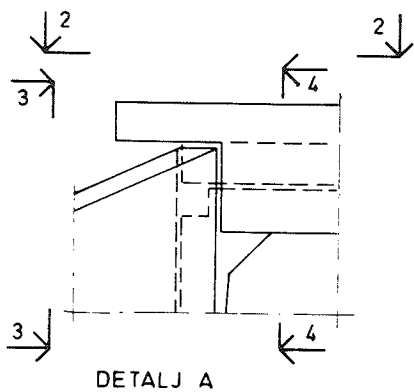


Fig. 122.9 Montasjedetaljer av kulvertåpning med kantbjelke, Kb og vingemur, V_1/V_2
Se også fig. 122.8

122.4 KANTBJELKE

Formtegning kantbjelke

Fig. 122.10 viser formtegning av kantbjelke, Kb. De variable dimensjonsdata er gitt i fig. 122.5 og 122.20.

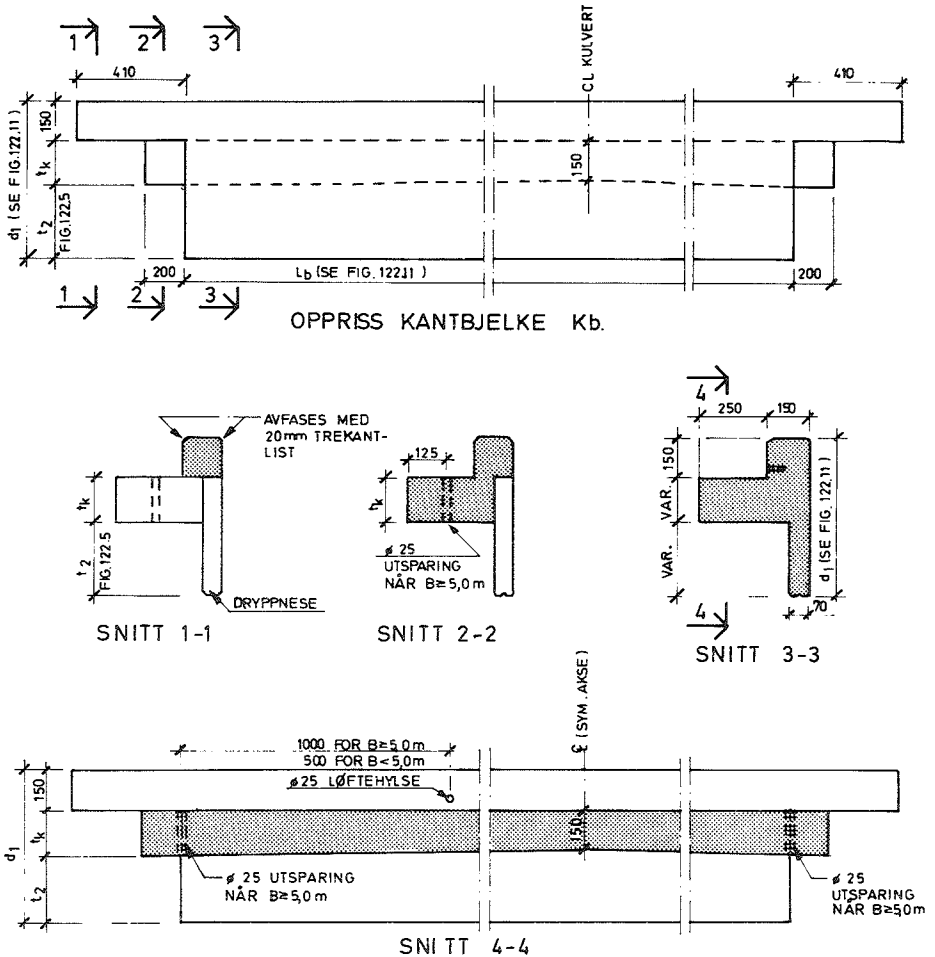


Fig. 122.10 Formtegning kantbjelke Kb
Se også fig. 122.5, 122.9 og 122.11

B m	L _b mm	t _k mm	d ₁ mm
3,0	3060	170	500
4,0	4060	180	510
5,0	5060	200	555
7,0	7060	230	610
9,0	9060	265	690

Fig. 122.11 Dimensjonsdata for kantbjelke Kb, varierende med kulvertbredden, B
Se også fig. 122.10.

Armering kantbjelke

Fig. 122.12 viser armering kantbjelke.

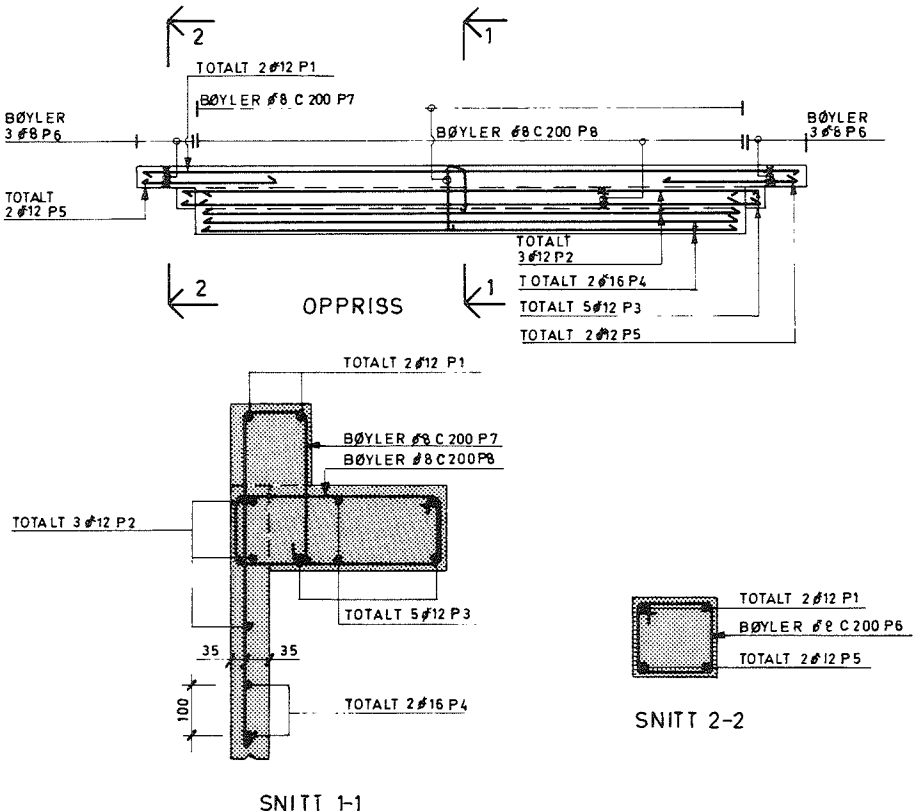


Fig. 122.12 Armering kantbjelke, Kb

122.5 Vingemur, V₁

Formtegning

Fig. 122.13 og fig. 122.14 gir sammen med fig. 122.15 dimensjonsdata for vingemurelementene. Det skal bemerkes at fig. 122.13 og fig. 122.14 viser en elementvingemur som passer på høyre side av kulvertåpningen. På venstre side må sålen være på motsatt side av vingemuren. Betegnelsen, V₁-I-H/H, betyr element nr. I (type) i vingemur V₁. "H/" angir hvilken kulverthøyde elementet passer til, og "/H" betegner at elementet passer på høyre side av kulvertåpningen når man ser ut av kulverten.

Løftehyslene støpes inn på baksiden av vingemurelementene.

Særlig ved dårlige grunnforhold kan det være hensiktsmessig med en forbindelse mellom elementene. Dette kan gjøres ved å feste et varmgalvanisert kanalstål U 140 på baksiden ca. 0,4 m fra topp vegg som vist på fig. 122.13.

Kanalstålet skrues fast til to stk. Ø25 hylser innstøpt i hvert element.

Dersom det viser seg at vingemurene får setninger til tross for omhyggelig komprimering under fundamentene, vil det oppstå en åpen fuge mellom kulvert og vingemur. Denne fugen bør spekkes etter at setningene er avsluttet. Dersom ytterligere setninger forventes, legges en plastfolie mot kulverten for å hindre heft mellom spekkmørtelen og kulvertelementet.

EV U140 VARMGALV. FESTET TIL
BAKSIDEN AV VEGGEN FOR
SAMMENBINDING AV ELEMENTENE

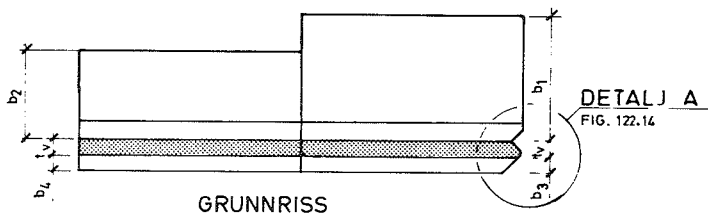
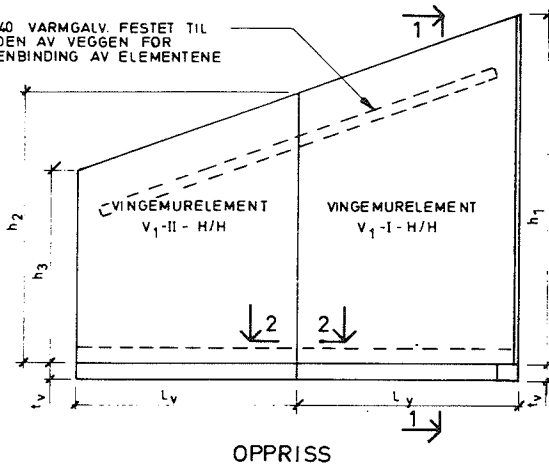


Fig. 122.13 Oppriss og grunnriss vingemur, V_1
Se fig. 122.14 for snitt og detaljer og fig. 122.15 for variable
dimensjonsdata.

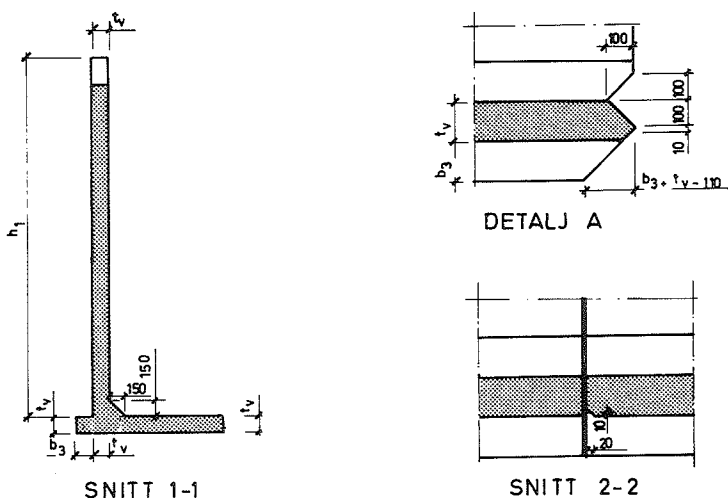


Fig. 122.14 Snitt og detaljer
Se fig. 122.13 og fig. 122.15 for variable dimensjonsdata.

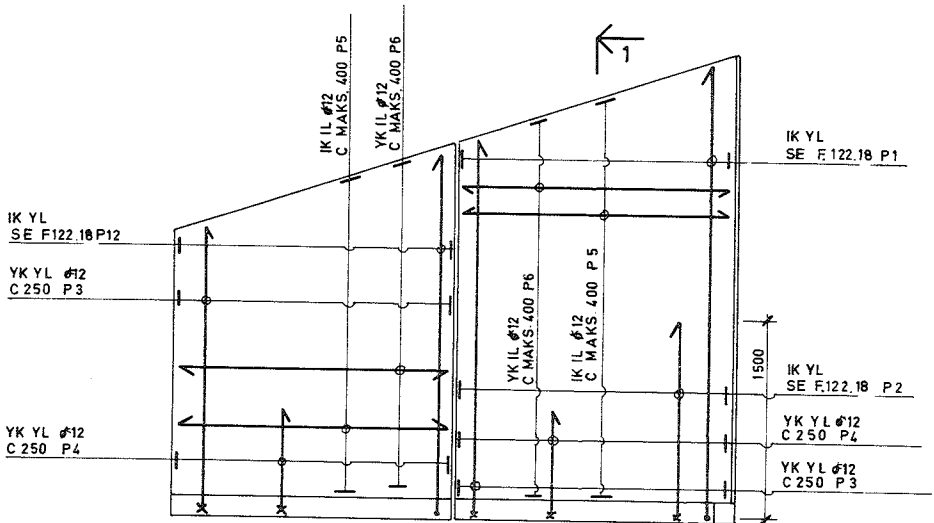
H m	h_1 mm	h_2 mm	h_3 mm	b_1 mm	b_2 mm	t_v mm	b_3 mm	L_v mm
2,50	2870	2230	1600	1200	850	150	150	1750
3,00	3370	2680	2000	1200	850	150	150	2100
4,00	4340	3470	2600	1620	1120	180	300	2800

Fig. 122.15 Variable dimensjonsdata for elementene til vingemur, V_1 .

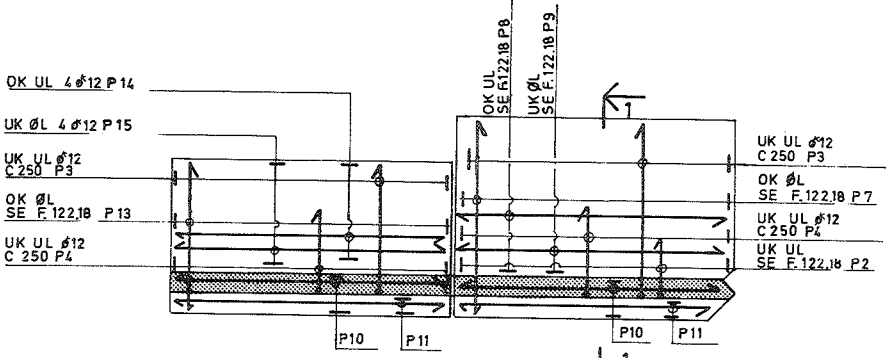
Armering elementvingemur, V_1

Fig. 122.16 og fig. 122.17 viser sammen med fig. 122.18 armering for vingemurelementene.

Løftehylsene støpes inn på baksiden av vingemurelementene.



OPPRISS VINGEMURELEMENTER



PLAN VINGEMURELEMENTER

P1 og P12 ikke vist. Se oppriss.

Fig. 122.16 Armering vingemur, V₁.
Se fig. 122.18.

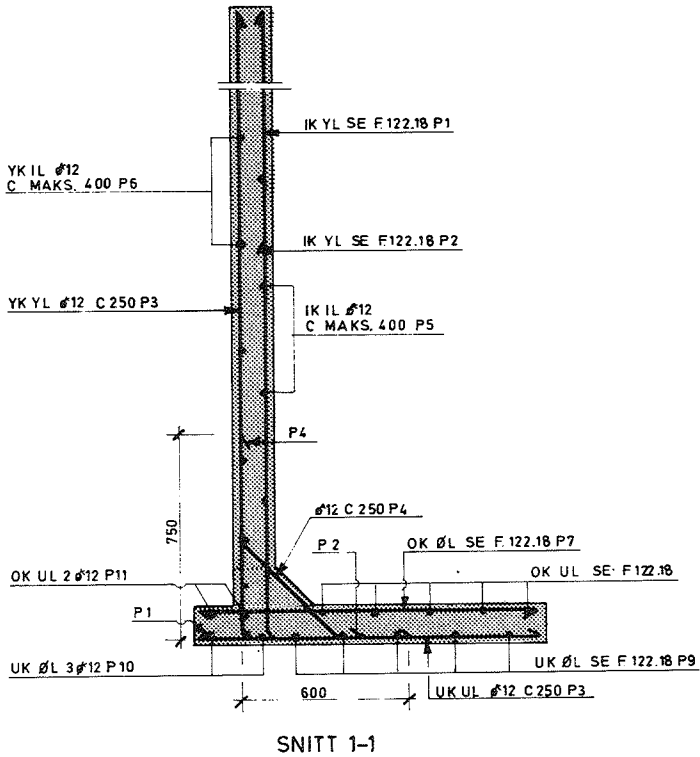


Fig. 122.17 Armering vingemur, V₁
Se fig. 122.18

Pos.	H = 2,50 m (H = 2,25 m)	H = 3,00 m (H = 2,75 m)	H = 4,00 m (H = 3,50 m)
P1	Ø12 C 200	Ø16 C 250	Ø16 C 200
P2	Ø12 C 200	Ø16 C 250	Ø16 C 200
P7	Ø16 C 175	Ø16 C 110	(2 Ø16) C 120*
P8 og P9	5 Ø12	5 Ø12	7 Ø12
P12	Ø12 C 160	Ø12 C 160	Ø16 C 150
P13	Ø12 C 160	Ø12 C 160	Ø16 C 150

*) Bunter a to stenger

Fig. 122.18 Varierende armeringsmængder
Se fig. 122.16 og 122.17

122.6 VINGEMUR, V_2

Formtegning

Fig. 122.19 og fig. 122.20 gir sammen med fig. 122.21 dimensjonsdata for vingemurelementene. Det skal bemerkes at fig. 122.19 og fig. 122.20 viser en elementvingemur som passer på høyre side av kulvertåpningen. På venstre side må sålen være på motsatt side av vingemuren. Betegnelsen, V_2 -I-H, betyr

element nr. I (type) i vingemur V_2 . H betegner at elementet passer på høyre side av kulvertåpningen når man ser ut av kulverten. Fig. 122.21 angir variable dimensjoner.

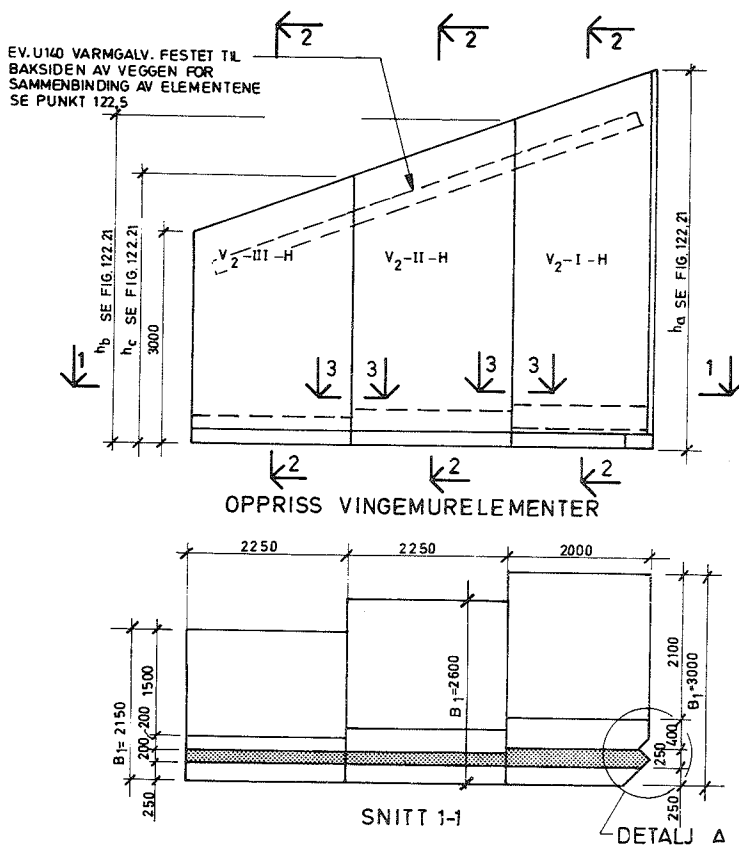


Fig. 122.19 Formtegning vingemur, V_2
 Se også fig. 122.8, 122.20 og 122.21.

Løftehyslene støpes inn på baksiden av vingemurelementene.

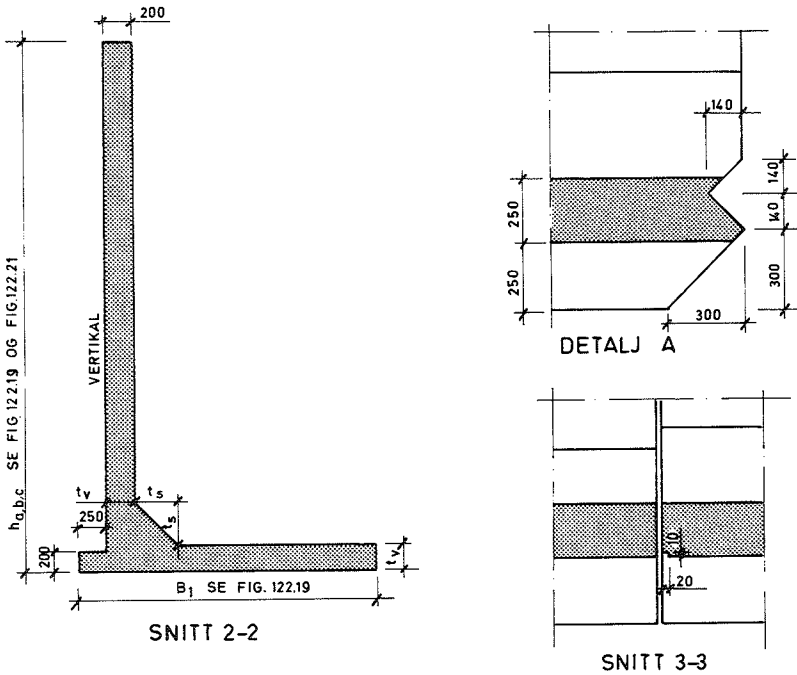


Fig. 122.20 Snitt og detaljer vingemur, V_2
Se også fig. 122.8 og 122.19

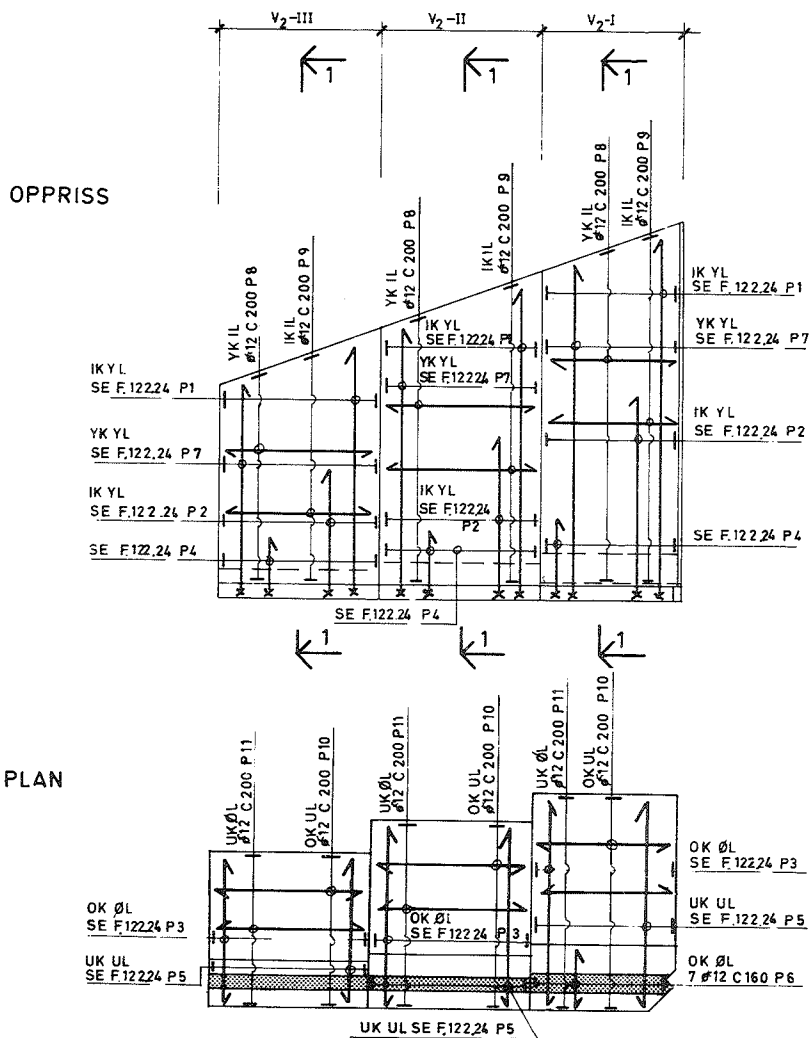
B m	h_a mm	h_b mm	h_c mm
5	5340	4620	3810
7	5420	4680	3840
9	5540	4760	3880

Vingemur	t_v mm	t_s mm
V_2 -I	250	400
V_2 -II	200	300
V_2 -III	200	200

Fig. 122.21 Variable dimensjoner vingemurer
Se også fig. 122.19 og 122.20

Armering elementvingemur, V_2

Fig. 122.22, fig. 122.23 og fig. 122.24 viser armering vingemurelementer.



P1, P2, P4 og P7 ikke vist. Se oppriss.

Fig. 122.22 Armering vingemur, V_2

Se fig. 122.23 for snitt 1-1 og fig. 122.24 for variable armeringsmengder.

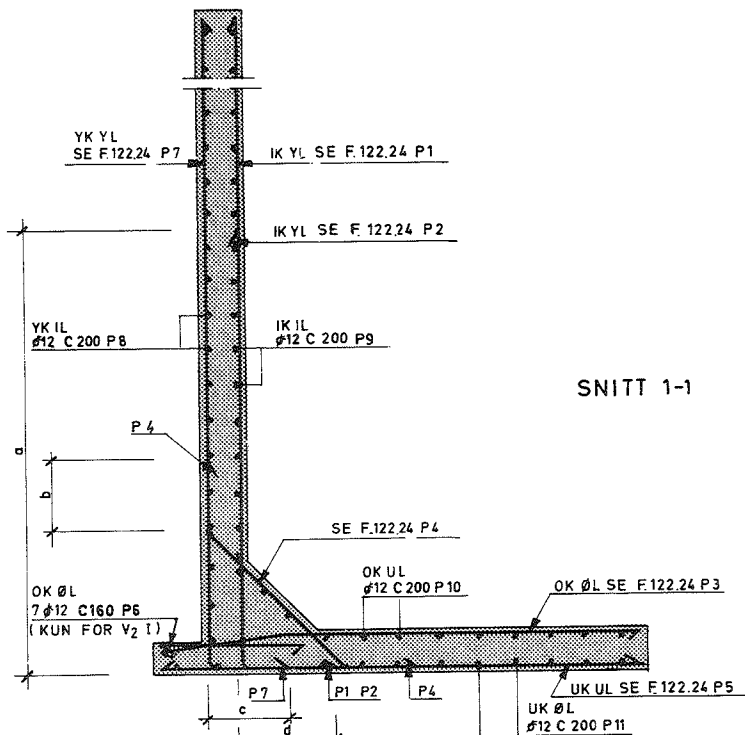


Fig. 122.23 Vingemur v_2
Se også fig. 122.24.

Pos.	V_2 -I	V_2 -II	V_2 -III
P1	7 ϕ 20 c 160	6 ϕ 20 c 200	5 ϕ 16 c 250
P2	7 ϕ 20 c 160	6 ϕ 20 c 200	5 ϕ 16 c 250
P3	2x8 ϕ 20 c 140*	2x6 ϕ 20 c 200*	9 ϕ 16 c 125
P4	7 ϕ 20 c 160	6 ϕ 20 c 200	5 ϕ 16 c 250
P5	7 ϕ 20 c 160	6 ϕ 20 c 200	5 ϕ 16 c 250
P7	5 ϕ 16 c 250	5 ϕ 16 c 250	5 ϕ 12 c 250
a (mm)	2500	2250	1750
b (mm)	400	400	400
c (mm)	500	500	400
d (mm)	600	600	500

Fig. 122.24 Varierende armeringsmængder

122.7 OVERGANGSPATE

Fig. 122.25 viser formtegning av overgangsplate.

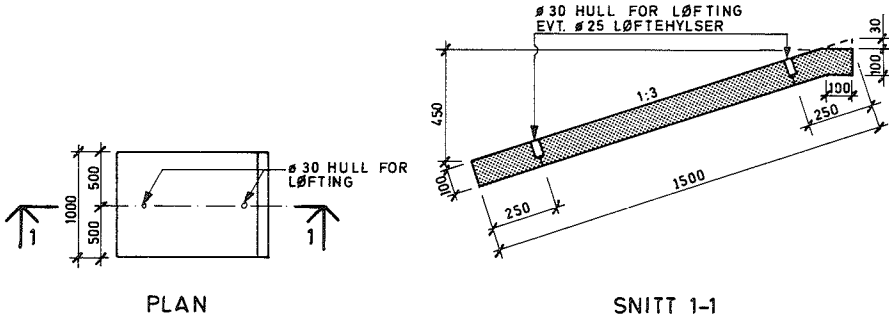


Fig. 122.25 Formtegning overgangsplate.

Armering overgangsplate

Fig. 122.26 viser armering av overgangsplate.

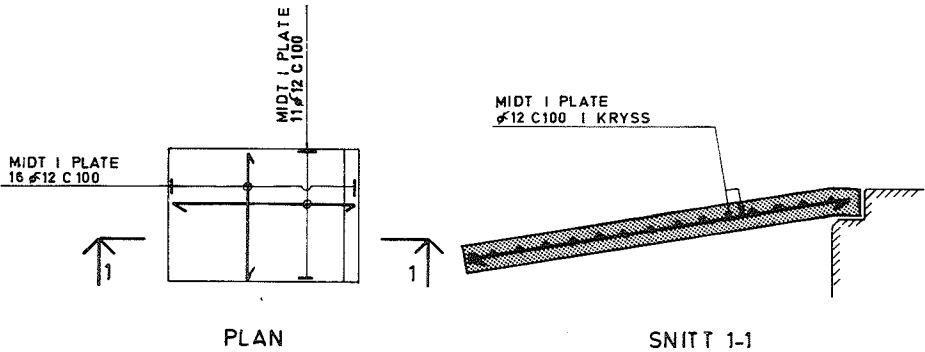


Fig. 122.26 Armering overgangsplate

122.8 JERNBANEKULVERTER

Under de forutsetninger som fremgår av dette underkapittel, vil elementkulverten også være anvendbar til jernbaneunderganger. Forutsetningene i punkt 122.0 til 122.7 gjelder i den utstrekning annet ikke er bestemt i dette punkt.

Elementkulverten er dimensjonert for jernbanebelastninger i en breddevariant, $B = 3,0$ m, og to høydevarianter, $H = 2,5$ m og $H = 3,0$ m. Hvert element er forutsatt å ha en lengde på $1,0$ m.

Tillatt overdekning, d , regnet fra overkant kulvert til overkant jernbanesvill er $0,50 \text{ m} < d < 1,50 \text{ m}$.

Formtegning kulvertelementer

Fig. 122.27 samt fig. 122.4 viser kulvertelementenes form. Dimensjonsdata som ikke er vist på fig. 122.27 er angitt i fig. 122.4.

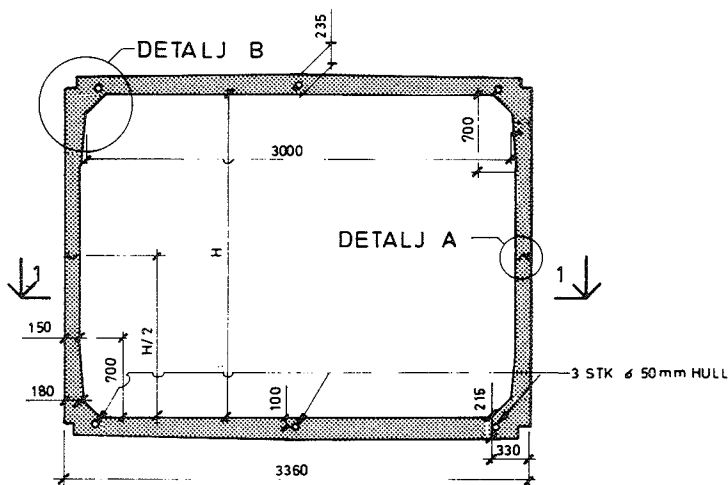


Fig. 122.27 Vertikalt snitt kulvert
Se også fig. 122.4 for snitt og detaljer.

Armering kulvertelementer

Fig. 122.28 viser armering kulvertelementer dimensjonert for jernbanebelastninger. I fig. 122.29 er de armeringsmengder gitt som er avhengige av kulvertens dimensjoner.

Armeringsmengdene gitt for P2 og P4 skal legges inn med de angitte mengder i hver av kulvertelementets sider. Bemerk at for jernbanebelastninger er også armeringsmengden i P4 øket i forhold til det som er nødvendig for vegbelastninger.

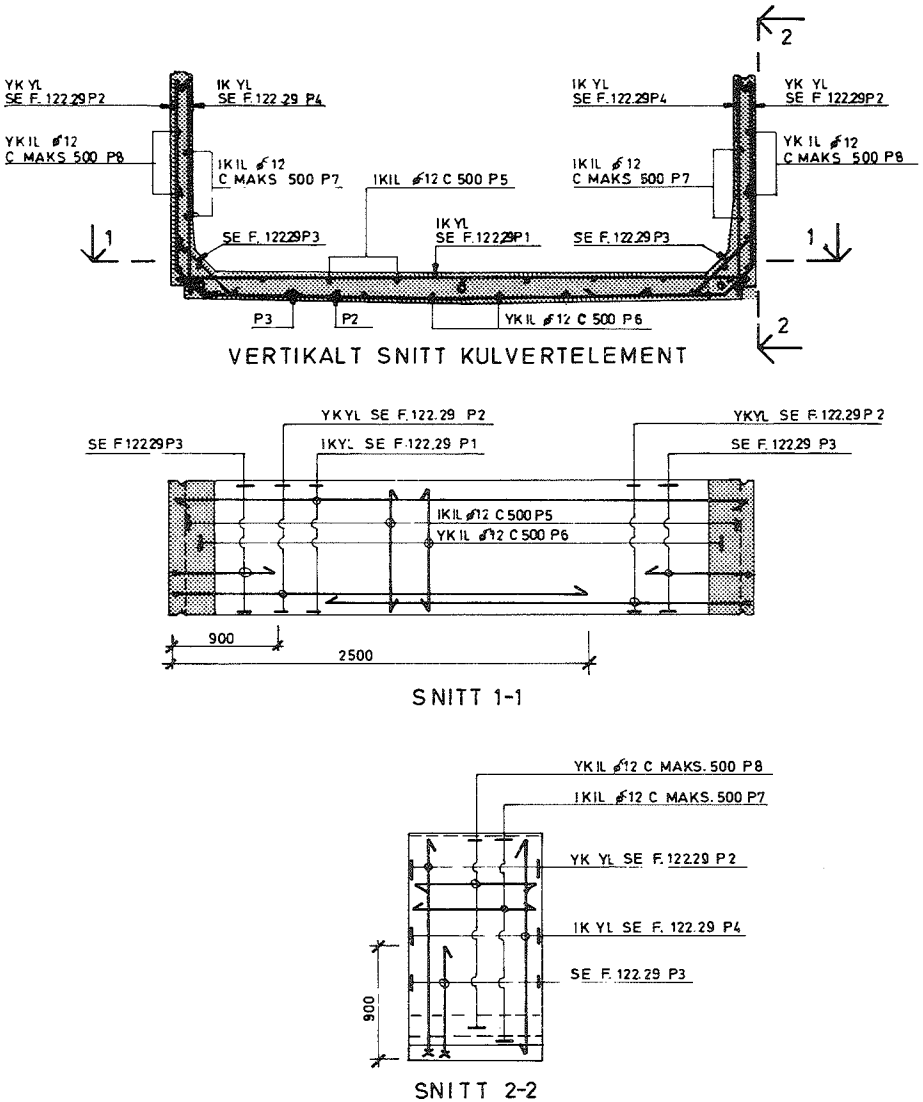


Fig. 122.28 Armering kulvertelementer
Se fig. 122.29

B x H m	P1	P2	P3 og P4
3,0 x 2,5	9 ϕ 20 C 115	12 ϕ 16 C 80	8 ϕ 12 C 130
3,0 x 3,0	8 ϕ 20 C 130	12 ϕ 20 C 80	10 ϕ 12 C 105

Fig. 122.29 Varierende armeringsmengder
Se fig. 122.28.

Kantbjelker og vingemurer

For form- og armeringstegninger for kantbjelker og vingemurer henvises til punkt 122.3 - 122.5.

122.9 MONTASJE AV ELEMENTENE

Til montering av elementene må det benyttes kranutstyr som er egnet til formålet. Ved heising må elementene henge slik at de blir satt ned så plant på underlaget at dette forstyrres minst mulig.

Elementenes ca. vekt er gitt i fig. 122.30.

Kulvertelement B/H m	Vekt i tonn ca.	Vingemur, V ₁ og V ₂	Vekt i tonn ca.
3/2,5	2,5	V ₁ -I-2,5/H og V	2,5
3/3,0	2,7	V ₁ -II-2,5/H og V	1,9
4/2,5	3,0	V ₁ -I-3,0/H og V	3,4
4/3,0	3,2	V ₁ -II-3,0/H og V	2,6
4/4,0	3,6	V ₁ -I-4,0/H og V	7,2
5/2,5	3,5	V ₁ -II-4,0/H og V	5,5
5/3,0	3,7	V ₂ -I-4,75/H og V	9,5
5/4,0	4,1	V ₂ -II-4,75/H og V	7,6
5/4,75	5,6	V ₂ -III-4,75/H og V	6,0
7/4,75	7,3	Kulvertelement jernbanelast	
9/4,75	9,8	3/2,5	3,0
Kantbjelke, Kb for Bim		3/3,0	3,2
3,0	0,8	Overgangsplate	0,4
4,0	1,1		
5,0	1,5		
7,0	2,2		
9,0	3,1		

Fig. 122.30 Vekt av elementer

Monteringen av elementene starter fra en av endene, og dersom man har kunnet sperre hele veien i byggetiden, er monteringsrekkefølgen som beskrevet i a) til m) nedenfor:

- a) Det første bunnelement settes på plass. Det er viktig at dette blir orientert nøyaktig i kulvertens lengderetning. Elementene settes inntil hverandre (knas), og det er liten mulighet til justering etter at monteringen er påbegynt. Se fig. 122.31.

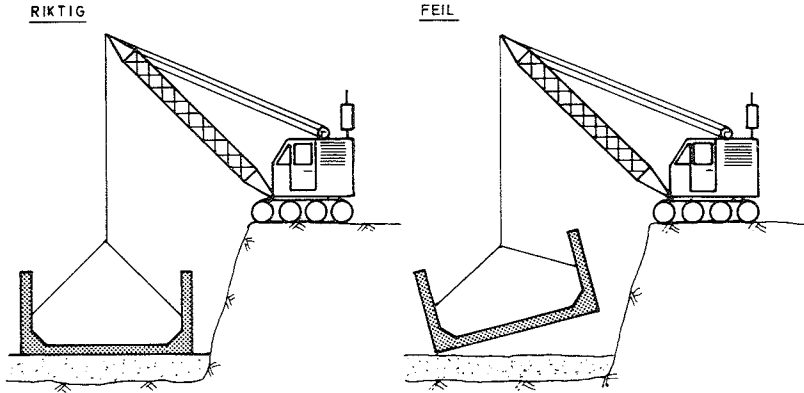


Fig. 122.31 Heising av elementer

- b) Øvrige bunnelementer settes på plass helt inntil det første og i flukt med dette.
- c) Forbindelsesstengene av Ø20 mm varmforsinkede stenger av St.37 skyves på plass etter hvert som monteringen av bunnelementene skrider frem. Stengene skjøtes eventuelt med muffeskjøter, og muffene avrundes i endene slik at de ikke hekker seg opp i fugene.
- d) Etter at alle bunnelementene er satt på plass, trekkes forbindelsesstengene moderat til slik at det blir kontakt mellom elementene.
- e) Teppelementene settes på plass på bunnelementene.
- f) Forbindelsene av Ø20 mm varmforsinkede stenger av St.37 plasseres i teppelementene på samme måte som bunnelementene, kfr. pkt. c) og d).
- g) Etter at alle elementene er montert, etterstrammes de seks forbindelsesstengene. Mutter og stangende må ikke stikke utenfor elementkanten etter at arbeidet med oppstramming er ferdig.
- h) Den horisontale fuge mellom topp-platene fylles med hurtigherdende mørtel. Dersom fugeåpningen er så stor at mørtelen renner gjennom, kan den tettes ved å legge en tetningslist av plast eller et mykt plastrør

el.l. i fugen før fugen fylles med mørtel. Fugen fylles helt og avrettes slik at mørtelen flukter med ok plater. Se fig. 122.32.

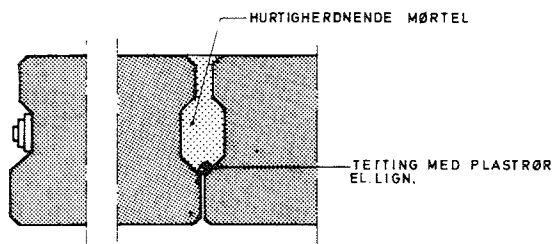


Fig. 122.32 Detalj fuge i tak

- i) Dersom vegger og tak ikke isoleres som angitt i punkt 120.8, anbefales mørtelen i takfugen avsluttet 15 mm under avfasing samt å påføre en elastisk fugemasse. Før fugemassen påføres, må mørtelen være herdet og overflaten omhyggelig rengjort. Se fig. 122.33.

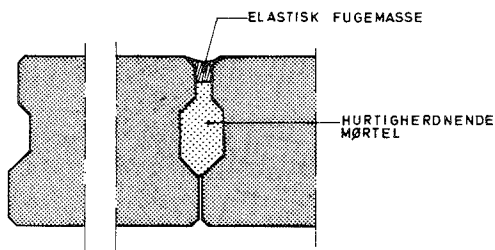


Fig. 122.33 Detalj fuge i tak med elastisk fugemasse.

- j) Hull for løftehylsjer utvendig i takplate, i vegger og i gulv fylles også med hurtigherdende mørtel. Fugen i gulv fylles ikke med mørtel. Se fig. 122.34.

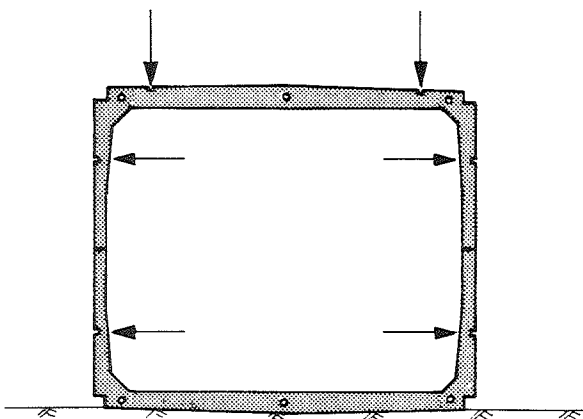


Fig. 122.34 Løftehylser støpes til igjen

- k) Vingemurene settes på plass. På luftsiden må det tilstrebes å få en pen overgang mellom kulvert og vingemur.
- l) Kantbjelkene monteres og justeres i riktig høyde. for $5 \text{ m} \leq B \leq 9 \text{ m}$ kulverter festes bjelkene med 2 Ø16 bolter.
- m) For isolering av vegger og tak, tilbakefylling og plassering av avlastningsplater, se kapittel 120.

Dersom man ikke ønsker å sperre hele vegen i byggetiden for kulverten, vil seksjonsvis utgraving, montering og tilbakefylling være et alternativ. fig. 122.35 og fig. 122.36 illustrerer en fremgangsmåte hvor man på grunn av relativt smal vegbredde benytter seg av ei meget enkel montasjebru. Monteringsrekkefølgen for den første seksjonen er den samme som beskrevet i punkt a) til m) ovenfor med følgende modifisering:

Når første seksjon er montert bør forbindelsesstengene strammes opp, og de horisontale takfugene må utstøpes. Et alternativ kan være å benytte forbindelsesstenger som har samme lengder som seksjonen og så stramme dem opp seksjonsvis. Kontinuitet mellom seksjonene kan etableres med muffeskjøter. Skjøtemetoden antas imidlertid å kunne by på problemer med hensyn til sentreringen av skjøtstangen mot muffen når de skal skrues sammen.

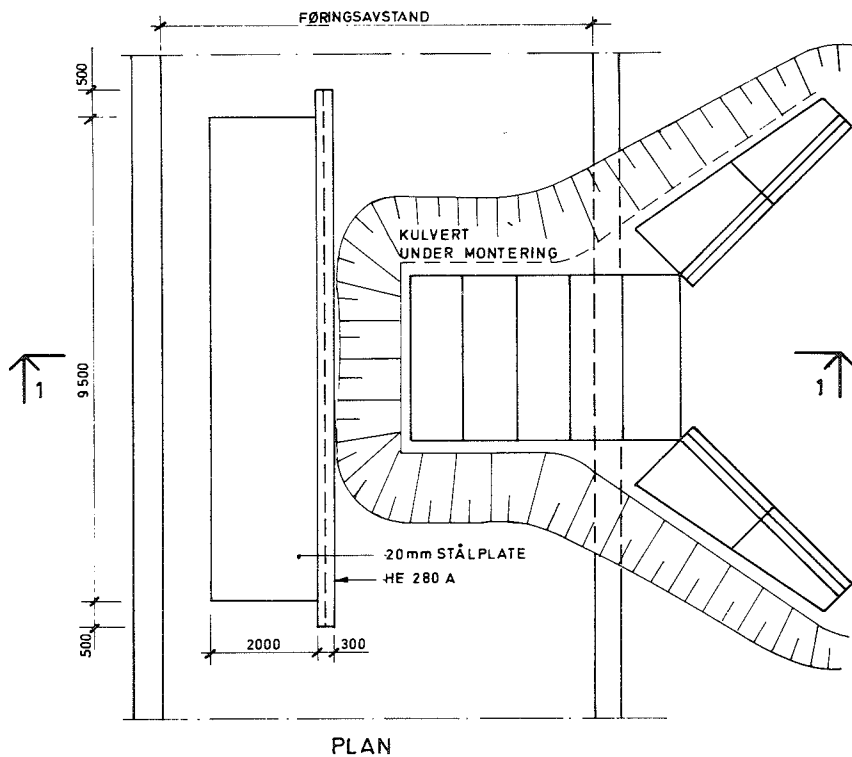


Fig. 122.35 Montasjebru som forsterkning av kanten på byggegropen. Kan benyttes for kulverter med $B < 5$ m. Se fig. 122.36 for snitt og detaljer.

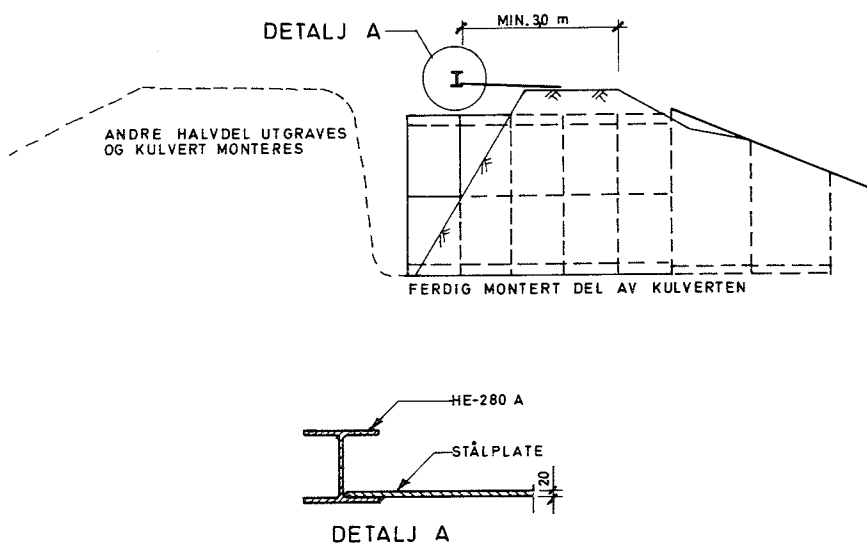
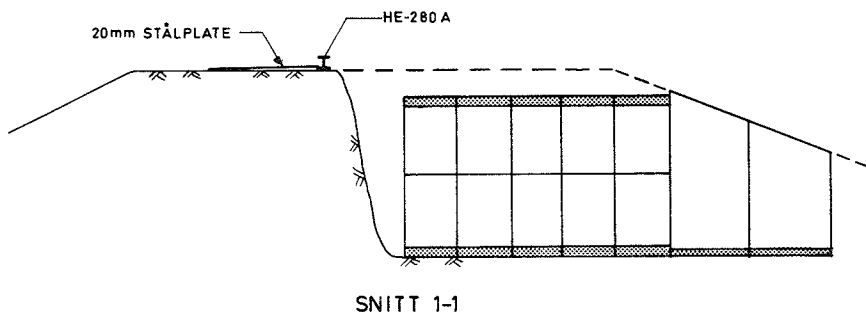


Fig. 122.36 Snitt og detaljer, montasjebu

122.10 BRUK AV NORMALEN

a) Kulverter med $B < 5$ m.

Nødvendig høyde, H , og bredde, B , på kulverten fastsettes ut fra kulvertens funksjon. Høyden, H , kan velges til 2,5 m, 3,0 m eller 4,0 m, og bredden, B , kan velges til 3,0 m, 4,0 m eller 5,0 m.

Når høyden og bredden er valgt inneholder normalen komplette dimen-

sjons- og armeringsdata for kulvertelementene, kantbjelkene og vingemurene. Kantbjelkene er avhengig av bredden og vingemurene av høyden på kувlerten. Dimensjons- og armeringsdata for avlastningsplatene er uavhengige av både høyde og bredde. Total kulvertlengde, L , avrundes alltid til nærmeste hele meter.

For en kulvert med total lengde L m, innvendig høyde H_1 m og innvendig bredde B_1 m medgår følgende:

2xL stk. kulvertelementer a 1,0 m lengde til kulvert B_1/H_1 .

2 stk. kantelementer, K_b

8 stk. vingemurelementer

- 2 stk. V_1-I-H_1/H , 2 stk. V_1-I-H_1/V

- 2 stk. V_1-II-H_1/H , 2 stk. V_1-II-H_1/V

6. stk. Ø20 mm varmforsinkede forbindelsesstenger med forankringsplater og muttere.

b) Kulverter med $5 \text{ m} < B < 9 \text{ m}$

Nødvendig bredde, B , fastsettes ut fra kulvertens funksjon. Dersom bredden ikke faller sammen med tabellverdier, kan det interpoleres for mellomliggende verdier. Normalen inneholder komplette dimensjons- og armeringsdata for kulvertelementene og kantbjelkene. Dimensjons- og armeringsdata for vingemurene og avlastningsplatene er uavhengige av bredden. Total kulvertlengde, L , avrundes alltid til nærmeste hele meter.

For kulvert med bredde B m samt lengde L m medgår følgende:

2xL stk. kulvertelementer a 1,0 m

2 stk. kantbjelker, K_b

12 stk. vingemurelementer

- 2 stk. V_2-I-H , 2 stk. V_2-I-V

- 2 stk. V_2-II-H , 2 stk. V_2-II-V

- 2 stk. $V_2-III-H$, 2 stk. $V_2-III-V$

6 stk. Ø20 mm varmforsinkede forbindelsesstenger med forankringsplater og muttere.

Både for a og b vil det dessuten medgå:

Eventuelt overgangsplater i et antall som tilsvarer to ganger kjørebansens bredde i m.

Hurtigherdende fugemørtel til de horisontale takfugene. Mørtel for pussing av hull løftehyser. Evt. "tape" for utvendig tetting av veggfuger.

Fiberduk, armert plastfolie og eventuelt Platon grunnmursplater el. tilsvarende for fuktisolering av tak og vegger (evt. annen isolering).

Ved fundamentering i telefarlige masser kan masseutskiftningen begrenses ved å benytte markisolasjon som beskrevet i kapittel 120.

123. Elementkulvert for vanngjennomløp

123.0 INNLEDNING

For vanngjennomløp er det utarbeidet normal for en prefabrikkert elementkulvert i betong. Denne består av identiske, rektangulære elementer som vist på fig. 123.1. Kulverten er enkel å montere og kan settes under trafikk umiddelbart etter montasje og tilbakefylling.

Kulverten vil være særlig hensiktsmessig der en har lav byggehøyde og hvor vannhastigheten er liten, f.eks. $v < 2$ m/s. Flere kulvertelementer kan om nødvendig legges ved siden av hverandre. Der vannhastigheten er større må det tas forholdsregler for å hindre erosjon og utvasking av omkringliggende masser.

Elementene monteres helt inntil hverandre uten utstøping eller annen etterbehandling av fugene mellom elementene.

De normerte bredde- og høydevariantene av kulverten er vist i fig. 123.4. Hvert element har en lengde på 1,0 m.

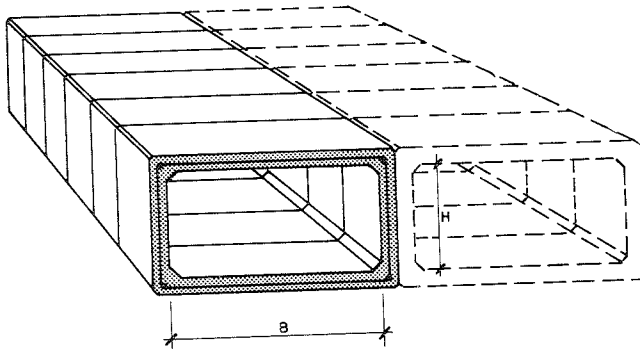


Fig. 123.1 Kulvertelementene montert.

Overdekningen, d , regnes fra overkant kulvert til overkant veibane og begrensningene er: $0,15 \text{ m} < d < 1,50 \text{ m}$. Kabler i grunnen som må krysse over kulverten kan f.eks. legges i delbare stålrør når overdekningen er liten.

I det følgende presenteres kulverten med oversiktstegninger, formtegninger og armeringstegninger for kulvertelementene.

Fig. 123.2 viser prinsipptegning av en montert kulvert.

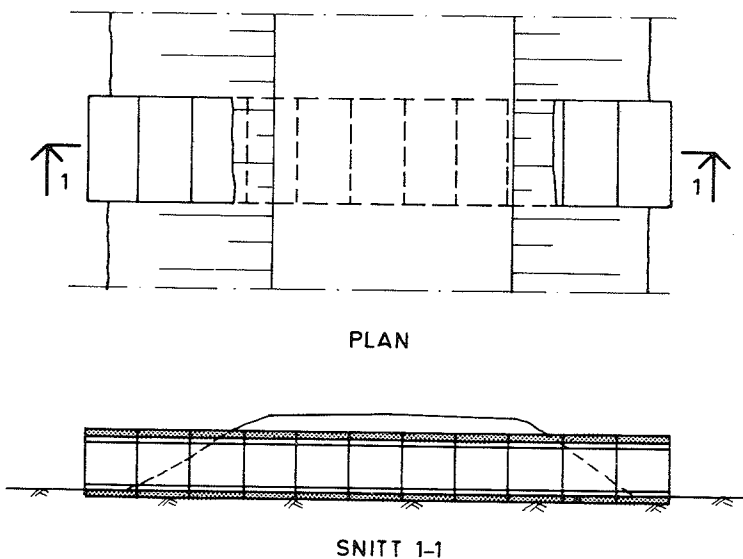


Fig. 123.2 Plan og snitt kulvert.

123.1 FORMTEGNING KULVERTELEMENTER

Fig. 123.3 viser kulvertelementenes form. I fig. 123.4 er de variable dimensjonsdata gitt. Om ønskes kan elementene stilles på høykant slik at B og H blir ombyttet.

Fig. 123.5 viser detaljutforming av elementene. B og H er innvendige mål som vist i fig. 123.3.

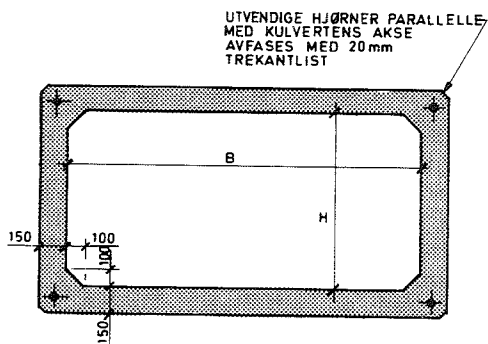


Fig. 123.3 Vertikalt snitt.

B/H m	Vekt t/m
1,0/1,0	1,8
1,5/1,0	2,2
2,0/1,0	2,6
1,5/1,5	2,6
2,0/1,5	2,9
2,5/1,5	3,3

Fig. 123.4 Kulvertvarianter

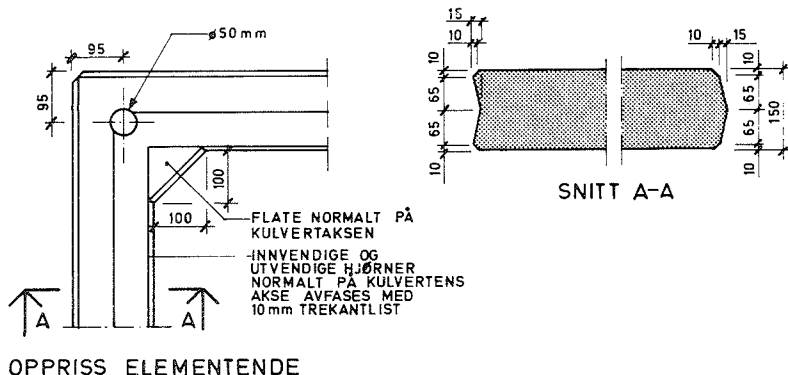


Fig. 123.5 Utforming elementender.

123.2 ARMERING KULVERTELEMENTER

Fig. 123.6 til 123.9 viser kulvertelementenes armering. Av hensyn til lesbarheten er innerkantarmeringen og ytterkantarmeringen vist på hver sin tegning. På fig. 123.8 er både inner- og ytterkantarmeringen inntegnet sammen med den langsgående fordelingsarmeringen. Den langsgående fordelingsarmeringen av $\varnothing 10$ skal i kulvertens hjørner anbringes som vist på fig. 123.8, og ellers legges den med maks. 300 mm senteravstand i både indre- og ytre lag.

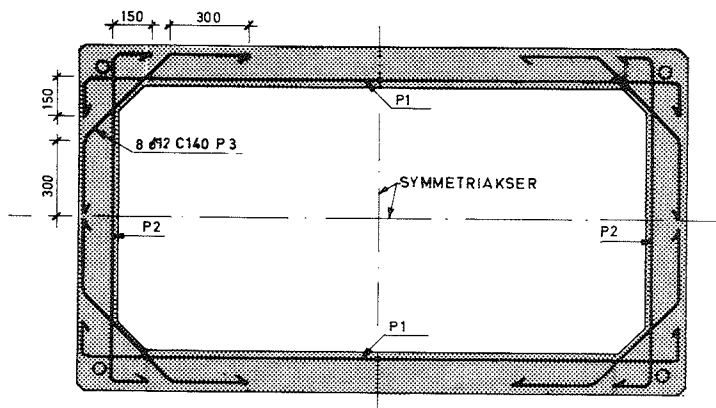


Fig. 123.6 Innerkantarmering.
Se fig. 123.9

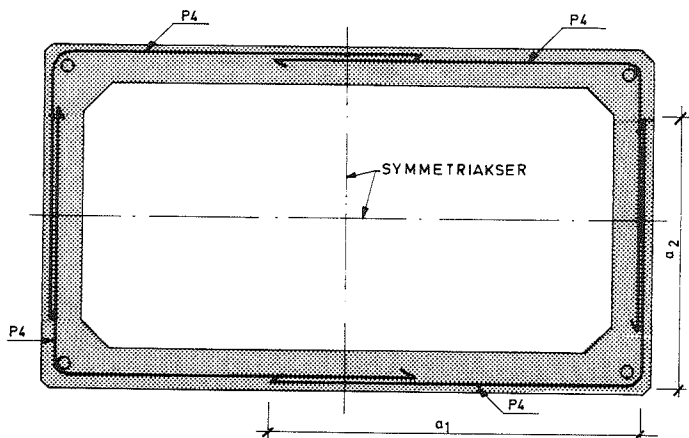


Fig. 123.7 Ytterkantarmering.
Se fig. 123.9

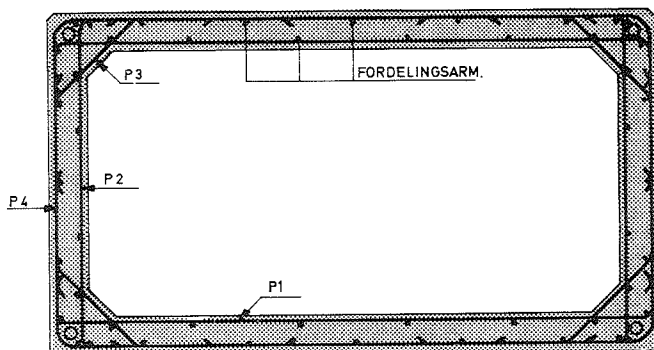


Fig. 123.8 Innerkantarmring, ytterkantarmring og langsgående fordelingsarmring.

Betegnelse B/H	P1	P2	P4	a ₁ mm	a ₂ mm
1,0/1,0	10 ϕ 10	10 ϕ 10	9 ϕ 10	750	750
1,5/1,0	11 ϕ 12	10 ϕ 10	9 ϕ 12	1100	750
2,0/1,0	8 [2 ϕ 12]	8 ϕ 12	8 [2 ϕ 12]	1400	750
1,5/1,5	12 ϕ 12	12 ϕ 12	9 ϕ 12	1100	1100
2,0/1,5	8 [2 ϕ 12]	12 ϕ 12	8 [2 ϕ 12]	1400	1100
2,5/1,5	12 [2 ϕ 12]	12 ϕ 12	9 [2 ϕ 12]	1700	1100

Fig. 123.9 Armering kulvertelementer
Se fig. 123.6 og 123.7

123.3 MONTERING AV ELEMENTENE

Til montering av elementene må det benyttes kranutstyr som er egnet til formålet. Ved heising må elementene henge slik at de blir satt ned så plant på underlaget at dette forstyrres minst mulig. Se fig. 122.31.

Elementenes ca. vekt pr. element er gitt i fig. 123.4.

Monteringen av elementene starter fra en av endene og utføres i følgende rekkefølge:

- a) Det første elementet settes på plass. Det er viktig at dette blir orientert nøyaktig i kulvertens lengderetning. Det er liten mulighet til justering etter at monteringen er påbegynt.
- b) Element nr. 2 settes på plass helt inntil det første og i flukt med dette. Deretter monteres element nr. 3, 4 osv.
- c) Dersom det anses nødvendig på grunn av grunnforholdene benyttes Ø20 mm varmforsinkede forbindelsesstenger av St.37. Disse skyves på plass etter hvert som monteringen skrider fram. Stengene skjøtes eventuelt med muffeskjøter, og muffene skal være avrundet i endene slik at de ikke hefter seg opp i fugene.
- d) Etter at alle elementene er montert strammes forbindelsesstengene. Det benyttes 1 Ø20 stang i hvert hjørne.
- e) Tilbakefylling og komprimering.

123.4 BRUK AV NORMALEN

Kulvertens tverrsnittsdimensjoner (høyde og bredde) fastsettes på grunnlag av bl.a. kravet til vanngjennomstrømningskapasitet og eventuelle krav til maksimal-/minimal kulverthøyde. Ønskes et bredt, lavt gjennomløp, kan flere kulverter plasseres ved siden av hverandre. Normalen inneholder alle nødvendige form- og armeringsdata for kulvertdimensjonene vist i tabell 123.4.

For en kulvert med total lengde L_1 m, innvendig høyde H_1 m og innvendig bredde B_1 m medgår følgende:

L_1 stk. kulvertelementer til kulvert B_1/H_1 , samt eventuelt 4 stk. Ø20 mm varmforsinkede forbindelsesstenger med forankringsplater og muttere.

124 Rør

124.0 INNLEDNING

Varmforsinkede, korrugerte stålrør brukes som bruer både i riks- og fylkesveger. Disse rør har meget liten styrke i seg selv. De er helt avhengige av riktig utlegging og av at massene rundt rørene er av riktig type og er plassert og pakket forskriftsmessig. Kravene til overdekning må nøye overholdes.

Stålrør er raske å montere. Til tross for de spesielle krav som stilles til fyllmassene omkring rørene, vil anleggstiden gjerne bli vesentlig kortere enn for tilsvarende betongkonstruksjoner støpt på stedet.

Ellipseformede rør krever stor konstruksjonshøyde. Lavbygde eller flatbunnede rør reduserer byggehøyden, men kan bare brukes der grunnen består av fjell eller grus slik at det ikke er fare for at bunnen kan bli trykket opp.

Holdbarheten er avhengig av at rørene ikke får skader før og i anleggsperioden. Når de er tatt i bruk, kan rustbeskyttelsen ikke inspiseres eller repareres på utsiden.

Stålrør kan anvendes til underganger for fotgjengere og annen trafikk. Rørets skarpe kanter ved inn- og utløp må da dekkes av påstøp eller oppsplittet $\text{\O}100$ mm plastrør.

Stålrør brukt som vanngjennomløp kan ruste. Faren for korrosjon er størst i saltvann, kjemisk forurenset vann og i vann med meget lav eller ekstrem høy pH-verdi sammen med høy vanntemperatur. Stålrør må ikke brukes som vanngjennomløp dersom pH-verdien er lavere enn 6 eller høyere enn 8.

Betongrør (NS 3028) brukes kun som vanngjennomløp.

I elveløp med lite fall og uten isgang, fløtning eller trafikk, kan det brukes flere rør ved siden av hverandre. De må da ha en innbyrdes avstand som tillater forskriftsmessig utlegging og pakking rundt rørene, se fig. 124.1.

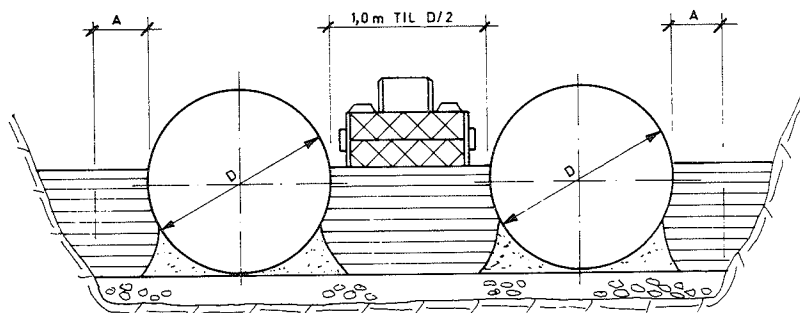


Fig. 124.1 Eksempel på plassering av rør

A = Min. 1,0 m for stålrør
A = Min. 0,5 m for betongrør.

For rørtyper og dimensjoner, se kapittel 120.1.

124.1 LEGGING AV RØR

Rørene kan enten monteres direkte i røgrøften eller ved siden av denne og deretter heises eller rulles på plass. For de enkelte rørmerker finnes monteringsspesifikasjoner som skal følges.

Det ferdigmonterte rør rettes inn i stilling. Ved bruk av ellipseformede stålrør, må det påses at ellipseformen står absolutt vertikalt. Se fig. 120.6.

Sylindriske og/eller lavbygde rør må legges slik i plan at loddlinjen ifølge monteringstegningen, så nær som det er mulig, skjærer toppens og bunnens midte. Se fig. 120.17.

For betongrør gjelder at spissende og muffe skal være rene for isdannelse, som eventuelt kan fjernes med salt. Gummiringen monteres, se fig. 124.2.

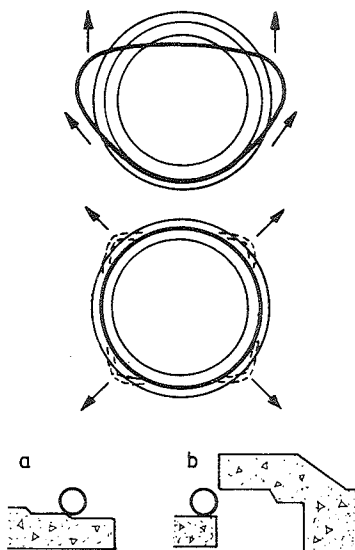
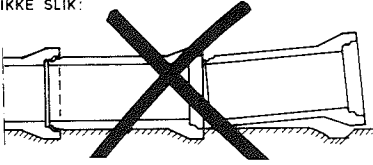


Fig. 124.2 Montering av tetningsring på betongrør.

Ved utgraving må masse fjernes slik at spissende kan skyves rett inn i muffen, fig. 124.3.

IKKE SLIK:



MEN SLIK:

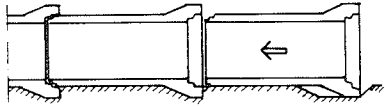


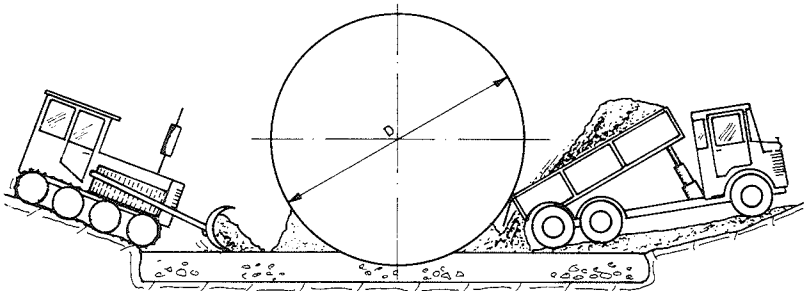
Fig. 124.3 Innskyving av rør

Eventuell vinkelendring på ledningen skjer etter at røret er montert og maks. 10 mm avbøying pr. 1 m.

124.3 OMFYLLING, KOMPRIMERING

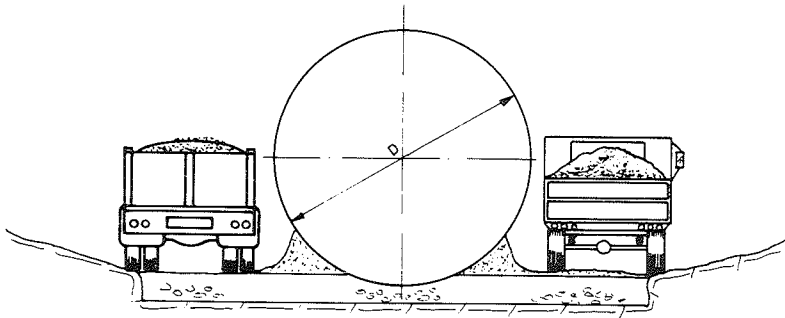
Som omtalt under punkt 120.0, er stålrørens styrke helt avhengig av riktig omfylling og komprimering.

Omfylling skal foregå samtidig og likedan på begge sider av røret og komprimeres godt. Det skal påses at omfyllingen rundt rørets nedre halvdel virkelig kommer inn under røret og blir komprimert. Dette er nødvendig for å unngå at vannet skal bane seg veg under røret, og for å øke rørets bæreevne. Det må påses at røret ikke blir presset opp. Fyllingen langs sidene og over røret legges ut i jevntykk lag og komprimeres godt, fig. 124.4, 124,5 og 124,6. Tungt komprimeringsutstyr skal holdes så langt vekk fra stålrør at den horisontale diameteren ikke minsker med mer enn 2%.



DET ER IKKE TILLATT Å FYLLE MASSER
DIREKTE MOT RØR/KULVERT. KOMPRIMERINGEN
BLIR UJEVN OG INEFFEKTIV.

Fig. 124.4 Feil fylling under og langs rør.
Det er ikke tillatt å fylle masser direkte mot rør/kulvert. Komprimeringen blir ujevn og ineffektiv.



FYLLMASSER SKÅL SPRES I TYNNE LAG
KJØRETØYER GÅR PARALLELT MED RØR/KULVERT

Fig. 124.5 Riktig fylling langs rør.
Fyllmasser skal spres i tynne lag. Kjøretøyer går parallelt med rør/kulvert.

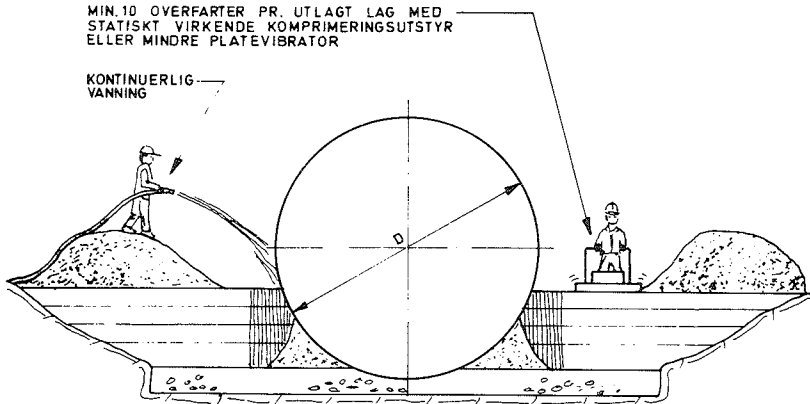


Fig. 124.6 Legging og komprimering av fyllmasse

For legging av betongrør henvises til "Legging av avløpsledninger" PRA 25 utarbeidet av prosjektkomiteen for rensing av avløpsvann.

Bruprosjektering består av følgende kapitler:

- 1 Bruplaner
- 2 Vanngjennomløp
- 3 Støttmurer
- 4 Landkar
- 5 Platebruer
- 6 Kont. platebruer
- 7 Slakkarm. bjelkebruer
- 8 NIB-bruer
- 9 NOB-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
Oslo 6
Tlf. (02) 68 10 10