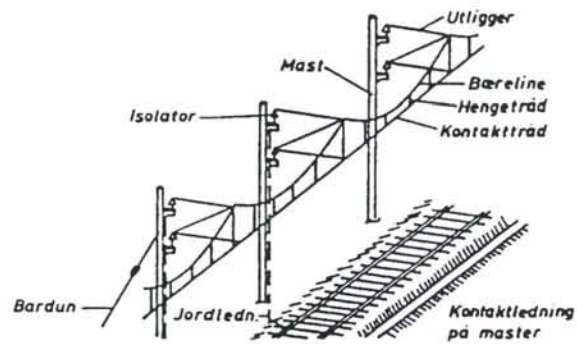


# Lærebok i Kontaktledningsanlegg



## FORORD

Boken er hovedsaklig forfattet og utarbeidet av overingeniør Per Sture.

Materialet er overført til EDB-form slik at teksten kan reproduseres.

Mitt arbeid har bestått i å legge inn noe mer utfyllende tekst og figurer for systemet som er kommet til senere ved NSB.

En del tegninger og utsnitt av andre er sterkt nedfotografert og lagt inn som billedmateriale. Regneeksemplene er beholdt fra den opprinnelige utgaven da disse er allmenngyldige.

Det må også føyes til at en lærebok for det nye system 20 for 200 km/h vil bli utgitt i 1991.

Denne boken gir også figurer og regneeksempler for systemet.

For det eksemplaret som nå foreligger av den omskrevne utgaven ønsker vi kontinuerlig tilbakemelding på forbedringer. Det vil bety mye for senere undervisning.

13.06.1991

Thor Egil Thoresen

## 1.0.0. GENERELLE BETRAKTNINGER

### 1.1.0. Kort beskrivelse av kontaktledningsanleggets mekaniske oppbygging.

En kontaktledning har en dobbelt oppgave:

a: Overføre elektrisk energi fra en omformerstasjon/mastestasjon til et forbrukersted.

b: Overføre denne energien fra ledning til forbruker.

Førstnevnte oppgave er enkelt å løse. Punkt b derimot som er den viktigste del av vårt arbeid og av vår oppgave, består i å få en jevn og ubrutt kontakt med en forbruker som har en hastighet på fra 120 - 200 km/h eller 30 - 55 m/sek. Dette krever et godt samarbeid mellom strømvaktaker og kontakttråd. Vi skal ikke komme nærmere inn på strømvaktakerene, bortsett fra at vi har til disposisjon på strømvaktakeren 1,2 m, altså 0,6 m på hver side regnet fra spormidtd.

Skulle kontakttråden vært strukket opp etter de samme retningslinjer som angitt for fjernledninger, ville nedhenget i et 60 m spenn bli ca. 27 cm. Derved ville kjøreegenskapene naturligvis bli meget dårligere. Løsningen er generelt å nytte bæreline som bærer en del av kontakttråden, slik at nedhenget kan tilpasses de enkelte krav.

Det har gjennom årene blitt utviklet forskjellige systemer for å forbedre samarbeidet mellom strømvaktaker og kontakttråd.

Hovedsystemene er som vist på fig. 1:

A: Enkelt bærelinesystem.

- a. Horisontal kontakttråd.
- b. Nedheng på kontakttråden.

Begge disse opphengingssystemer nyttes ved British Railways.

B. Dualoppheging.

- a. Y - opphenging med horisontal kontakttråd.
- b. Horisontal kontakttråd.

Begge disse former for opphenging nyttes ved British Railways.

C: Enkelt bærelinesystem med Y - line (beiseil)

- a. Med nedheng.
- b. Uten nedheng.

Disse utforminger nyttes ved Deutsche Bundesbahn, Østeriske Bundesbahn og de Franske statsbaner.

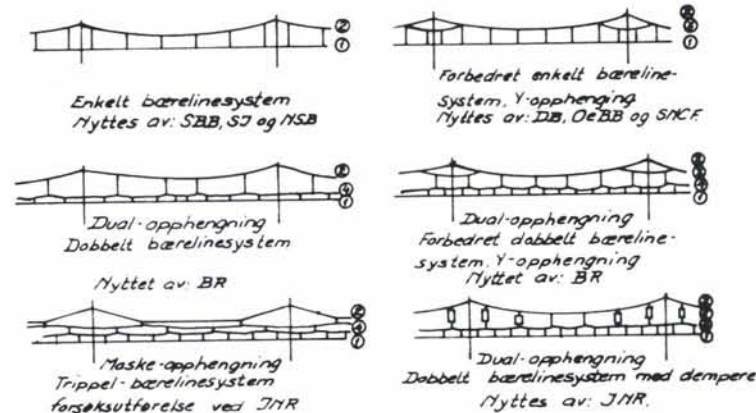
D: System med 3 bæreliner (fortløpende maskenett).

Forsøksutføring ved de japanske statsbaner. Denne utforming har, som det framgår av fig. 1, vært nyttet ved japanske statsbaner. Men den er blitt for dyr, og man har gått over til en dualopphengning med dempere i de nærmeste hengestråder.

SKJEMATISK FREMSTILLING AV FORSKJELLIGE KONTAKTLEDNINGSYSTEM

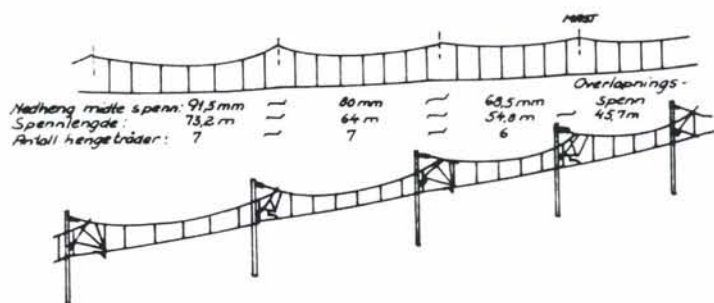
BR - 25/6,25 kV 50 Hz	① - Kontakttråd
DB - 15 kV 16 <sup>2</sup> /3 Hz	② - Bæreline
JNR - 25 kV 60 Hz	③ - Y-opphengning (Y-hjelpeline)
OeBB - 15 kV 16 <sup>2</sup> /3 Hz	④ - Hjelpbæreline
SNCF - 25 kV 50 Hz	⑤ - Dempere
SBB - 15 kV 16 <sup>2</sup> /3 Hz	

Hos NSB brukes et enkelt bæreline - system med nedheng på kontakttråden.



Kontakttråden blir lagt opp med såkalt sik-sak. Dette betyr at ledningen trekkes en bestemt angitt avstand ut fra spormidtd.

Dette gjøres av to grunner for det første for å få en mest mulig jevn slitasje på strømavtakerens kull slepestykk, og for det annet for å kunne forlenge spennviddene i kurver. Vi har minus sik-sak når utliggeren blir forkortet, og pluss sik-sak når utliggeren blir forlenget. Sik-sakenes størrelse er alltid avstanden fra



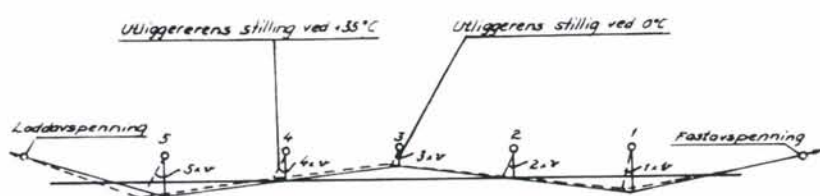
Enkelt bærelinesystem med nedheng. Utliggeren nyttes V-hengestråd. Nyttet av BR ved nyanlegg for hastigheter opp til 160 km/t.

Figur 1.

spormidtd til kontakttråd målt i mm. Vi skal ved utliggerberegningen og ved oppsetningen av mastetabell, komme nærmere inn på kontakttrådenes beliggenhet både vertikalt og horisontalt.

Med de temperaturvariasjoner som må regnes med for kontaktledningsanlegg, nemlig fra - 35 C til + 35 C, altså 70 C, vil lengdeforandringen for 1000 m kopper bli ca. 1,2 m. Enhver leder som er fast avspenning i begge ender, vil ved temperaturvariasjoner få et endret strekk, og derved vil også nedhenget endres. For å unngå variasjoner i strekket og derved nedhenget avspennes derfor kontaktledningspartene med en fast avspenning i den ene enden en loddavspenning eller hydraulisk ledningsstrammer i den andre.

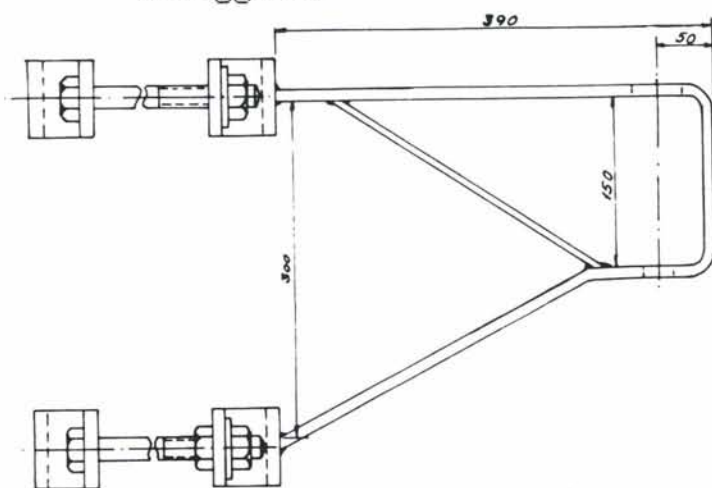
En kontaktråd har et relativt lite nedheng, vi nytter ca. 6 cm ved et 60 m spenn. Vi har for å kunne holde dette mest mulig konstant, begrenset avstanden mellom fastavspenning og loddavspenning til ca. 800 m. Derved blir den termiske utvidelse ca. 1 m. En annen årsak til de nevnte 800 m er den relativt store friksjon vi har mellom pigg og konsoll. I det ideelle tilfelle som er vist på fig. 2 vil utliggeren i mast



Figur 2

nr. 1 dreie seg vinkelen  $v$ , mens ved mast nr. 4 vil dreiningen være hele  $4 v$ . Dreining som følge av øket temperatur går mot loddavspenningen og er størst ved denne.

Vi har lenge nyttet ståisolatorer eller piggisolatorer i våre utliggerer.



Figur 3

Disse er istøpt en pigg som plasseres i en konsoll, vist på fig. 3. Temperaturvariasjonene samt de friksjoner vi har spesielt mellom pigg og konsoll men også i avspenningene, gjør at størrelsen av strekket har stor betydning. For nedhenget er også strekkfordelingen viktig. Av tabell 1 kan man se de aktuelle strekk i kontaktledningsanlegget i dag.

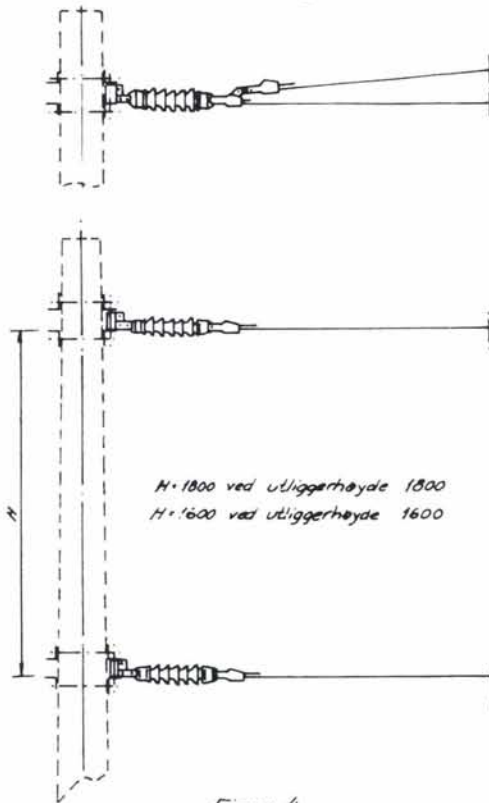
For å få den strekkfordeling som er angitt i tabellen, nyttes balansearm. Vi skal altså ha totalt 1125 kp strekk, dertil trenges en loddavspenning på ca. 562,5 kg. Hertil nyttes normalt 12 betonglodd a' ca. 30,5 kg, eller 21 støpejernslodd a' ca. 26,5 kg.

Tabell 1.

Kontaktledning	Totalt strekk	Normalt strekk i Kl	Bli
100x50 mm <sup>2</sup> Cu	1125 kg	625	500
80x50 mm <sup>2</sup> Cu	1125 kg	693	432
100x30 mm <sup>2</sup> Bream	1300 kg	800	500

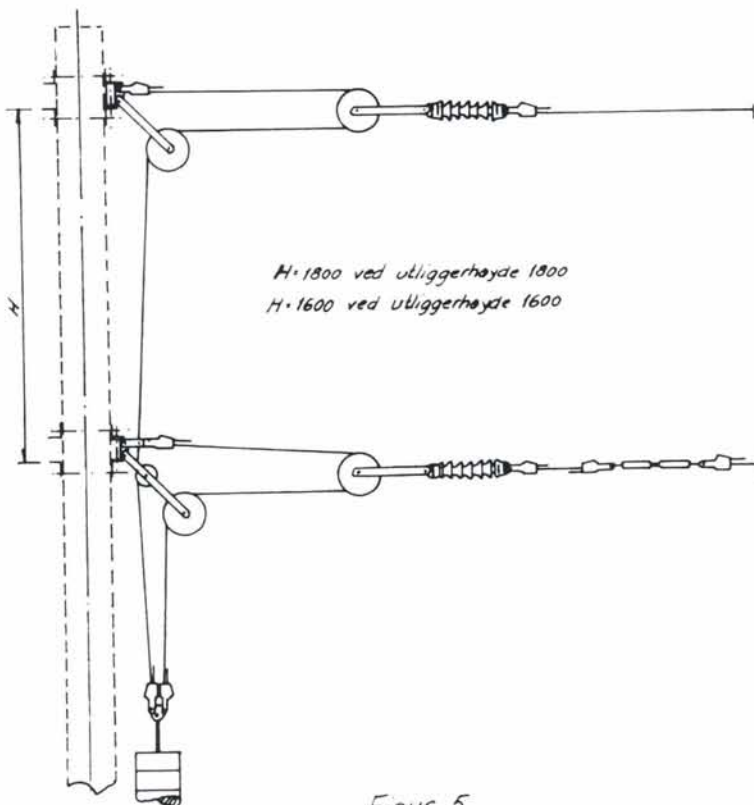
Strekkfordeling får vi v.h.a. balansearmen.

Det nyttes i dag en lengde på kontaktledningspartene på 800 m ved fast avspenning og loddavspenning. Når vi har fix - punkt, er ledningslengden 1600 m. Nevnte avstander må på særlig kurverike strekninger forkortes da kurvene tar opp strekket.

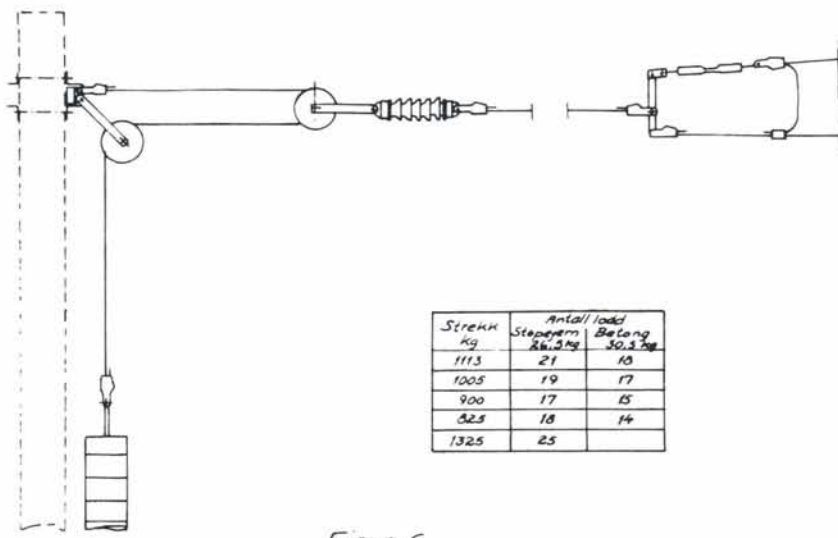


Figur 4

Det avsnitt av kontaktledningen hvor strømtakerens overgang fra en kontaktledningspart til en annen foregår, kaller vi et avspenningsfelt. På fig. 4 er en fastavspenning vist, og på fig. 6 har vi en loddavspenning. Når det er behov for å kjøre helt inn til en avspenningsmast nyttes avspenning med langt endefelt. Herved er bæreline og kontakttråd avspent hver for seg. For fastavspenning, se fig. 4, mens loddavspenning med langt endefelt er vist i fig.5.



Figur 5

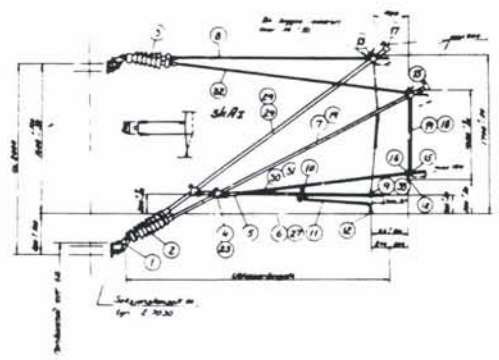


Strekk Kg	Antall lodd Støpejern 20,5 kg	Betong 30,5 kg
1115	21	10
1005	19	17
900	17	15
525	18	14
1325	25	

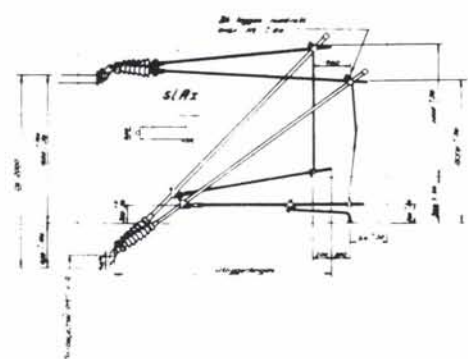
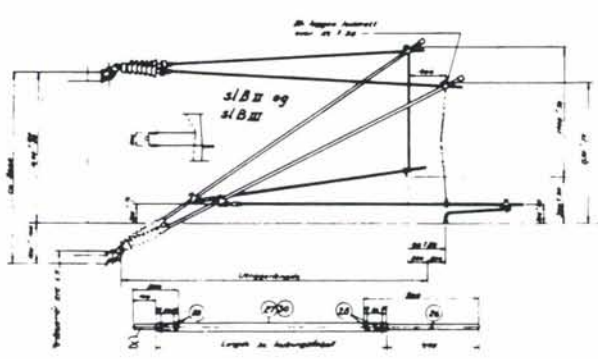
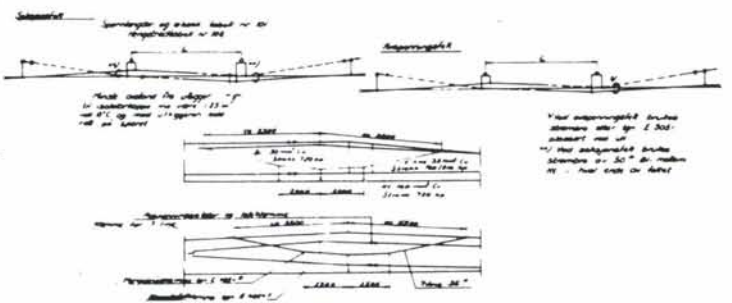
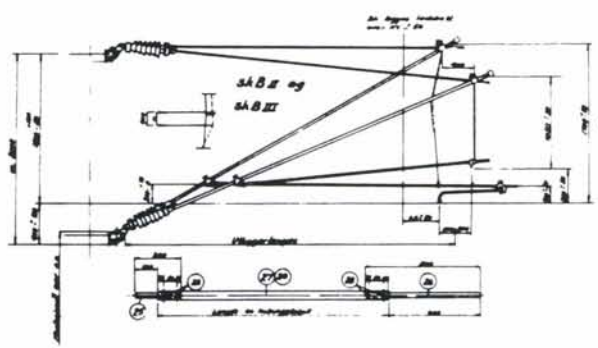
Figur 6

Senere gikk vi over til et system med v-line og utliggerer med mindre friksjon og stavisolatorer fig.

Dette systemet har betegnelsen System 35 og er kopiert fra SJ i Sverige. Etter en tiars bruk ble det utvidet til System 35 MS (Modifisert System) uten v-line. Strekket i ledningene er i dette systemet 7,2 N i bæreline og 7,2 N i kontaktråden utbalansert som tidligere system med balansearm eller over et hjul.

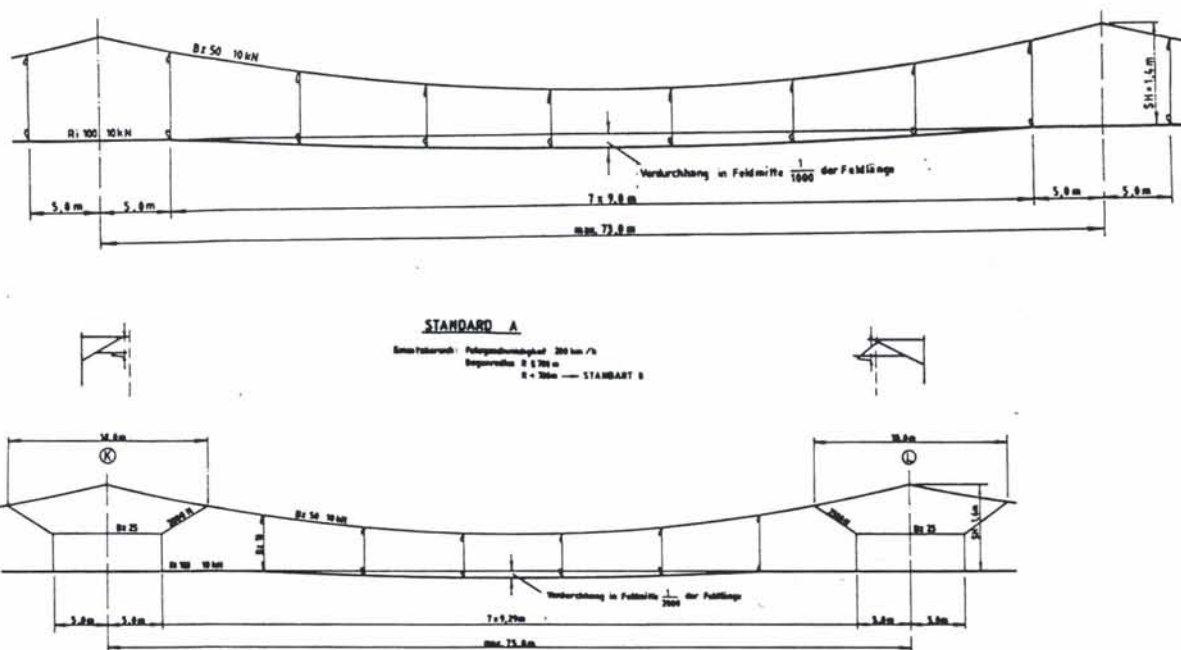


Samtidig ble friksjonen i utliggerne forminskert ved å innføre stavisolatorer og leddoppheng med underlagsskive.



Systemet har bedre dynamiske egenskaper enn forgjengerene, men samme elektriske overføringsevne.  
 Systemet dekker kjørehastigheter opp til 145 km/h med Y-line og en strømavtaker, uten Y-line 125 km/h med en strømavtaker.

I 1990 kjøpte NSB inn konstruksjonstegninger og EDB-programmer for et utprøvet system som dekker kjørehastigheter opptil 200 km/h med en strømavtaker, fremdeles med Y-line. Systemet fikk betegnelsen 20Y. Samme komponenter uten Y-line klarer opptil 160 km/h med en strømavtaker. Systemet fikk betegnelsen 20. Systemet baserer seg på bronse bæreline 50 mm<sup>2</sup> og kobber kontakttråd 100 mm<sup>2</sup> med likt strekk 10 kN både i bæreline og kontakttråd.



Det er forsøksvis også prøvet med strekk på 12 kN i kontakttråd for om mulig å slippe Y-linen.  
 Dette må kjøres med målevogn og prøves ut før det settes i fullskala bygging.

Vi skal komme inn på de enkelte konstruksjonsdetaljer for systemene senere.

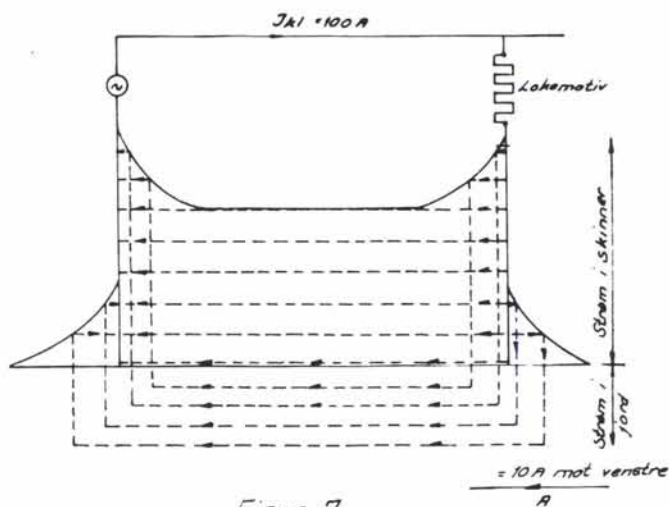


### 1.2.0. Kort beskrivelse av kontaktledningsanleggets elektriske oppbygging.

Ved enfaset elektrisk banedrift har vi i Norge et system med kontaktledningen som framleder og skinnene som tilbakeleder eller returleder. Skinnene er altså en driftsleder som fører en viss strøm og har derfor også en spenning mot jord. Men denne er i alminnelighet ikke farlig, da skinnene har relativ god ledende forbindelse til jord over sviller og ballast. Vi må imidlertid være merksam på at spenningen mellom skinner og jord ikke er det samme som spenningen mellom skinnene og et punkt i ballasten. Denne siste spenning er meget mindre enn den første. I Frankrike på grensen mot Sveits har skrittspenningen blitt målt og verdiene har aldri vært større enn ca. 1 volt.

Skinneenes gode forbindelse til jord over sviller, puk og ballast er ikke bare en fordel. På fig. 7 har vi et lokomotiv som trekker 100 A fra kl. Fra lokomotivet går denne strøm ut i skinnene, og så skulle man tro at den i sin helhet nyttes disse tilbake til matestasjonen.

Men som vist vil på grunn av den gode ledende forbindelse skinnene har til jord, en del av strømmen forsvinne ut i jorden og nytte den som returleder. Som dere sikkert vet, går strømmen alltid "den minste motstands vei". Imidlertid vil ca. 60 % nytte skinnene som returleder. En skulle tro alt forsvant i jorden, men skinner og kontaktledning danner en slags sugetransformator.



Figur 7

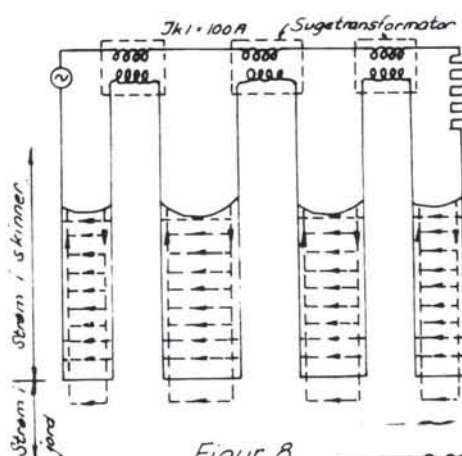
Den andel som nytter jorden som retur til matestasjonen, vil gå i vannledninger, kapper i kabler, gassrør gjærder o.s.v. Dette kan skape livsfarlige spenninger og kan også være brannårsak. Endelig vil "jordstrømmen" forårsake store svakstrømsforstyrrelser. Mellom Krossen og Marnadal ble det i 1956 gjort et forsøk med en strekning på ca. 30 km uten sugetransformatorer. Vi fikk da en strømfordeling som vist på fig. 7.

Flere telefonselskaper der nede var en-ledere, d.v.s. de nyttet jord som retur. Mens prøvene pågikk, ringte derfor alle telefoner.

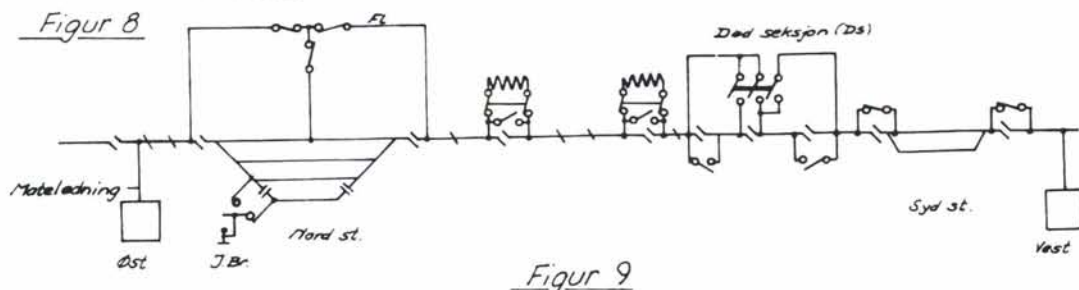
Med nye betongsviller og isolasjonsmaterialer under skinnene har avledning til pukk og jord blitt mindre, men med hardere belastning som følge av økt trafikk og strømforbruk har ikke forholdene blitt bedre her.

I midt-Europa (Tyskland og Frankrike) har grunnen mye bedre ledningsevne enn her i Skandinavia. Dessuten "erobret" sterkstrømsanlegget jorden før svakstrømsanlegget der nede. Det eneste de der gjør for å beholde strømmen i skinnene er å nytte skinneforbindere. Dette hjelper en del, men fremdeles går ca 40 % av returstrømmen i jorden.

Her i Norge hvor svakstrømsanlegget først "erobret" jorden og hvor grunnen har en dårlig ledningsevne, må returstrømmen holdes mest mulig i skinnene. Her nyttes derfor skinneforbindere, men dette er ikke nok. Det må også nyttes sugetransformatorer. I fig. 8 ser vi at de



har 2 viklinger hvor høyspentviklingene (primærsiden) er koblet til kontaktledningen og lavspenningviklingene (sekundærsiden) til skinner. Når disse anordnes i en avstand på ca. 30 km, vil bare ca. 5-6 A av 100 A gå i jorden mellom sugetransformatorene. Ved sugetransformatorene skal kontaktledningsstrøm og skinnestrøm være like store. Bortsett fra ca. 1-2 A som brukes for å dekke jerntapene i transformatoren.



Kontaktledningen må i tilfelle revisjon eller feilsøking kunne deles opp. Til dette nyttes KL-skillekniver som ofte betegnes som brytere i dagligtale. På fig. 9 vises et meget enkelt koblings skjema for strekningen mellom 2 matestasjoner som kalt Øst og Vest. Her framgår at det er 1-polet KL-brytere både ved alle sugetransformatorer, alle stasjoner, matestasjoner og dødseksjoner.

Videre framgår at Nord st. har et spor med jordingsbryter. En jordingsbryter er en vanlig KL-bryter med jordkontakt, slik at når den er utkoblet, er kontaktledningen over sporet jordet. Normalt ligger en jordingsbryter over en seksjonsisolator. Nord st. har forbigangsledning, mens Syd ikke har. Det er fordi Nord st. er så stor at det antas å være mer behov for utkobling av denne enn Syd st.

Dødseksjoner er anbrakt mellom alle matestasjoner for å skille deres mateområder. KL-bryterne er nå fjernet fra primærkretsen ved suge - transformatorene på de fleste strekninger.

### 1.3.0. Forklaring på en del uttrykk vedrørende kontaktledningsanlegget.

Den etterfølgende liste er en sammenstilling av de mest nyttede uttrykk og deres forkortelser. Listen kan nyttes som en slags "oppslagsbok" etter hvert som man i de senere avsnitt møter begrepene.

Kontakttråd	Kt	er den tråd som strømvaktakerens kontaktstykker trykker og glir mot.
Bæreline	Bli	er en line oppstrukket over kontakttråden for å bære denne.
Hengetråd	Ht	er de tråder med klemmer hvormed kontakttråden er opphengt i bæreline og utliggere.
Hengere	H	er korte bånd med klemmer som kontakttråden er opphengt i bæreline med.
Kontaktledning	Kl	er kontakttråd, bæreline, hengetråder og/eller hengere.
Utliggere		er som regel sammenbygd av rør, og fungerer som bæreanordning for kontaktledningen. Utliggere er elektrisk isolert fra master m.v. ved hjelp av isolatorer.
Avspenning		er enden av en kontaktledningspart som er ført fram til og festet i en mast. Avspenningen er isolert fra masten ved hjelp av isolatorer. Avspenningen kan være fast eller bevegelig (loddavspenning eller fjæravspenning).
Avspenningsfelt		er det avsnitt av kontaktledningen hvor strømvaktakeren veksler fra en ledning til en annen.
Seksjonsfelt		er et avspenningsfelt hvor kontaktledningen i elektrisk henseende er oppdelt eller kan oppdeles.
Seksjonsisolatorer	Si	er en isolator i ledningen som oppdeler denne i elektrisk henseende, og som er slik utført at den kan passeres av rullende materiell med hevet strømvaktaker.

Kontaktledningsanlegg	Kl-	er det komplette anlegg med samtlige anledninger, kabler, master, åk, fester, legg sugetransformatorer, skinneforbindere, jordledninger o.s.v.
Kabel		er en isolert leder som tjener til framføring av energi på de steder hvor ledninger ikke kan nyttes.
Kontaktledningspart		er en kontaktledning med avspenning i begge ender.
"Ledning"		betyr når det brukes i forbindelse med kontaktledning det samme som en kontaktledningspart.
Seksjon (kontaktledningsseksjon)	Kls	er en eller flere "ledninger" eller en del av en "ledning", som ved hjelp av bryter kan skilles elektrisk fra andre "ledninger" eller deler av "ledninger".
Jordet seksjon (jordet spor)		er en seksjon som normalt står utkoblet og jordet, som regel ved hjelp av en jordingsbryter, og da alltid dekket av signal 65 a.
Beskyttelsesseksjon		er en seksjon som står utkoblet uten å være jordet mellom en spenningsførende seksjon og en jordet seksjon. Beskyttelsesseksjon nyttes foreløpig bare foran lokomotivstaller hvor kontaktledningen er ført helt inn i stallen.
Død seksjon	Ds	er en seksjon som står utkoblet uten å være jordet, mellom to spenningsførende seksjoner som har tilførsel fra hver sin matestasjon. (En slik seksjon er utstyrt med signalene 65 b,c og d).
Matestasjon	Mst	er en kraft-, omformer- eller transformatorstasjon hvorfra kontaktledningsanlegget tilføres energi med enfaset vekselstrøm av $16 \frac{2}{3}$ per/sek og ca. 15000 volt driftsspenning.
Mateledning	Ml	er en line og/eller kabel som fører energi fra en matestasjon til kontaktledningsanlegget.

Forbigangs- ledning	F1	er en line og/eller kabel som kan føre energi forbi en eller flere seksjoner for å kunne gjøre disse seksjoner spenningsløse uten å hindre toggangen.
Fjernledning	F11	er en luftlinje som fører energi fra en kraftkilde til en matestasjon.
Forsterknings- ledning	Fs1	er en line hvis overveiende oppgave er å redusere spenningstapet.
Bryterledning	B1	er en line mellom en bryter og tilknytningspunktet.
Matebryter		er en effektbryter mellom matestasjon og mateledning og som i utkoblet tilstand skiller disse elektrisk.
Kontaktlednings- bryter		er en skillebryter som anbringes mellom de enkelte seksjoner samt i forbigangs-, forsterknings- og mateledninger. Deres oppgave er å skille eller forbinde de enkelte deler av kontaktledningsanlegget. K1-bryteren kan være 1-, 2- eller 3 polet og være håndbetjent eller fjernstyrt med drivmotor.
Jordings- bryter		er en kontaktledningsbryter utstyrt med jordingskontakt slik at en seksjon jordes når bryteren står i utkoblet stilling.
Sonegrense- bryter		er en spesiell effektbryter som enkelte steder er anbrakt i kontaktledningen mellom to parallellkjørende matestasjoner i en dødseksjon. Bryteren kobles automatisk ut når det oppstår en kontaktledningsfeil eller når de to matestasjoner er ute av fase med hverandre. Når de to stasjoner er i fase og spenningen er like stor på begge sider av bryteren, kobles den automatisk inn igjen.

Sugetransformator	er en strømtransformator med to viklinger som kobles slik at kontaktledningsstrømmen må passere gjennom den ene vikling og skinnegangens strøm gjennom den annen vikling. Begge viklinger har like mange vindinger og vil derfor føre like store strømmer. Transformatoren likesom "suger" returstrømmen fra jorden inn i skinnene. Det finnes også sugetransformatorer med 3 viklinger.
Impedansforbindelse	er en anordning med 2 spoler med like mange vindinger, koblet mellom skinnestrengene (på hver side av isolerende skinneskjøter) i spor hvor skinnestrengene går inn i både sikringsanleggets og den elektriske banedrifts strømkrets.
Isolert skinneskjøt	er en skjøt hvor skinnene er isolert fra hverandre i elektrisk henseende.
Isolert skinne	er en skinne eller flere sammenhengende skinner i en skinnestreng som ved hjelp av isolerte skinneskjøter er elektrisk adskilt fra det øvrige skinnesystem.
Skinneforbinder	er en leder som brukes til å forbedre den elektriske forbindelse mellom 2 skinner over en vanlig skinneskjøt. (70 mm <sup>2</sup> Cu). (37 tr. a 1,55 mm utv. Ø 10,8 mm).
Tverrforbinder	er en leder som brukes til å danne elektrisk forbindelse mellom paralelle skinnestrenger. 50 mm <sup>2</sup> Cu Ø 7,94 mm.
Jordledning	er en ledende forbindelse mellom en anleggsdel som skal jordes og skinnene. 25 mm <sup>2</sup> Cu Ø 5,65 mm, eller 50 mm <sup>2</sup> Cu isolert fleksibel line.
Anordne strømbrudd	består i at en ledning utkobles og jordes fordi det skal arbeides på eller nær ledningen.
Utkoble en ledning	skjer ved å koble ut den eller de brytere som ledningen tilføres spenninger og strøm over.

Spenningsprøve en ledning	skjer ved å holde en spenningsindikator et stykke fra den ledning som skal jordes etterpå. Indikatoren skal vise "spenningsløst" før jordingsstang henges på.
Jorde en ledning	er å forbinde vedkommende ledning med jord f.eks. med jordplate eller skinne ved hjelp av en metallisk leder.
"Spenningsløs ledning",	er et uttrykk som bl.a. brukes i forbindelse med forstyrrelser i den
"Spenningsløst"	elektriske drift (uttrykket foretrekkes framfor "strømløs ledning", "strømløst"). En spenningsløs ledning skal betraktes som farlig inntil den er utkoblet og jordet. (Husk spenningsindikator)

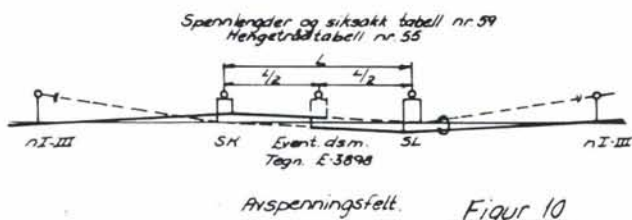


## 2.0.0. ELEMENTER OG ENHETER

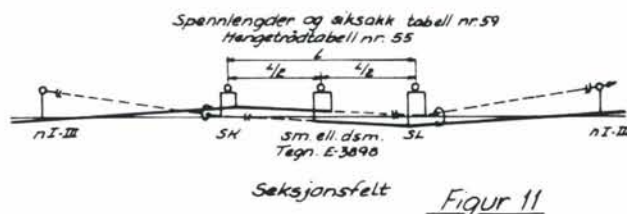
Gjennomgåelsen i dette kapitel er av generell art. En mer inngående omtale av enkelte enheter og elementer vil bli foretatt under kapitler hvor dette er nødvendig for å kunne forstå det aktuelle problem.

### 2.1.0. Seksjons- og avspenningsfelt.

I den generelle omtale av kontaktledningens mekaniske oppbygging har vi nevnt at kontaktledningspartenes lengde ikke bør overstige 800 m, henholdsvis 1600 m. Den førstnevnte avstand nyttes ved fast-loddavspenning og den andre avstanden når det nyttes lodd - fix - lodd. Herved får vi for hver 600 m henholdsvis 1400 m et avspenningsfelt. På fig. 10 er et avspenningsfelt vist.



På fig. 11 som viser et seksjonsfelt, ser vi at dette er et avspenningsfelt hvor kontaktledningen i elektrisk henseende er oppdelt eller kan oppdeles.



I et avspennings- henholdsvis seksjonsfelt må det kunne kjøres på begge kontaktledningsparter. Den ene part løftes og trekkes inn til masten til avspenning.

Den annen part derimot starter ved avspenningen og kommer ned i samme plan som førstnevnte kontaktledningspart, slik at den kan kjøres på videre.

De utliggere det er behov for her, de såkalte seksjonsliggerne, må være utført slik at de kan løfte på den ene kontakttråden mens den andre kontaktledningsparten holdes i normalhøyde.

For eldre anlegg nyttes det alltid midtutligger ved et seksjonsfelt, d.v.s. en utligger som har til oppgave å holde isolasjonsavstanden mellom kontakttrådene eller bærelinene. I et avspenningsfelt derimot nyttes midtutligger bare når kurveradien tilsier det.

Ved nyere anlegg hvor ledningsstrekket er høyere sløyfes midt utligger ved seksjonsfelt, men kurveradius må fremdeles iaktaes. Ved et seksjonsfelt må man legge merke til strømbroenes plassering og hvorledes utisoleringen er utført.

## 2.2.0. Tråd, liner og kabler.

Tråd, liner og kabler er bestemt ut fra  
 a. den elektriske belastning  
 b. den mekaniske belastning.

Kravet for punkt a er generelt at lederne ikke skal ha en overtemperatur på mer enn ca. 40 C i forhold til omgivende luft. F.eks. har en kontaktledning med 100 mm<sup>2</sup> kontakttråd og 50 mm<sup>2</sup> bæreline en tillatt kontinuerlig belastning på 600 A.

Betegnelse	Diasekt (mm)	Tverrsnitt (mm <sup>2</sup> )	Antall tråder	Utføres som	Strekkefasthet (N/mm <sup>2</sup> )	kp	Merknad
Kontakttråd	10,6 12	80 100	1 1	Handtrukket Cu-tråd	38 36,5	3040 3650	
Bæreline		50	7	Cu-line	40	2000	
Hergetråd	4 5		1 1	Glødet Cu-tråd	25 25		
Jordingstråd		25 50	1 1	Glødet Cu-tråd	25 25	625 1250	Mastejord Mastejord + tværrforbinder
Avspenningsline		50 50 70	19 19 19	Handtrukket Br-line Ståltau (Fe) Kadmiumkobber	75 80 65	5750 4400 4550	Kl.strekk = 1125 kp Kl.strekk = 1300 kp
Skinneforb-line		70	37	Glødet Cu-line	25		Oppbygging: 1+6+12+18
Forbigangeline		95 150	19 37	Handtrukket Cu-line	40 40	3800 6000	
Drytterline		95 150	49 37	Glødet Cu-tråd	25 25		Oppbygging: 7x7,6 <sup>1</sup> , 1,57mm
Jordingsline		31	805	Glødet Cu-tråd	25		For jordingsstang Oppbygging: 5x7x23+48
Forbudsline		50	805	Glødet Cu-tråd	25	1250	Oppbygging: 5x7x23+48
Kunnefordringsline		29	7	Ståltau		3500	
Avspenningsbåndline		79	19	Ståltau		8500	
Kabelspine		32	24	Ståltau		6200	Fiberkjerne 6x4
KABELC							
16 kV motokab		95	19	Jordkabel			
"		150	37	" DKFA			
1 kV returkab		95	37	Jordkabel PVC			

For den mekaniske belastning er sikkerhetsfaktoren 3,33 den beregnende faktor. F.eks. må en avspenningsline ha strekkfasthet på  $1125 \times 3,33 = 3740$  kp. På høyfjellstrekningene får vi tilsvarende kravet  $1300 \times 3,33 = 4330$  kp. Disse verdier gjøres nå om til Newton ved å multiplisere med 9.81 eller for letthets-skyld 10.

Det betyr at  $3740 \text{ kp} = 37400 \text{ N}$  som igjen er 37 kN.

På fig. 12 ser vi tverrsnittet av en rund 100 mm<sup>2</sup> kontakttråd. Betegnelsen liner brukes bare i forbindelse med flertrådede ledere.

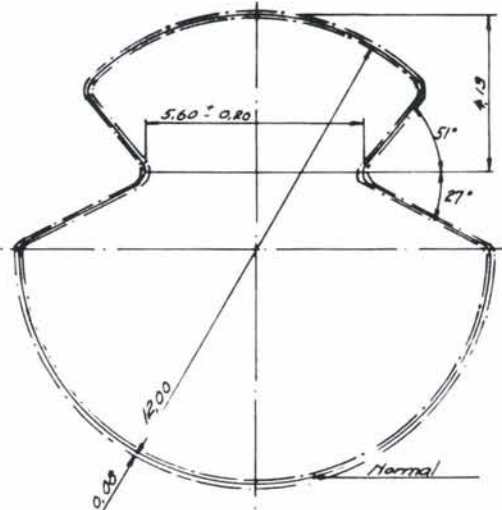
I tabell 2 har vi en oversikt over de tråder, liner og kabler som nyttes i dag.

Som avspenningsline bestilles i dag bare ståltau. Tau betegner oppbyggingen.

Årsaken til at bronseline 50 mm<sup>2</sup> ikke nyttes som avspenningsline er at vi på høyfjellstrekningene må ha en line med strekkfasthet på 4330 kp. Se eksemplet foran.

Dessuten er bronselinen dyr. Ståltau har i dag ikke hampekjerne, men kunstfiberkjerne. Dessuten er hvert enkelt av fiber trådene laget kantet (ikke rund) og presset sammen for å hindre hårrøsvirkning. Herved unngås den vesentligste årsak til rust og korrosjon i det som vi tidligere kalte stålwire.

Tabell 2



Figur 12

Betegnelsen på 16 kV kablene er DKFA og betyr:

D - Impregnert papir - dryppfri kabel.

K - Blykappe.

F - Flattråd.

A - Jute + asfalt.

I dag nytter vi PEX-kabler som er et plastmateriale.

### 2.3.0. Master og åk.

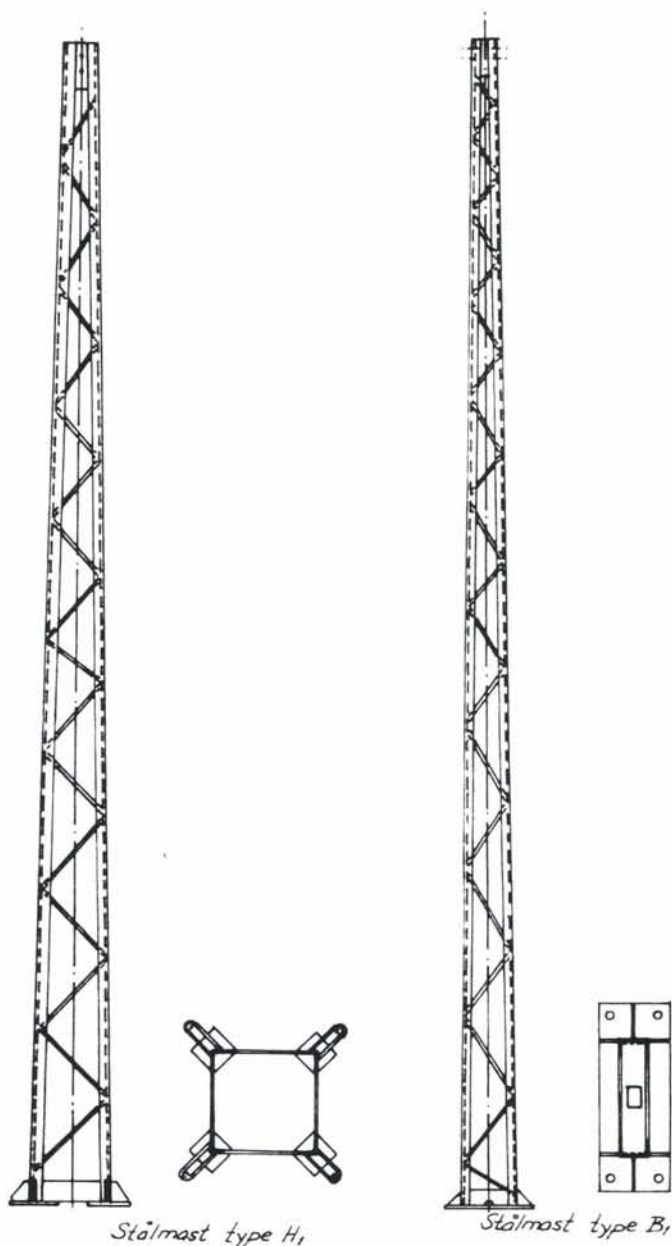
Av master nyttes:

Tremaster på fri linje, disse er impregnert med kreosotolje etter Rüpings metode. For tremaster i kontaktledningsanlegget forlanger vi at de skal ha en diameter i topp på 18 - 22 om. Dette av hensyn til konsoller og jern som skal nyttes.

Betongmaster ble i en lang periode nyttet som åkmaster. Tidligere er de også blitt nyttet ved sugetransformatorpunkter på enkelte strekninger.

Stålmaster nyttes som bromaster, men i dag også som åkmaster ved nyanlegg etter 1968.

I de senere år har stålmaster også blitt nyttet på fri linje. Tremaster og betongmaster blir erstattet av stål idag ved nyanlegg og større ombygginger.



Figur 13

Stålmast type H<sub>1</sub>

Stålmast type B<sub>1</sub>

Mast type	Dimensjoner	Toppstrekk for 8 m mast Inngående Fritt utgående		Merknad
H	1 4 60x60x6	580 kg	590 kg	
	2 4 65x65x7	770 -	775 -	
	3 4 75x75x8	1035 -	1050 -	
	4 4 60x60x6	580 -	590 -	
	5 4 75x75x10	1850 -	1360 -	
B	1 LIP 10	250 kg	140 kg	
	2 - 12	325 -	275 -	
	3 - 14	1220 -	860 -	
	4 - 16	1565 -	1200 -	
	5 - 18	1900 -	1580 -	
	6 LIP 20	2180 -	1990 -	

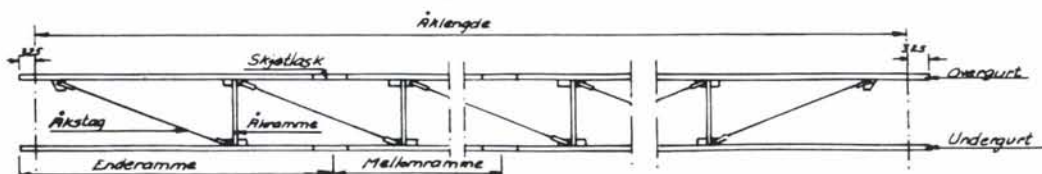
Tabell 3

Av stålmaster nytter vi idag H-master og B-master. I Fig. 13 er disse vist i prinsippet.

Som generell regel for bruksområdene kan bare sies at H-master alltid nyttes som åkmast og at B-master nyttes som såkalt pendlemast på åk. Men begge typer nyttes også som selvbærende eller frittstående master. Det bestemende ved valg av mastetyper er belastningens retning og størrelse. Vi snakker her om toppstrekk. Dette er den tillatte horisontale kraft en mast kan belastes med i topp ut ifra gjeldende sikkerhetsfaktorer og tillatte spenninger. I tabell 3, hvor vi har en oversikt over mastetyperne, har jeg også tatt med tillatt toppstrekk for en 8 m mast.

Merk at B-mastene er sterkest når de belastes smalsiden. Derfor settes smalsiden mot sporet på fri linje hvor det er enkel utligger montert.

På stasjoner hvor sporavstanden hindrer anbringelsen av master, brukes åk for å bære kontaktledning og utligger. Akene er sammensatt av standardiserte deler som muliggjør åklengder fra 10 m til 40,5 m i trinn på 1/2 m. For den eldste åktypen.



Figur 14

På fig. 14 ser vi betegnelsen på de forskjellige detaljer i et åk. For samtlige åktyper har mellomrammene den samme lengde, mens justeringen av den endelige lengde foretas ved hjelp av enderammen. Enderammene er konstruert slik at åket får den ønskede lengde. Overgurten påkjennes alltid for trykk, mens undergurten for strekk.

Mellomrammer og enderammer settes sammen ved hjelp av skjøtlasker. Ved åk type 3 har man her vært nødt til å nytte såkalt tilpassede skjøter. Dette vil si at lasken tilpasses skjøten på fabrikkasjonsstedet, slik at boltene går nøyaktig inn i hull i lask og åk. Her må derfor skjøtlaskene ikke byttes ut, og man må være påpasselig, slik at de riktige lasker kommer på de riktige steder.

Vi har tre hovedtyper av de eldste åkene, nemlig type 1, 2 og 3. For små lengder og små belastninger behøver ikke undergurten å legges ut. Den avsluttes derfor i nærmeste åkramme. Utlagt undergurt må man imidlertid starte med ved 18,5 m masteavstand. Dimensjoner og åklengder framgår av tabell 4.

Åk type	Åklengde	L/Å bjelker i		Avstand overgurt- undergurt	Avstanden mellom bjelkene
		overgurt	undergurt		
1	10,0-30,0	10 og 12	6,5	955	400
2	30,5-33,0	12	6,5	955	400
3	33,5-40,5	12	8	1200	1000

Tabell 4

Typebetegnelsen på et bestemt åk må angis med to tall som er adskilt med brøkstrek. Tallet over streken refererer seg, som nevnt foran, til åkenes oppbyggingsmåte, mens tallet under angir den normale masteavstand i meter som skal brukes for vedkommende åk. Denne masteavstanden kan varieres med  $\pm 0,20$  m.

Alle åktyper er angitt i sprang på 0,5 m. Dette samt nødvendig tillegg i lengden for feste på mast medfører at selve åkbjelkenes lengde er lengden angitt under brøkstreken ved typebetegnelsen + 650 mm. Dette framgår for øvrig av fig. 14.

Nye åk.

I de siste årene har NSB søkt etter lettere konstruksjoner både i vekt og montasjevennlighet. Valget har falt på type 11, 12, 13 og 14, hvor tallet indikerer lengde og bæreevne. Disse åkene baserer seg på komplette moduler for enderammer og mellomrammer som laskes sammen.

Montasjevennligheten kommer fram når vi ser at åkene heises over alle gamle liner og at strekking ikke medfører for mye treing av liner.

## 2.4.0. Utliggere.

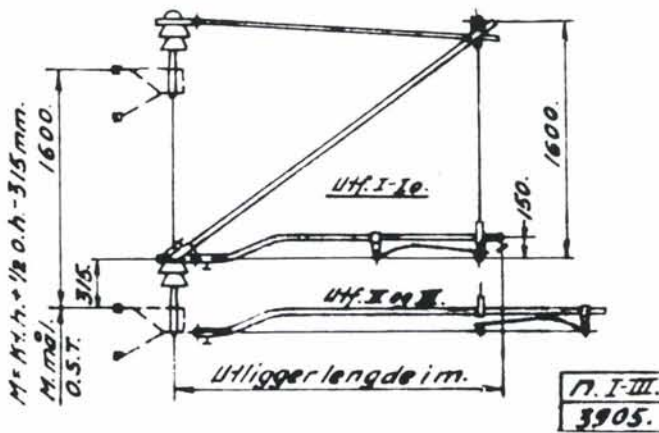
Alt etter sin plassering i anlegget har vi følgende hovedtyper:

Utliggere for montasje på mast på fri linje.

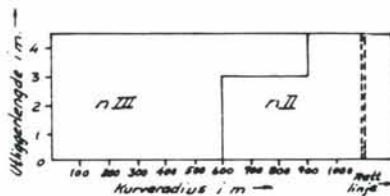
Utliggere for montasje på åk.

Utliggere for montasje i tunneler, snøoverbygg, under broer og ved overgangen til tunneler.

### 2.4.1. Utliggere for montasje på fri linje. (eldre anlegg)



Her nyttes en normalutligger som er vist på fig. 15. Denne har 4 stag. Strekk- og trykkstaget bærer kontaktledningen samt selve utliggeren. Horisontalstaget og det lette direksjonsstaget holder kontakttråden i riktig stilling horisontalt. Strekkstaget er festet i øvre isolator. Dimensjon 5/8" rundstål.



Bruksområde for Utliggertypene II og III

Figur 16

Trykkstaget er festet i nedre isolator og tar opp trykkraften fra Bli. Dimensjon 1 1/4" tykkvegget damprør for utliggerlengder opptil 3,4 m. For utliggerlengder fra og med 3,5 m og oppover nyttes 1 1/2" rør.

Horisontalstaget som holder Kt i horisontalplanet, er festet til nedre isolator. Dimensjon 1" for type I-II. Ved øket belastning (se fig. 16) nyttes derimot 1 1/4" rør. Direksjonsstaget er festet til Kt og holder denne sidevegs. Dimensjon 1/2" rør med  $l = 700$  mm for type I, II og III. For type Io er  $l = 1100$  mm.

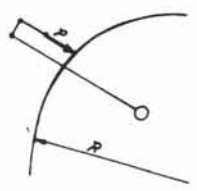
Type	nI	nIa	nII	nIII
Anvendelse	For strekk Sik-sak = 400		For trykk Sik-sak = 1400 (Bruksområde se fig. 22)	
Strekkstag	5/8" rundt stål			
Trykkstag Utligger- lengde (9,34 m) Utliggerlengde 3,3-4,3 m	1 1/4" rør			
	1 1/2" rør			
Horisontalstag	1" rør		1 1/4" rør	
Lett direksjonsstag	L = 700	L = 1100	L = 700	

Tabell 5

Forannevnte opplysninger framgår for øvrig av tabell 5. Denne gir sammen med fig. 20 den nødvendige oversikt. Vi ser at når vi har utliggerlengder lik eller større enn 3,5 m, må trykkstaget forsterkes. Den får for liten stivhet, og det kan oppstå fare for knekking, altså økes dimensjonen fra 1 1/4" til 1 1/2". En annen årsak til øket belastning på en utligger kan være at kurveradius minskes. Herved økes kurvekraften.



I fig. 17 er kurvekraften:



$$P = Hk \times \frac{L}{R} \text{ kp} \quad L = \text{Spennlengde}$$

Kurvekraft ved mast innerside kurve.

Figur 17

Ser vi nå bort fra de kurvekrefter vi får p.g.a. siksaken, så får vi når L = 30 m:  
 R = 1000 m P = 18,75 kp  
 R = 500 m P = 37,50 kp  
 R = 200 m P = 93,50 kp

Denne økning belaster horisontalstaget som for n III er 1 1/4".

Ved kurver kan vi utnytte kurvekraften til å få en enkel og lett utligger. Kravet er R = 750 m.

Figur 18 viser en kurveutligger. Den del som bærer Bli tilsvarer nI-utligger.

Som "horisontalstag" nyttes her ståltau.

Det er 3/4" line 6 x 12 + 7. For feste til ringen er nyttet kause og to lineklemmer. Det samme er nyttet for feste av det lette direksjonsstag til linen. Det lette direksjonsstag som nyttes har l = 700 m.

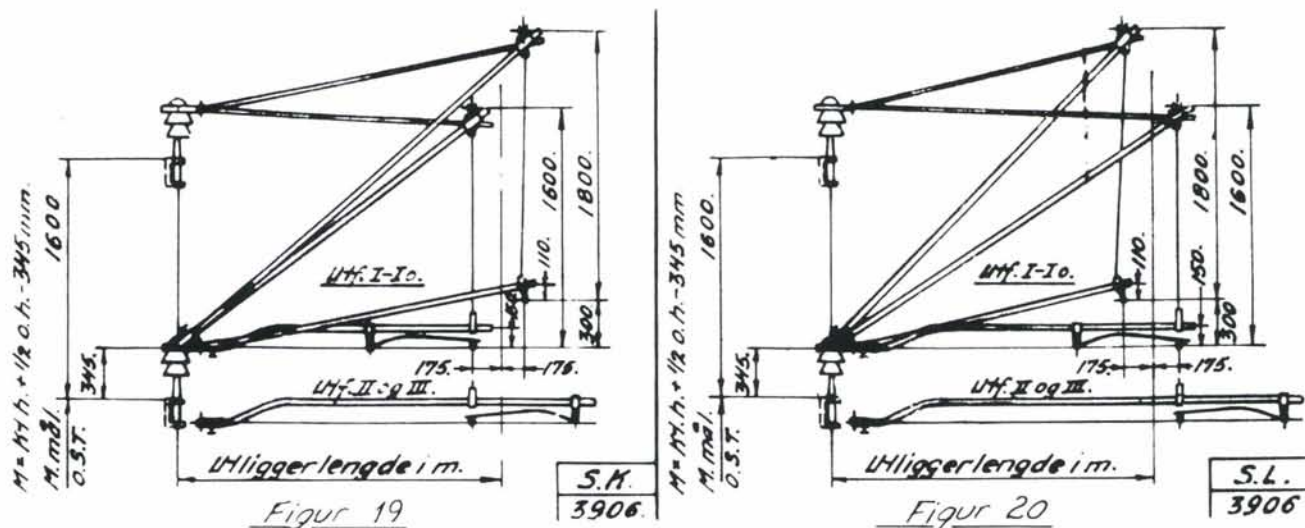
M mål = k \* h + 1/20 \* h = 315  
 M mål



Figur 18

K  
4570

I seksjons- og avspenningsfelt nyttes seksjonsutliggerene. På fig. 19 er en såkalt SK-utligger vist, og på fig. 20 såkalt SL-utligger vist.



S betegner her seksjon, mens K henholdsvis L angir hvilken utligger den kjørbare kontaktledning er festet til.

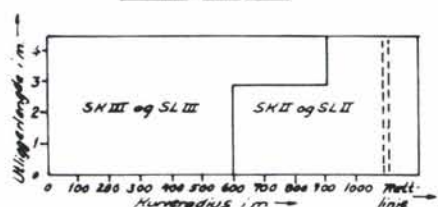
SK-utligger angir altså at det kjøres på den kontakttråd som er opphengt i den korte utligger, mens den lange er løftet.

SL angir tilsvarende at det kjøres på kontakttråden opphengt i den lange utligger, og at den korte nyttes for løfting av kontaktledningen som kommer fra eller går til avspenning.

Av fig. 10 og 11 avsnitt 2.1.0. hvor den løftede ledning er stiplet, ser vi hvordan utliggerne nyttes.

Type	SKI og SLI	SKII og SLII	SKIII og SLIII	SKIV og SLIV
Anvendelse	For strekk Sikksak = 400-330-0		For trykk Sikksak = 400 (Værksom: se fig. 22)	
Strekkstag	5/8" rundt stål			
Utligger- lengde 3,3-4,5	1 1/4" rør			
Trykkstag Utliggerlengde 3,3-4,5	1 1/4" rør			
Abnansalsstag	1" rør		1 1/4" rør	
Direksjonsstag	1" rør			
Utliggerlengde i m.	1/2" rør			
Utliggerlengde i m.	L=700	L=1100	L=700	

Tabell 6

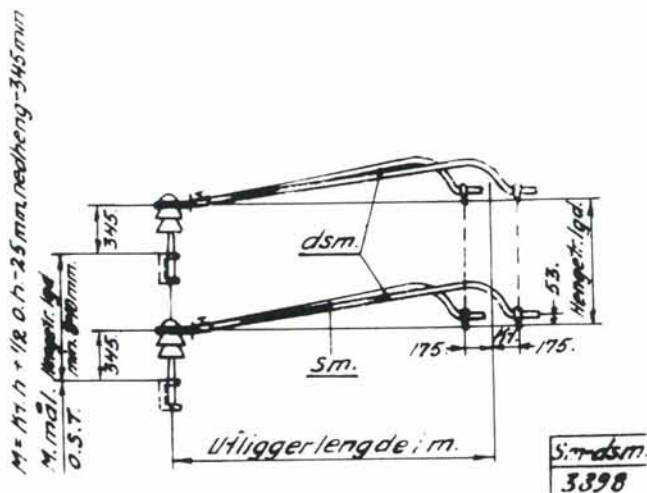


Figur 22

Tabell 6 gir en oversikt over seksjonsutliggerne, videre er det i fig. 22 angitt bruksområdet for typene II og III.

På fig. 23 er utligger typene seksjon midt- og dobbeltseksjon midtutligger vist. Dette er ingen bærende utligger, men bare en utligger som holder kontakttråden i riktig avstand fra spormidtt samt sørger for en riktig avstand mellom kontaktledningene. Den nyttes alltid ved seksjonsfelt, men også i enkelte tilfeller ved avspenningsfelt. Direksjonsstaget er et halvtomsrør, til dette festes en kontakttrådholder hvor kontakttrådklemmen er festet.





Figur 23

Nyere utliggerer som svarer til system 35 og 35 MS har prinsipielt samme oppbygning som de "gamle" utliggerer, men her andre betegnelser. Skisser av disse følger under.

Som en ser av skissene er det i disse utliggerkonstruksjonene mindre friksjon i befestigelsen mot masten.

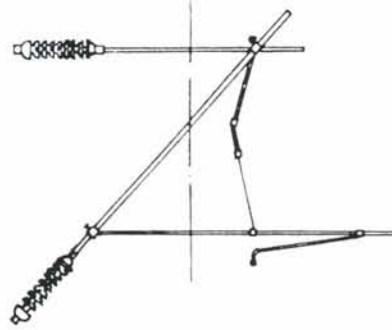
Dette gjør at ledningspartene får en bedre jevnhet i strekket og dermed oppnår vi bedre kjøreforhold. Glassisolatorer eller porselensisolatorer i stavutførelse gir jevnere kvalitet, i forhold til innstøpte pigger, med hensyn på radiostøy.

Betegnelsene nA, nB, slA, skA, slB, skB og brI gir entydig beskjed om utliggererene står på strekk (A) eller trykk (B) og k eller l gir referanse til den kjørbare utliggerer i seksjonsutliggerer her også.



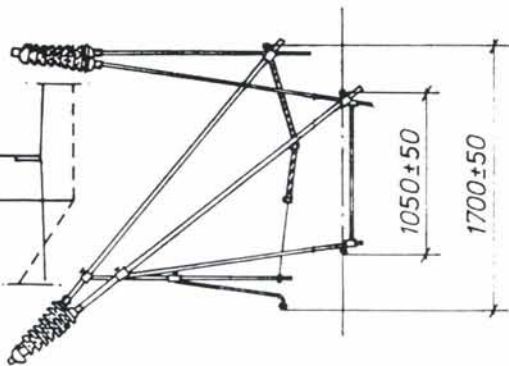
$y=1550\pm 50$

nA utl.  
E-7029

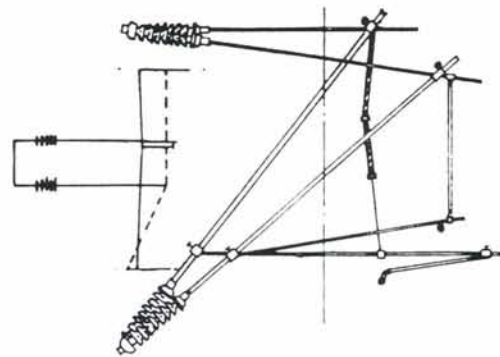


$y=1550\pm 50$

nBI-II ut  
E-7029

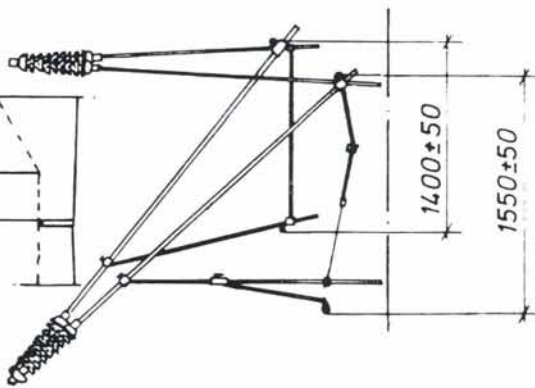


skA I utl.  
E-7034

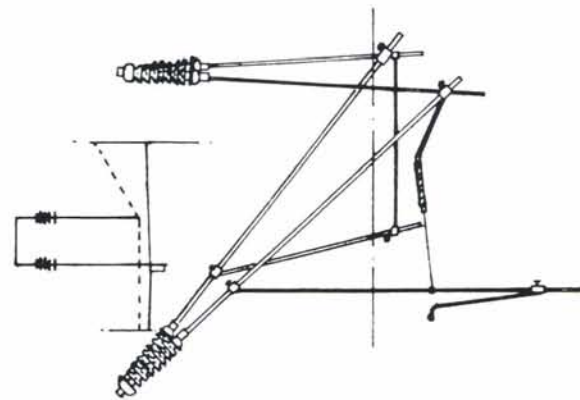


$y = \text{samme som skA I}$

skBI-III ut  
E-7034

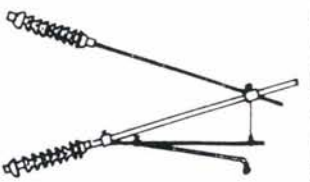


slAI utl.  
E-7034



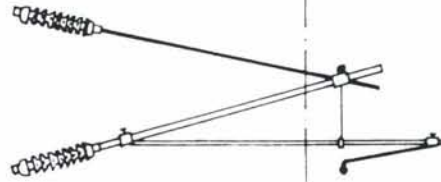
$y = \text{samme som slAI}$

slBI-III u  
E-7034



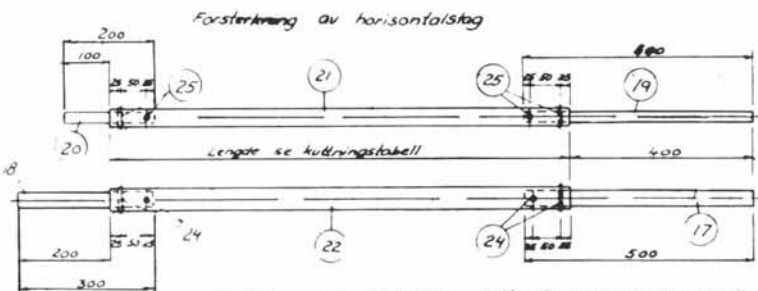
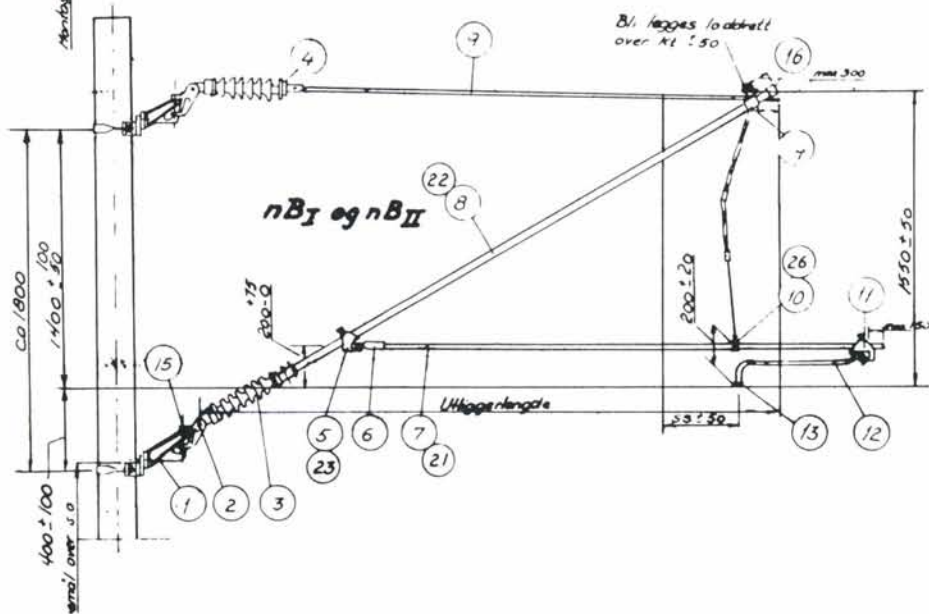
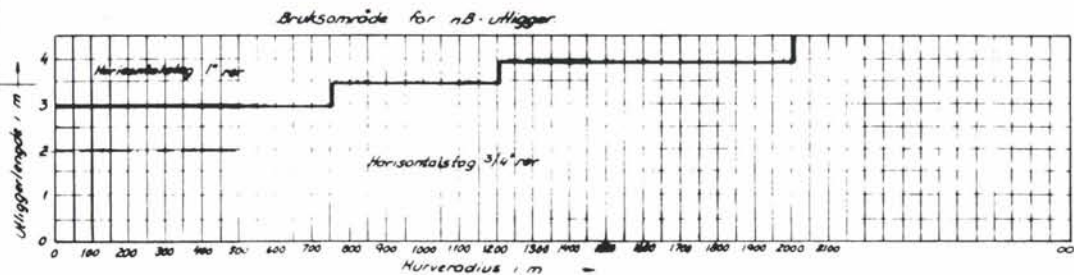
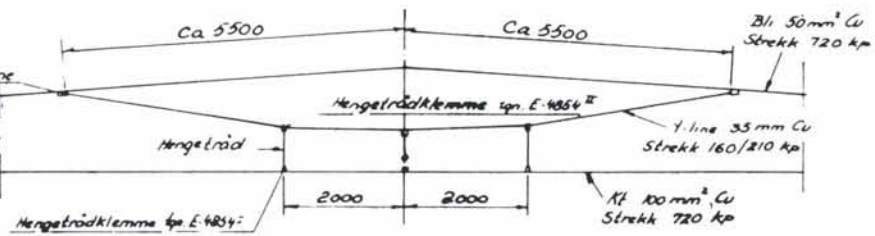
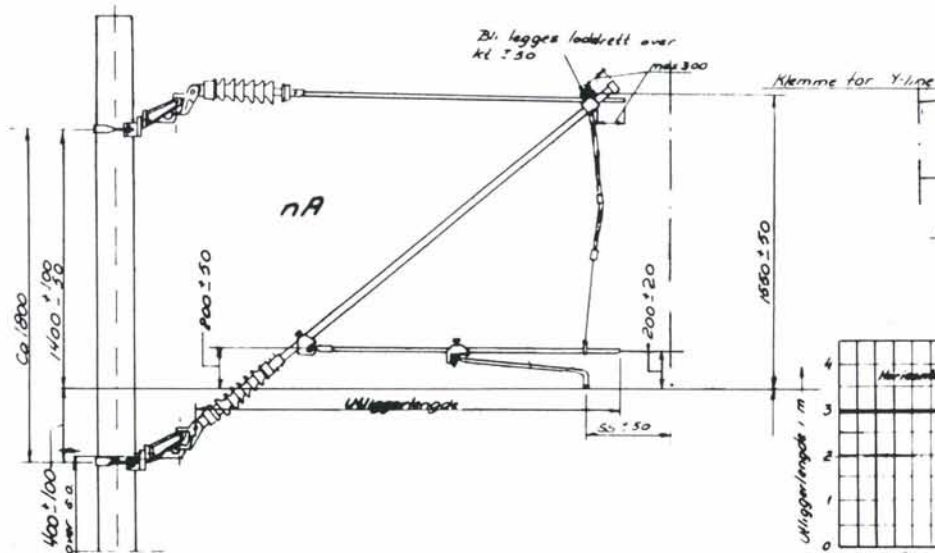
$y=620$

nth I utl  
E-7051

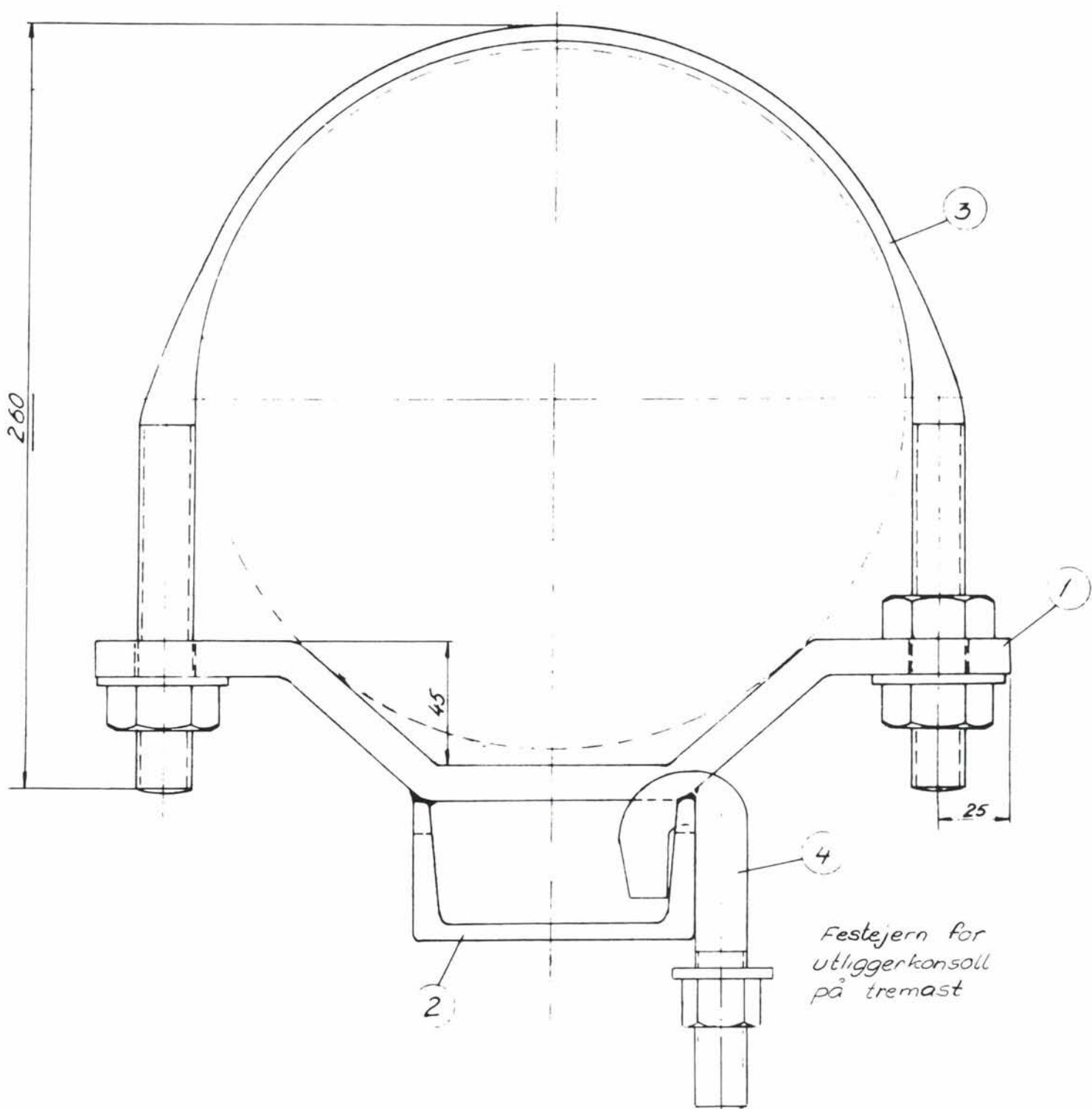
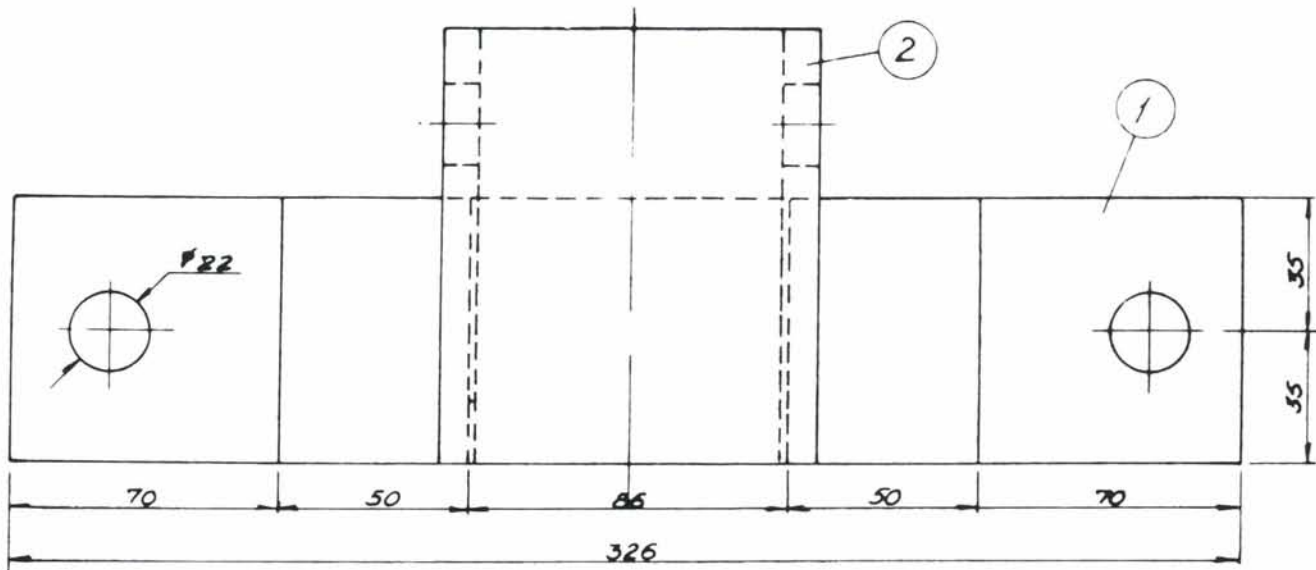


$y=620$

nth II utl  
E-7051

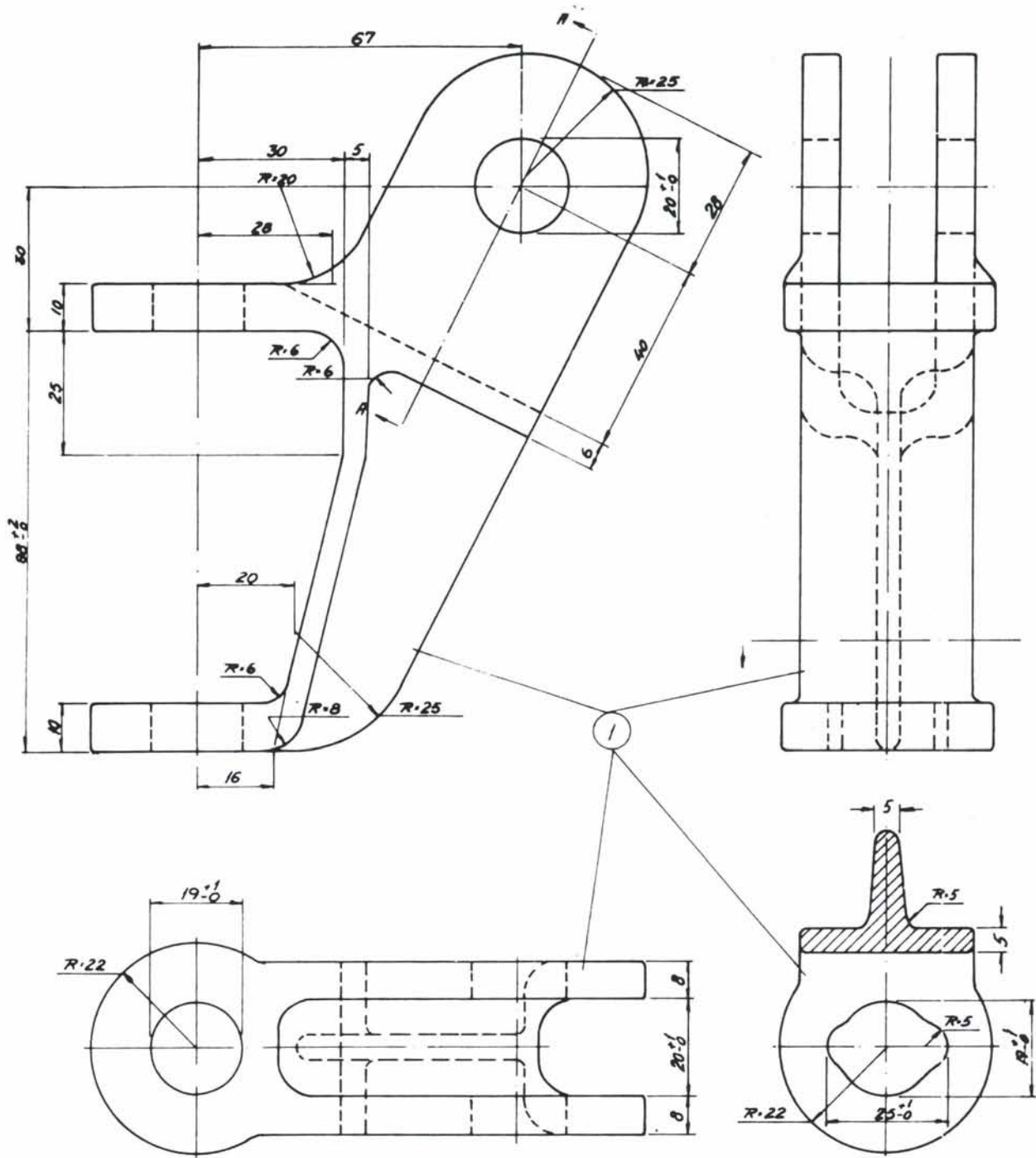


Normalutligger

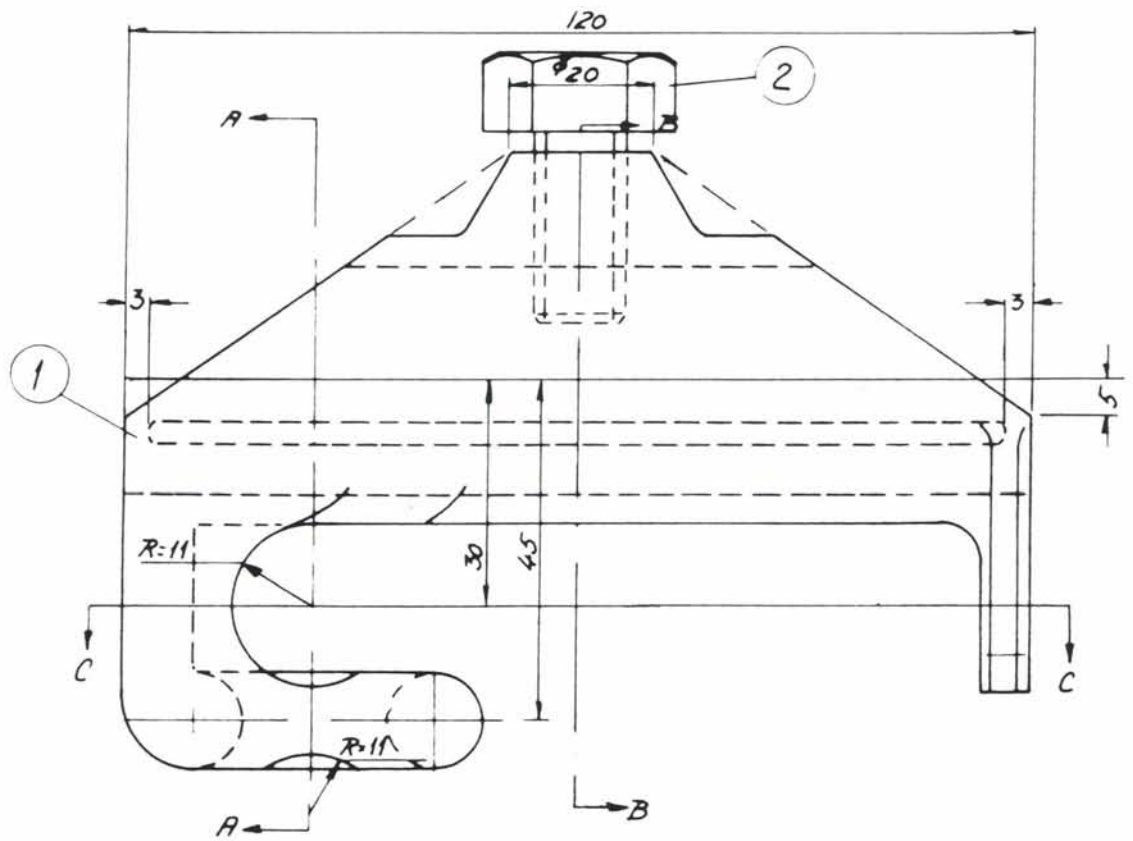


Festejern for  
utliggerkonsoll  
på tremast

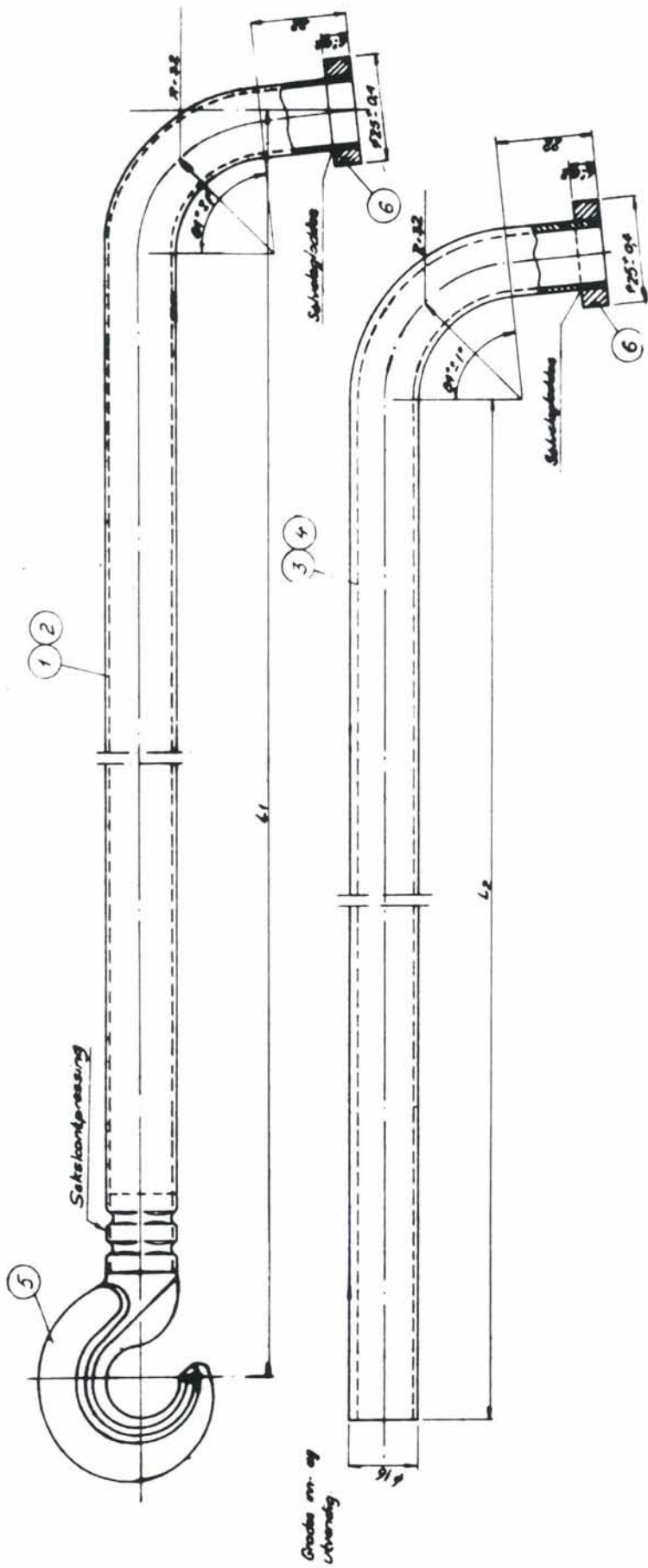




Ledd for utliggerkonsoll

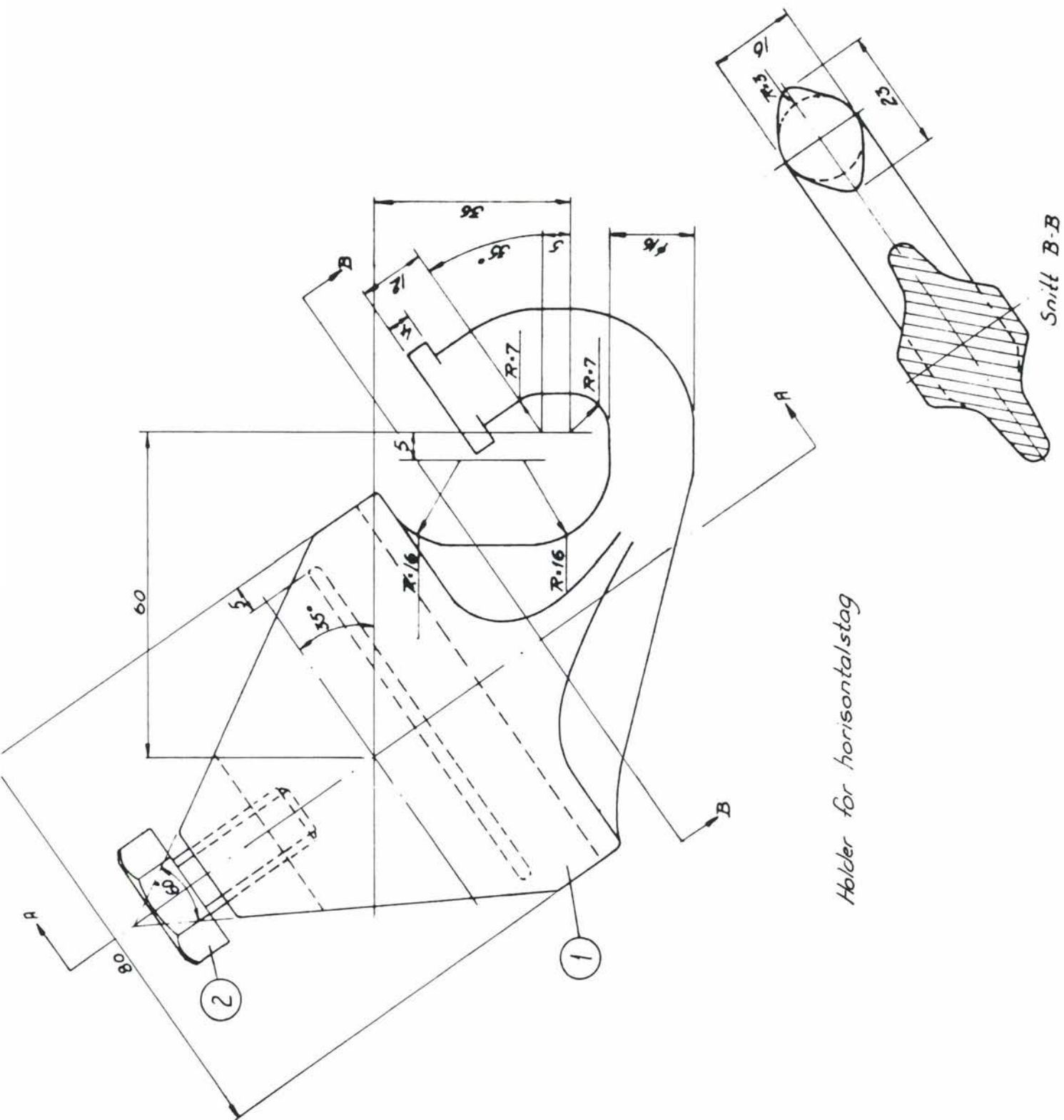


holder for lett direksjonsstag



Lett direksjonsstag

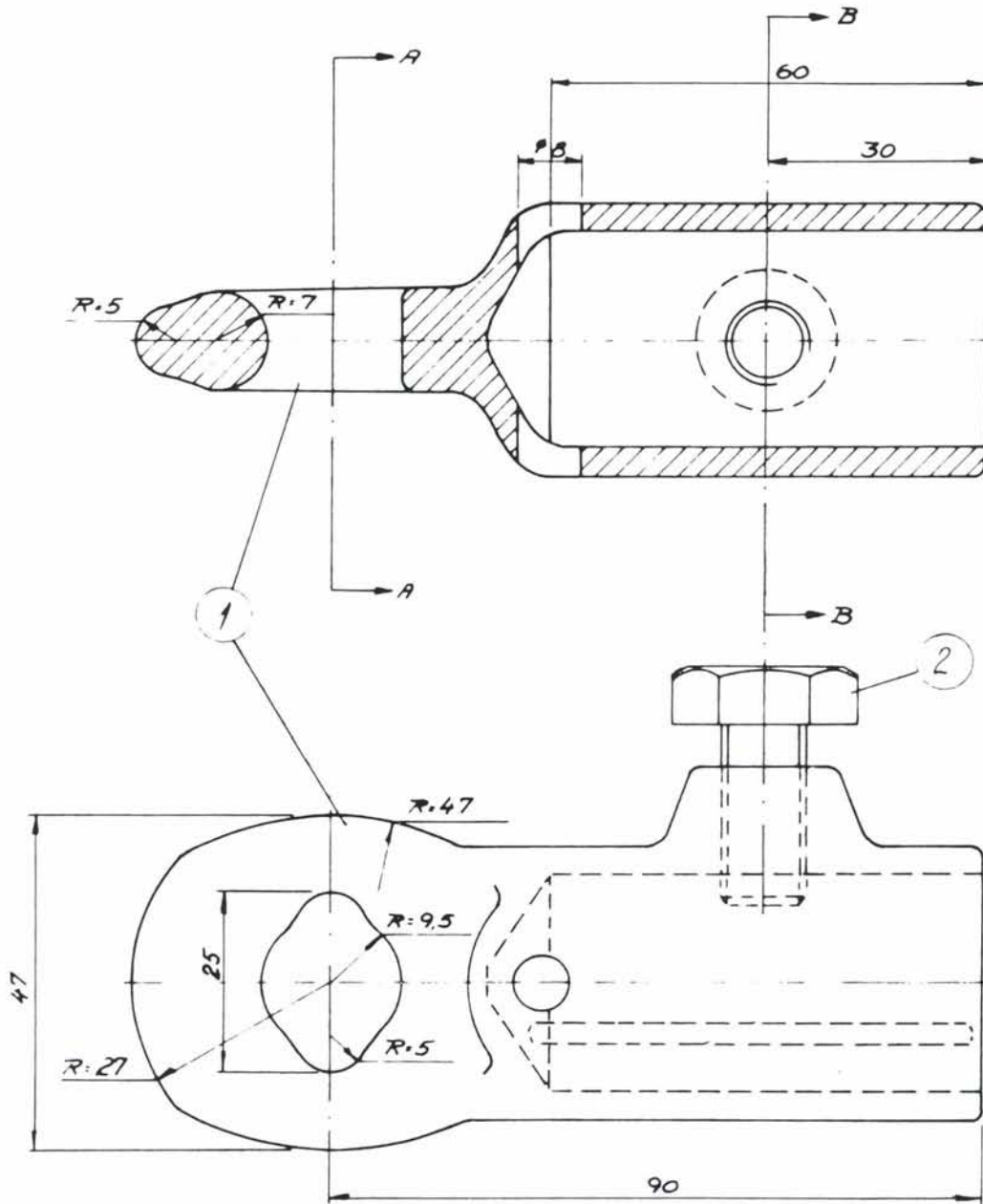




Holder for horisontalstag

Snitt B-B

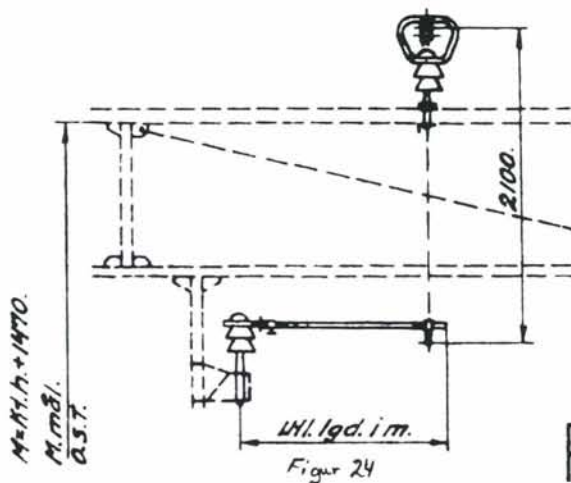
Snitt C-C



Rørmuffe for 3/4" horisontalstag

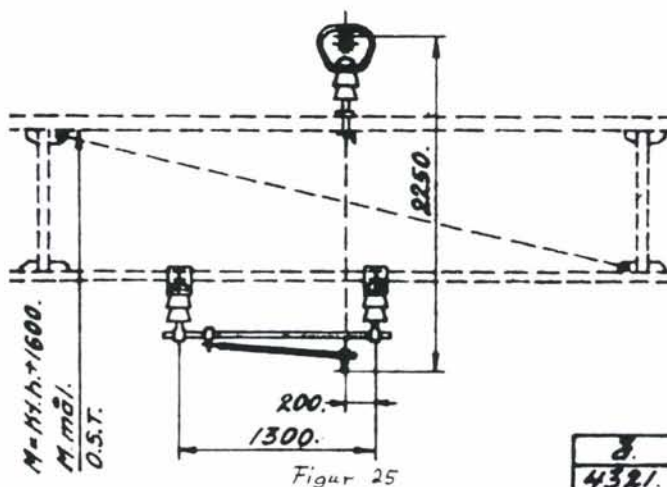
## 2.4.2. Utliggere for montasje i åk. (eldre type)

I fig. 24 er en normalutligger for åk vist. systemhøyden, d.v.s. avstanden fra midte kontakttråd til midte bæreline, er bestemt ut fra hvilken åktype som nyttes. Ved åk type 1 og 2 er den 2140 mm, mens den ved åktype 3 er hele 2400 mm. Her nyttes bare et rør, direksjonsstaket som er et 1/2" rør. Bærelinen derimot er opphengt i et slepekull som via en gaffel og festet til isolatorring for trinseopphevingen. Fig. 25 viser åkutligger type å. Denne utliggertypen er spesielt brukt på Bergensbanen.



Figur 24

Øna.  
2083.

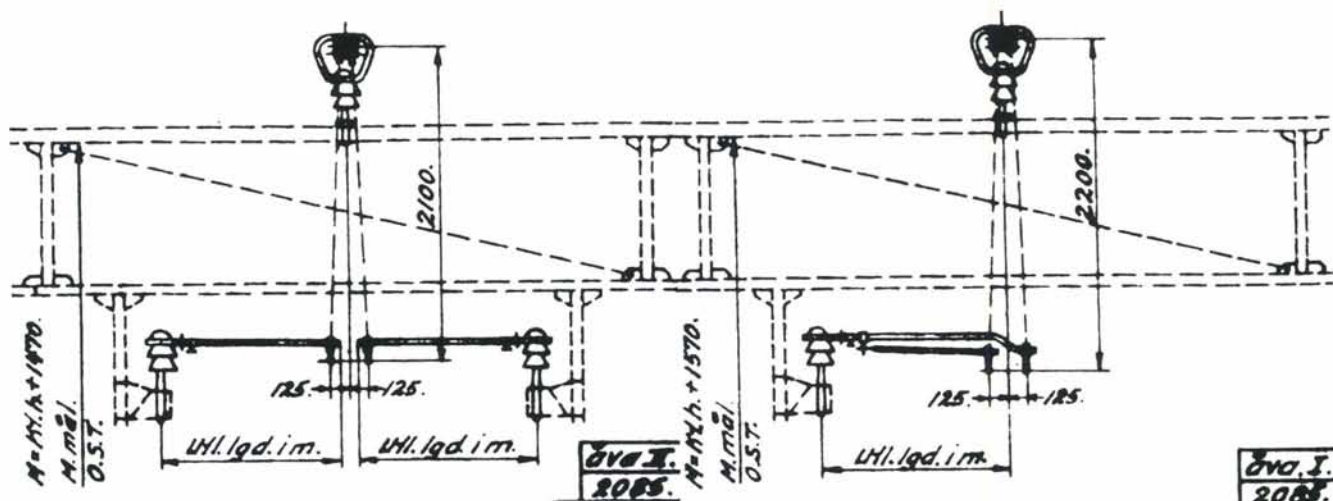


Figur 25

Årsaken til den valgte konstruksjon er at snøsprut fra snøryddingsredskap ikke skal kunne presse direksjonsstaket opp i jorden konstruksjon og derved koble ut anlegget.

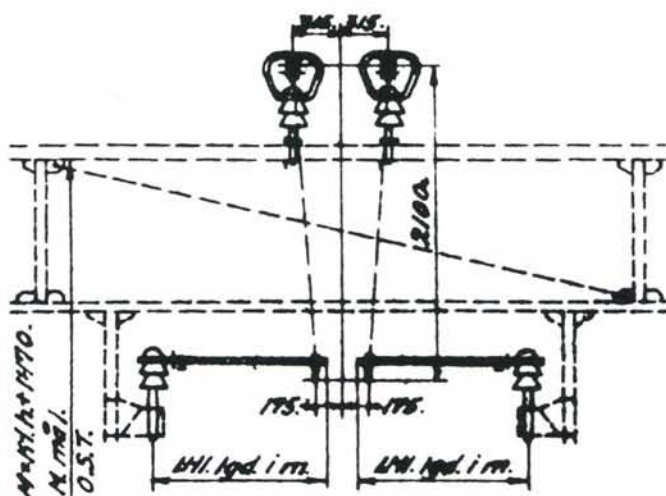
På steder hvor man nytter åk, d.v.s. på stasjoner, er det stort behov for vekselutligger. På fig. 26 er det vist en vekselutligger for åk hvor det er 2 hengerammer. Er det bare en hengeramme, nyttes vekselutligger vist på fig. 27. Her holdes kontakttrådene i en avstand på 250 mm fra hverandre.

Ø.  
4321.



Figur 26

Figur 27



Figur 28

åsa  
E-2084

Direksjonsstagene er 1/2" rør. For åva I (fig. 27) må det ene bøyes. I det bøyde rør er det nedre lette direksjonsstag er festet via en rørmuffe med øye. Men også for åkutliggerne har man behov for seksjonsutliggerne. Denne er vist på fig. 28.

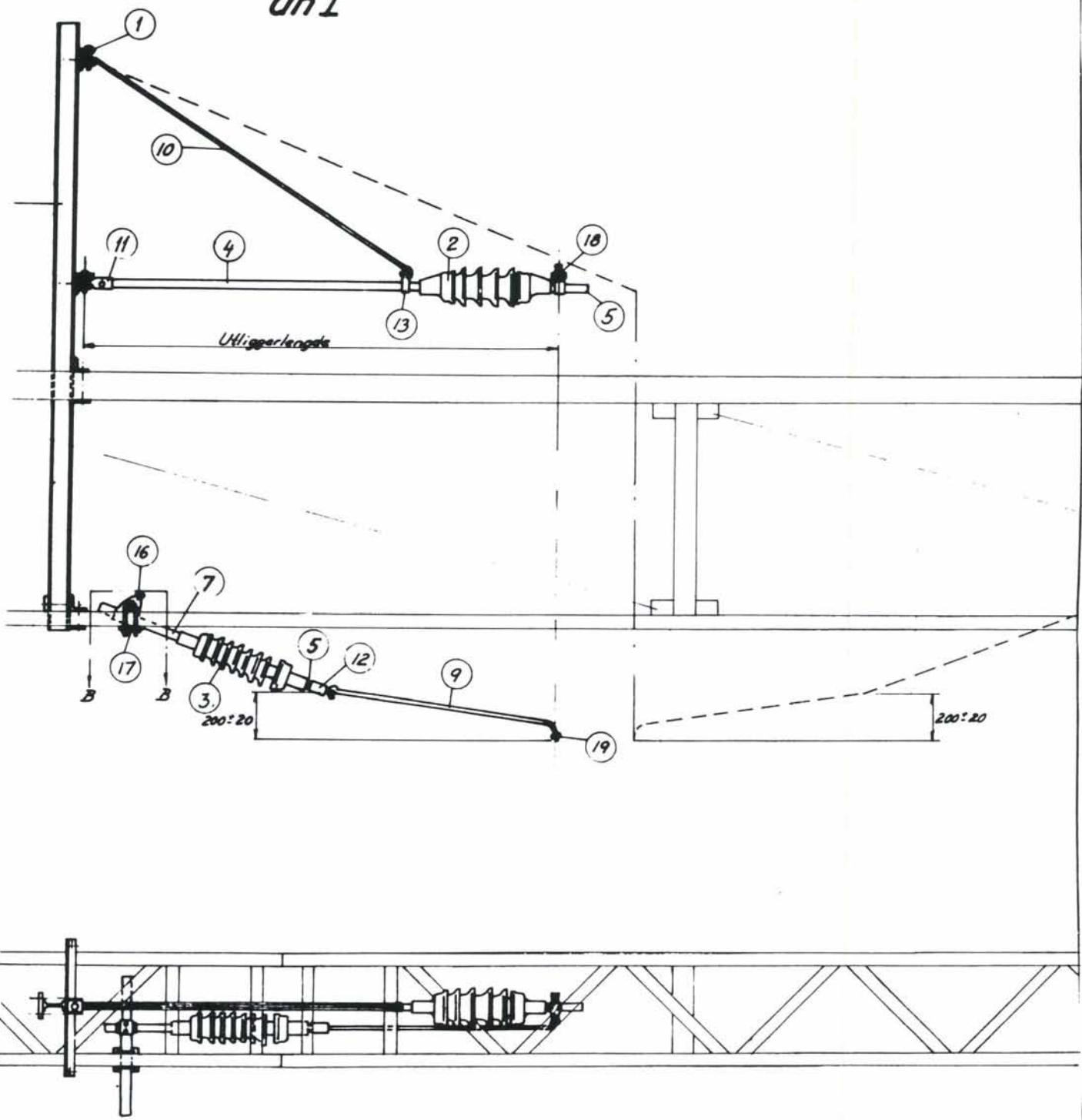
I motsetning til vekselutligger føres her bærelinene over hver sin isolator. Videre er avstanden mellom kontakttrådene mellom kontakttrådene øket fra 250 mm som den er ved vekselutliggerne til 350 mm.

Åkutliggerne for nye åk type 11, 12, 13 og 14 har en lavere systemhøyde for å holde mastehøyden nede. De har også beholdt den friksjonsmessige bedre konstruksjonen med ledd og underlagsskive i konsollene.

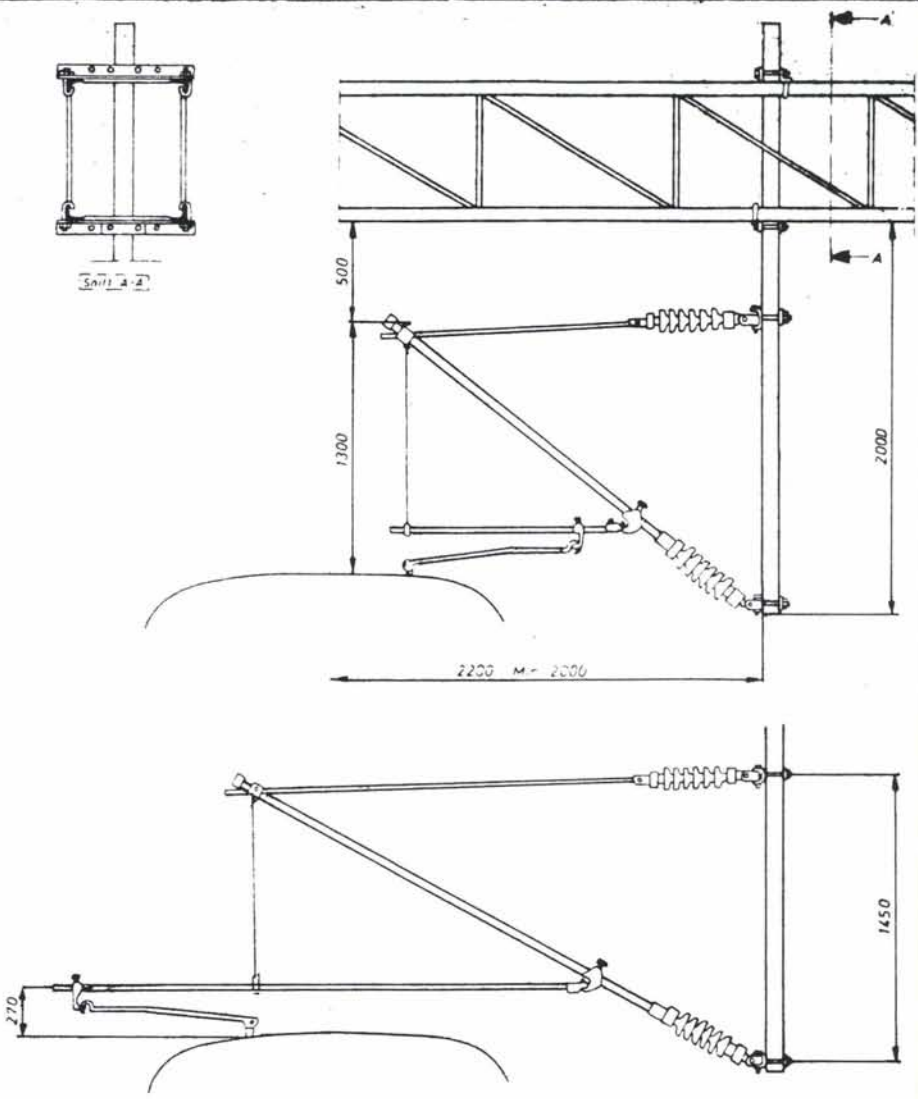
Det er system 35 utliggerne med tilhørende komponenter som inngår her.

De nye utliggerne fra Siemens vil også gå inn i disse åkene uten videre med lette direksjonsstag.

ån I



Åkutligger tp. ån



Zus.		Kennzeichnung	Polnr.	Farb.	Maße	Anm.	
Nr.		Ergänzungen:		Datum		Sign. Ktr.	
		Kontaktleitungsanlegg		Målestokk		Tegn	
		Utligger i ØN System 35		1:100		74-78	
		Norges Statsbaner		Erstatning for		E-5190	
		Selskapsforretningen Hald, Lysø					

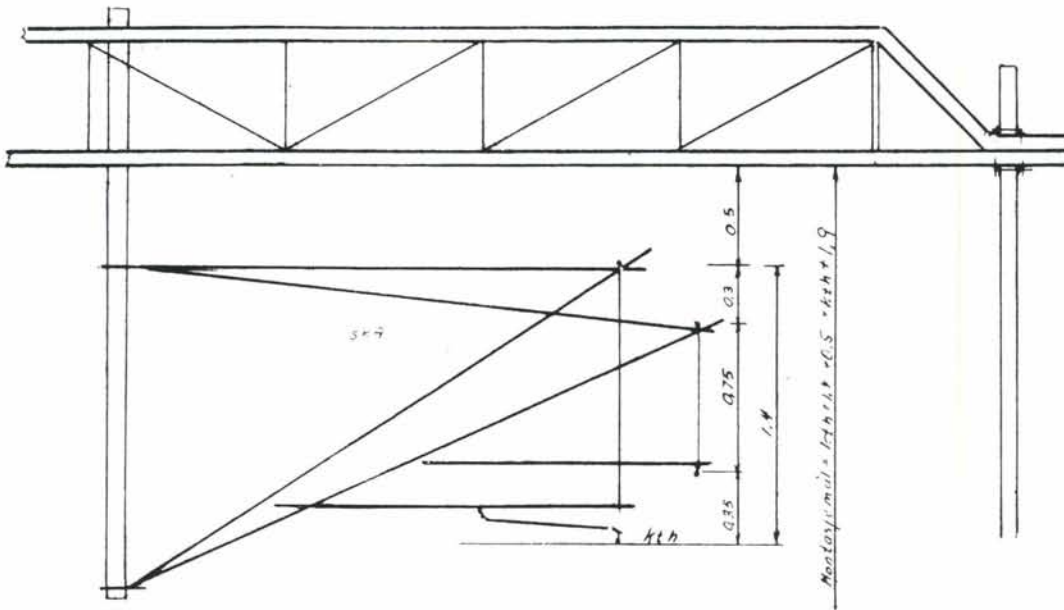


fig. 7

Montasjemålet blir kontakttråd høyde + 1,4 + 0,5 =  
kontakttråd høyde + 1,9 m.

Fig. 8 viser sIA-utligger i åk.

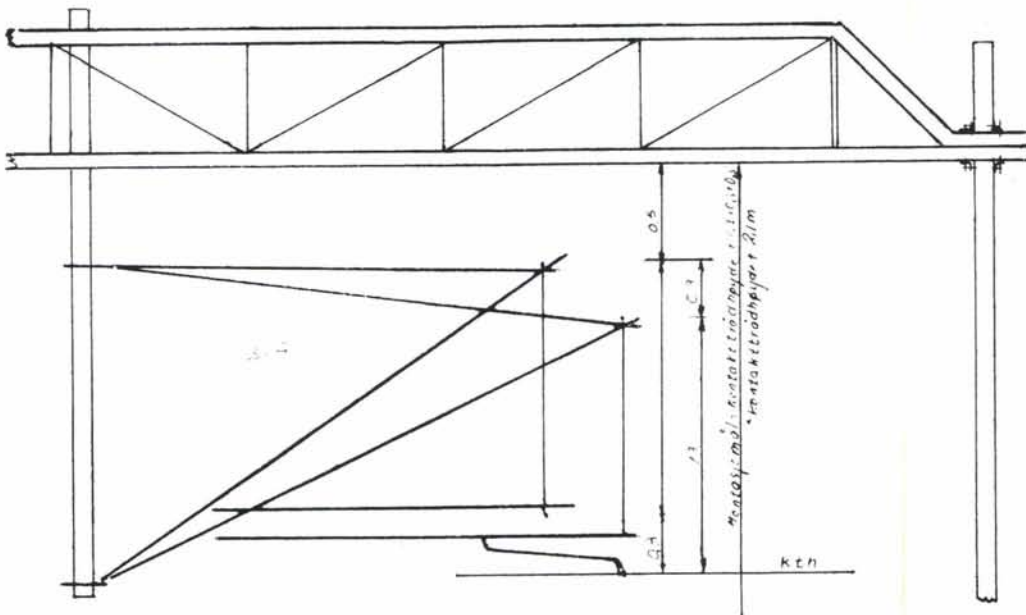
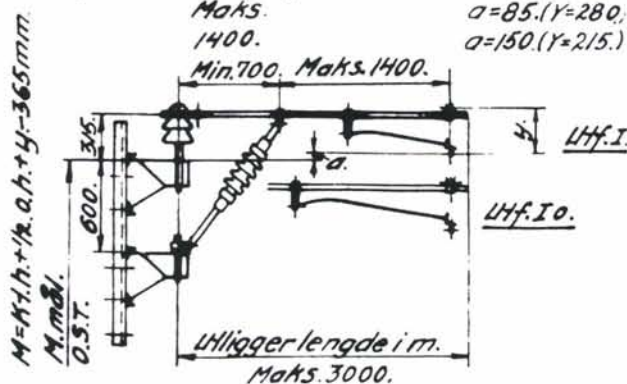


fig. 8

2.4.3. Utliggere for montasje i tunneler, snøoverbygg, under broer og ved overgang til tunneler, snøoverbygg og broer.

Nevnte utliggere må være utført slik at de muliggjør en liten systemhøyde. Her må nemlig systemhøyden, avstanden mellom kontakttråd og bæreline, avpasses slik at den blir størst mulig under hensyn til de små høyder som er til disposisjon. I det etterfølgende har jeg nyttet begrepet utliggerhøyde i stor utstrekning. Utliggerhøyde er det samme som systemhøyde og nyttes i stor utstrekning på gjeldende tabeller.

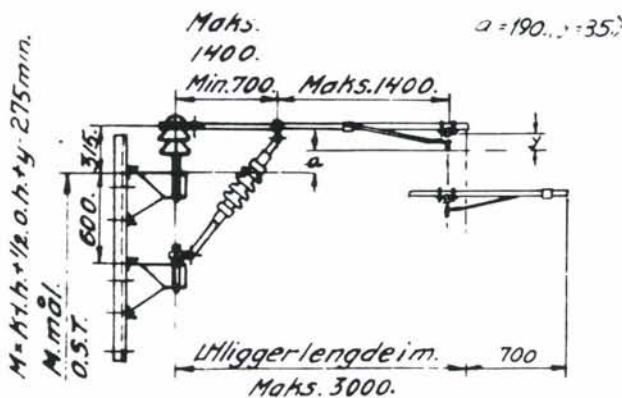
Vi kan skille mellom utliggere som brukes i tunneler og under broer og utliggere som brukes i overbygg. En annen oppdeling er å si at en hovedgruppe brukes under de punkter som betinger de små systemhøydene, og den annen gruppe er de som plasseres foran disse punkter. Det er i grunnen tunnelprofilen som bestemmer utliggerhøyden. Ved tunnelprofil B3 og B8 kan utliggerhøyden være 215 mm. Mens ved tunnelprofil B8 kan utliggerhøyden økes til 280 mm når kurveradien er mellom 600 m og uendelig. På fig. 29 er en såkalt b1-utligger vist. Denne har en systemhøyde på 215 - 280 mm.



Figur 29

b1  
4257

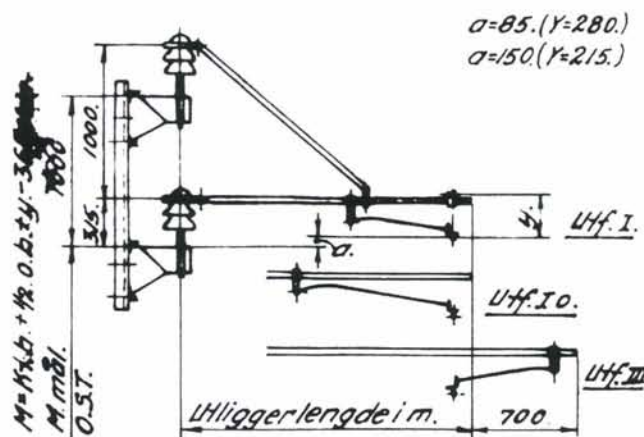
Her nyttes et vanlig lett direksjonsstag opphengt i et stagledd. Blir imidlertid tunnelhøyden lavere, erstattes stagleddet med en rørklemme samtidig med endret utførelse av det rette direksjonsstag. Denne utliggertype er vist på fig. 30 og har systemhøyde helt ned til 85 mm. Merk også at ved b2-utliggeren det lette direksjonsstaket plassert på siden av horisontalstaket. b3-utliggere nyttes utenfor tunneler og utenfor broer og har en systemhøyde på 250 henholdsvis 280 mm. Denne er for øvrig vist på fig. 31. Som en konklusjon kan vi si at b1- henholdsvis b3-utligger normalt skal brukes. På fig. 32 har vi vist en hvelvutligger. Denne har en systemhøyde på 280 mm og kalles H8.



Figur 30

b2  
4257



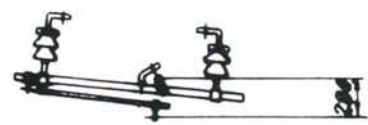


Figur 31

83.
4257.

Skulle det i hvelv være behov for å nytte 215 mm, må en utligger som er vist på fig. 33 nyttes. Denne kalles H3.

På fig. 34 har vi vist utligger for bruk i overbygg. Denne er i grunnen som b1-utliggeren, se fig. 29, men har et bøyd horisontalstag. Årsaken til dette er avstanden til bjelkene. I tabell 7 er bruksområder, systemhøyder og dimensjoner på stagene for b1, b2, b3, H3, H8 og 0 utliggeren angitt. Også i tunneler eller under lengre byggverk er det behov for seksjons- og avspenningspunkter. Til det nyttes utliggerer som er vist på fig. 35, 36 og 37. Merk her at på fig. 35 og 36 er det lette direksjonsstaget festet til horisontalstaget på samme måte som for b2-utliggeren (se fig. 30). Årsaken til dette er at ett av stagleddene, som vanligvis brukes f.eks. ved b1-utliggeren, vil komme for nær det frie profil.



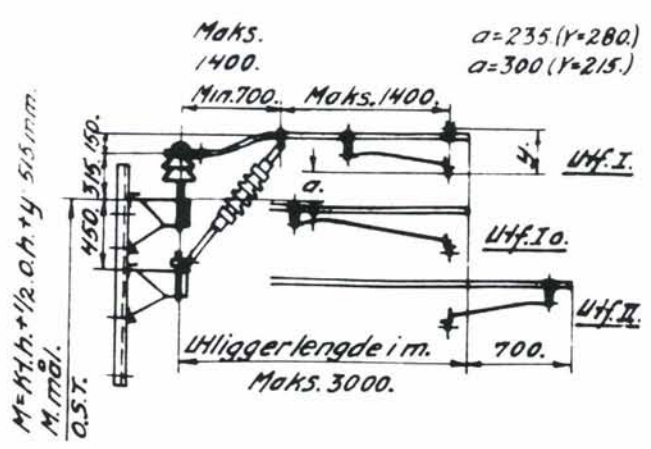
Figur 32

ha
2678



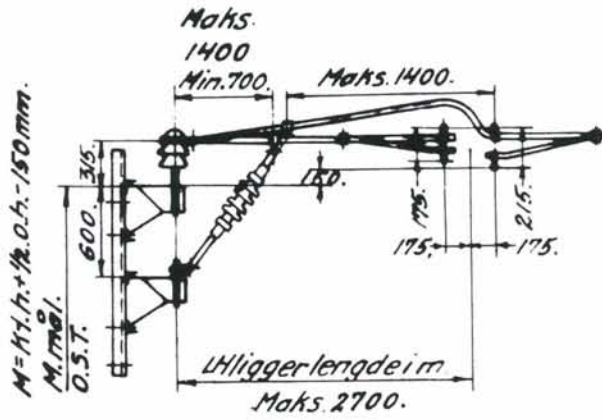
Figur 33

h3
2677



Figur 34

0.
4315.

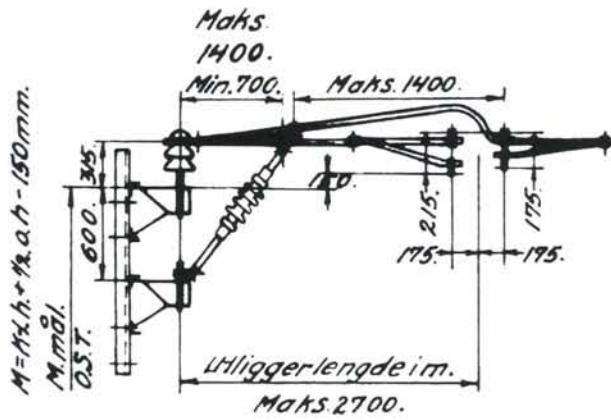


Figur 35

δSL  
2673.

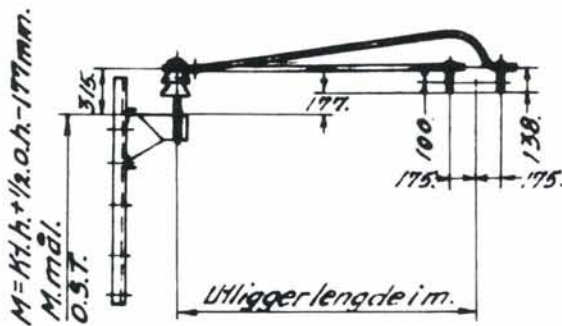
Teqn. Nr. E.	Utligger-type	Maks ved strekk / trykk	Systopp-tryk (N)	Abriseret steg	Leff. utrednings steg	Trykk-steg	Strekk-steg
4257	b <sub>1</sub> I	strekk +400	215/280	1 1/4"	1/2"	1 1/4"	
	b <sub>1</sub> I <sub>0</sub>	strekk 0=+400	215/280	1 1/4"	1/2"	1 1/4"	
	b <sub>2</sub> I	strekk 0=+400	< 215	1 1/4"	1/2"	1 1/4"	
	b <sub>2</sub> III	trykk 0=+400	< 215	1 1/4"	1/2"	1 1/4"	
	b <sub>3</sub> I	strekk +400	215/280	1 1/4"	1/2"		5/8"
	b <sub>3</sub> I <sub>0</sub>	strekk 0=+400	215/280	1 1/4"	1/2"		5/8"
2677	H <sub>3</sub>	strekk 0=+400	215	1 1/4"	1/2"		
	H <sub>8</sub>	strekk	215/280	1 1/4"	1/2"		
4315	OI	strekk +400	215/280	1 1/4"	1/2"	1 1/4"	
	OI <sub>0</sub>	strekk +400=0	215/280	1 1/4"	1/2"	1 1/4"	
	OII	trykk +400	215/280	1 1/4"	1/2"	1 1/4"	

Tabell 7



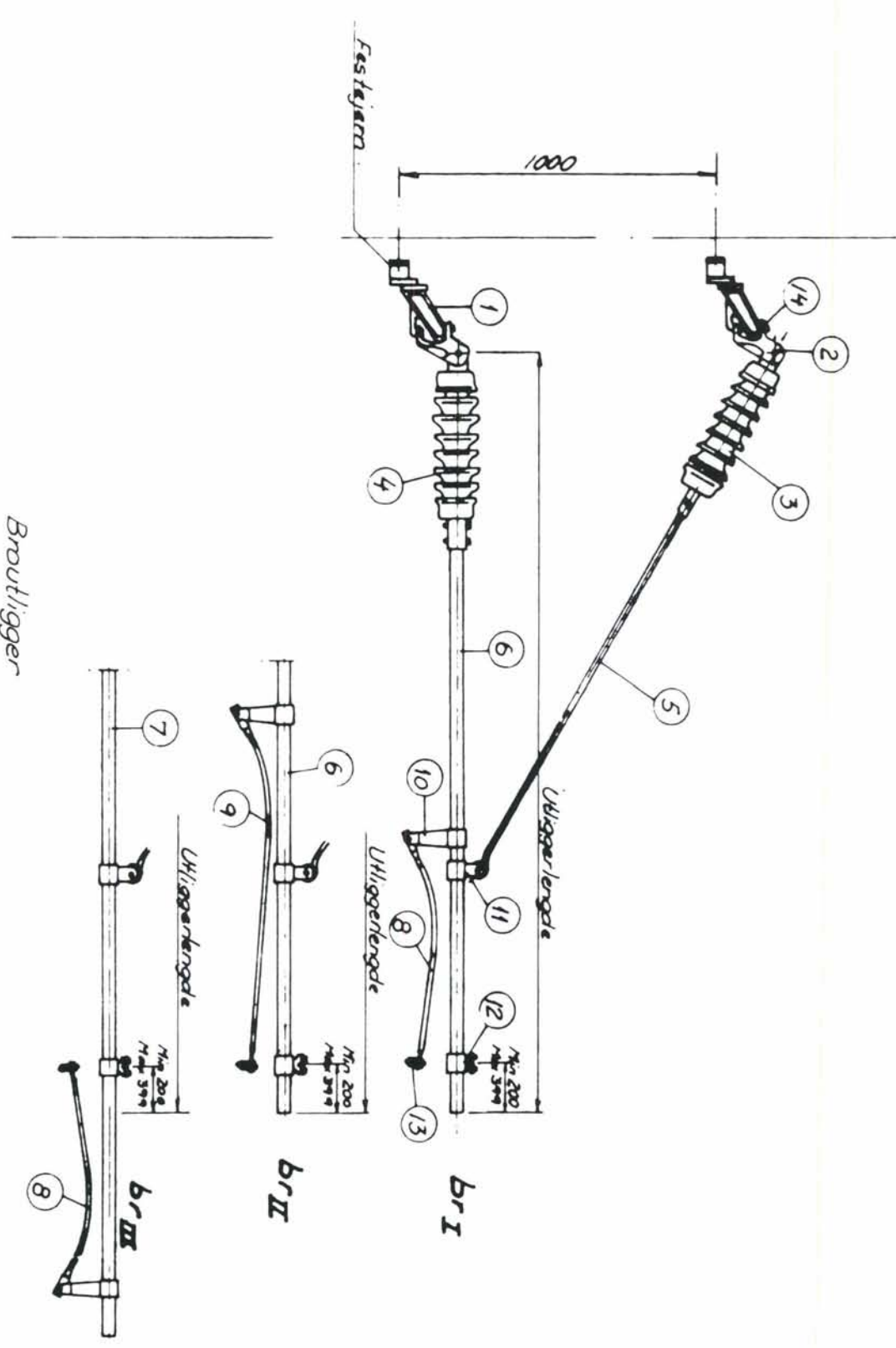
Figur 36

δSK  
E-2673



Figur 37

δSM  
E-2673

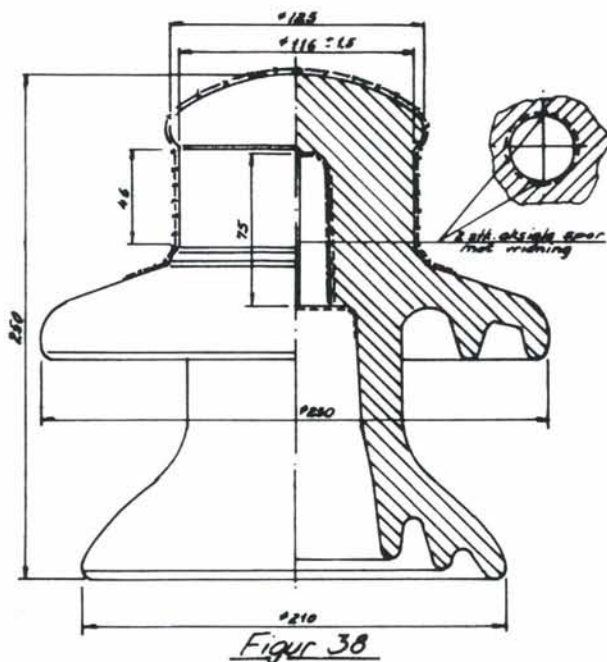


For system 35 er broutligger laget på samme lest, men med noe større systemhøyde.

I tillegg er det kommet utliggere med tilpasset systemhøyde i et område fra 250-500 mm både for trykk og strekk.

Siemenssystemet (syst.20Y) har krav til større systemhøyde (byggehøyde) fordi det er dimensjonert for høyere hastigheter. Dette blir også tatt hensyn til i nybygde tunneller.

### 2.5.0. Isolator.

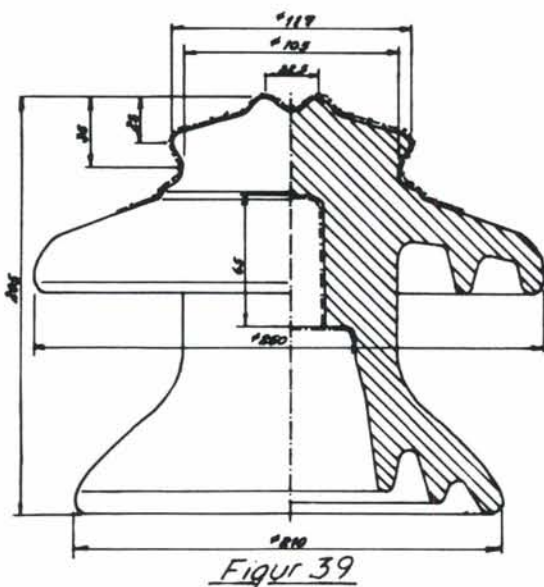


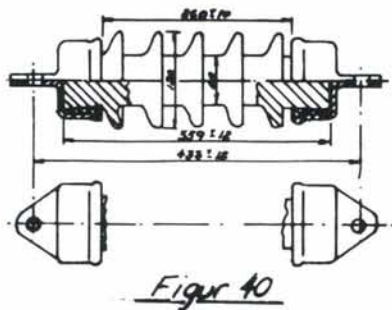
Isolatorene er gitt i og med systemvalget. Vi nytter stå eller pigg-isolatorer for de eldre systemene.

Dessuten bestemmes formen av bruksområdet.

Skal vi ha en isolator for feste av en ring, må en type som er vist på fig. 38 nyttes.

Hvis den skal nyttes for feste og bæring av en line, må en bruke isolator vist på fig. 39. Krever vi derimot at en isolator skal stå under rent strekk, er valget av en stavisolator, vist på fig. 40, naturlig.





I tabell 8 er det en oversikt over våre isolatorer.

Isolator-type	Teqn. nr. E-	Bruksområde	Krypstrøm-vei [cm]	Holdspenning, våt [kV]	Figur nr.	
Ståisolator	1321	} Kl. brytere av gammel type. Utliggere.	43	56	38	
"	3026		74	55		
"	4446		60	65		
"	1499		} Forbigangsløsning Kl. bryter, ny type	63		50
"	3027			56		65
"	4447				39	
Stavisolator	3974	Anspenning med langt endefelt og ved avtrekk	47	85		
"	3975	Anspenning med kort endefelt og som nære isolator i "hemmelaget" si.	46	90	40	

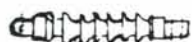
Tabell 8

De små ståisolatorene (E-1321 og E-1499) ble skiftet ut til fordel for isolatorene E-3026 og E-3027. Årsaken var som det framgår av tabell 8 ønsket om lengre kripestrømveg i håpet om at de ville være bedre i saltholdige strøk. Senere skiftet vi disse isolatortyper ut med en annen stor type (E-4446 og E-4447) som er lettere å komme til under kappene for vask og puss.

Isolatorer har senere utviklet seg og blitt tilpasset nye kontaktledningssystemer. Stavisolatoren for system 35 av porselen kom først inn i NSB med dette systemet.



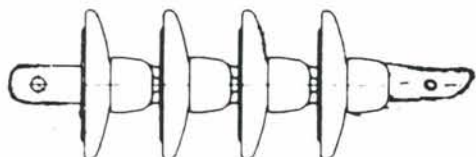
Strekisolator E-7018



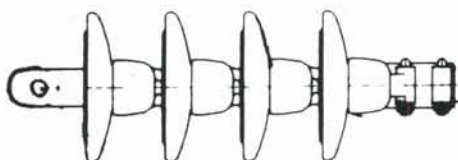
Trykkisolator E-7017

I de senere år har glassisolatoren med samme funksjon og beslag tatt plassen for porselen i trykk- og strekk-belastede isolatorer.

Denne har større driftssikkerhet da den ikke deler seg når den knuses slik at utliggeren eller ledningen ikke faller ned. Skuddskader får ikke så store konsekvenser her som på porselen.



Strekk E-7066



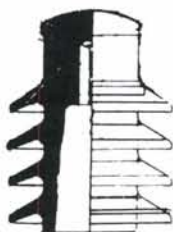
Trykk E-7065

Komposittisolatorer er fremdeles bare å betrakte som nødløsninger og prøveanlegg. Det gjenstår langtidsforsøk her før NSB kan gå inn på dette som en standard.

Porselensisolator for Fl og brytere er i dag E-5046,



og for utliggere med piggisolator E-5047



### 3.0.0. MERKNADER TIL BYGGING AV KONTAKTLEDNINGS

#### 3.1.0. Alminnelige merknader.

Vi skal se litt på de mest grunnleggende teorier og begreper når det gjelder bygging og valg av kontaktledningssystemer.

#### 3.2.0. Overføringsevne og begrensninger.

Et kontaktledningssystem med en bæreline av 50 mm<sup>2</sup> Cu og kontakttråd på 100 mm<sup>2</sup> Cu kan belastes med 600 A kontinuerlig

Går vi over dette i lang tid (1/2 time og lenger) vil temperaturen stige i kobberet slik at vi kan få strukturelle endringer og svekke ledningene mekanisk med fare for driftsforstyrrelser.

Kontaktledningspartene kalles for den dynamiske delen av anlegget fordi det svinger når tog passerer.

Dersom det blir for stor elektrisk belastning må den dynamiske delen forsterkes med en statisk del som vi kaller forsterkningsledning (Fsl).

Denne kobles inn på den dynamiske delen med jevne mellomrom for å utjevne spenningsforskjell mellom dem, og øke tverrsnittet for linjen.

Komponenter som begrenser strømgjennomgang er sugetransformatorer og impedansespoler som har merkeverdier på 250 A, 380 A eller de siste utgavene av disse, 600 A som bygges inn i dag.

Kabler av eldre dato er også "propper" i systemet, gjerne i området 380 A.

Kontaktledningsbrytere av eldre utgave kan i ny tilstand lede 750 A.

Klemmer har en begrensning på 500 A og dette gjelder for pressede forbindelser.

Skruforbindelser er mere udefinerbare.

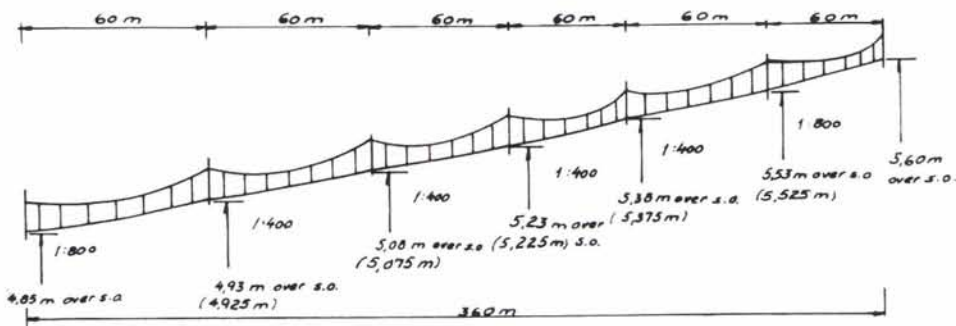
Isolasjonsavstanden som er avstand mellom spenningsførende deler og jordede deler kan være 250 mm (statisk). Dersom en strømvaktar passerer et feste, konsoll etc. kan en minstegrense på 170 mm tillates (dynamisk).

### Kontakttrådens beliggenhet.

Dette framgår av fig. 41 hvor kontakttråden er øket fra 4,85 m over skinneoverkant til 5,60 m over skinneoverkant.

Kontakttråden må ved broer, tunneller, snøoverbygg etc. stige eller falle for å komme under.

Dette gjøres etter en norm avhengig av kjørehastigheten på stedet. For en hastighet opptil 140 km/t gjelder stigning/fall i første spenn på 1:800 og i påfølgende 1:400 for til slutt å ha 1:800 igjen. Finnes det nå 20-30 mm igjen tas disse i påfølgende spenn for ikke å ødelegge flyten i strømvaktarbevegelsen.



Figur 41

Med den stigning som vil bli foreslått, ser vi at det er behov for en avstand på 360 m for å få en slik overgang.

Tillatte sideavvikelser i vindstille og tillatte spennlengder av

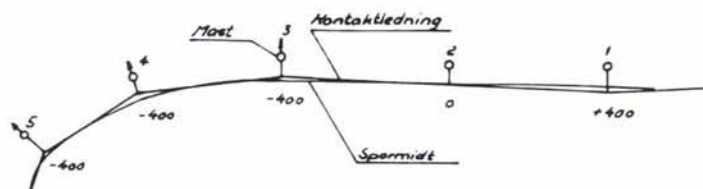
- fig. 42.1 for totalt strekk 1125 kg
- 42.2 for totalt strekk 1440 kg - tab. 101 bl. 1 og 2
- 42.3 for totalt strekk 2000 kg med y-line
- 42.4 for totalt strekk 2000 kg uten y-line.

Kurveradius $R$ m	Spenn lengde $L$ m	Max utslag $a$ mm	Sikksak
a) Normalspenn			
112 - 160	25	300	
161 - 218	30		
219 - 285	35		
286 - 369	40		
370 - 472	45		
473 - 598	50		
599 - 750	55	235	
751 - 2250	60	200	
2251 (00:1)			
00			

Figur 42



Sideavvikelsen ved største angitte vindstyrke skal ikke overstige 0,70 m. Ut fra dette er tillatte spennlengder blitt utregnet. På fig. 42 er i den angitte likning for utslaget 1. ledd, utslag ved sikk - sakk 0-0 og 2. ledd korresjon p.g.a. sikk - sakk. Fig. 43 viser en normal sikk - sakk, se art. 25.



*Figur 43*

Vi ser at sideavvikelsen er minsket til 0.50 m i dag. Dette skyldes de nye togsettenes mykere fjærer og at spennlengden er øket noe på bakgrunn av høyere strekk.

Avtrekk i hovedspor skal ikke nyttes bare på sidespor. Ved høyere hastighet krenger også trekkagregatene mere.

Vedrørende kontaktledningens utførelse skal bemerkes:

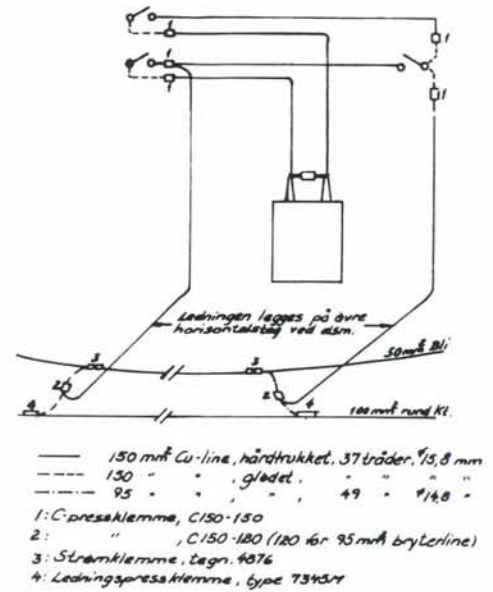
Det har vært adgang til å nytte fjærer ved kortere ledninger. Vi har imidlertid så dårlig erfaring med disse, så dette er ikke tillatt lenger. Når det nyttes avspenningsanordninger som følger: Lodd - fix - lodd, så skal, hvis det er kurverike strekninger, fix-punktet trekkes imot den mest kurverike del av kontaktledningsparten. Årsaken til at det bør være lodd - lodd i samme avspenningsfelt, er i grunnen snømåkingen.

Strømførende forbindelser kan vi skille i ledninger og klemmer. Ledningene er behandlet før. Som det framgår av tabell 9, nyttes pressklemmer i stor utstrekning. I fig. 44 er det vist hvordan disse nyttes i et sugetransformatorarrangement.

Her må man være oppmerksom på at ledningspressklemmen må anbringes i riktig retning, dette framgår klart av bilag 2, montasjeinstruksen for kobberpressklemme fra H.C.A. Melbye.

Strømklemme	Kont. belastning Amp./°C overtemp.	Bruksområde
C. press-klemme C150-150	500 A/50°	Hovedstrømførbindelser uten strekk-belastning, f.eks. i sugetransformator-arrangement og grenledninger uten strekkbelastning.
C. press-klemme C150-120	500 A/50°	Som ovenfor, f.eks. tilknytning av mateledning fra sugetransformator til 95 mÅ strømstige
Lednings-pressklemme	400 A/27°	Hovedstrømførbindelser til runde kontakt-tråd 100 mÅ, f.eks. strømbruer i kontakttråd.
Strømklemme med 1 skrue tegn. L-4876	200 A/50°	2 stk. anbringes i: - hovedstrømførbindelser til kontakt-tråd med Ø-tallsform og til bæreline. - strømbruer i bæreline. 1 stk. anbringes i: - Strømstiger. - Øvrige grenledninger med strekkbe-lasting.

Tabell 9



Figur 44

Forbigangs- og forsterkningsledninger, skal ha forsterket opphenging mellom de ytterste veksler på stasjon, ved kryss av offentlig veg samt hvor de krysser spor. Bilag 3 viser hvordan dette gjøres.

Angående bendsling vises til bilag 4 og 5. Det eneste sted dette kan læres er ute i praksis. Det finnes også ferdiglagede bendslespiraler til de fleste formål i dag.

4.0.0. PLANLEGGING OG OPLEGG FOR ELEKTRIFISERING AV  
BANESTREKNINGEN KM 20,0 TIL KM 23,6 VIST PÅ  
OVERSIKTSPLAN FIGUR 45.

4.1.0. Generelt.

Framdriftsrutinen kan s t o r t sett deles inn i 3  
grupper:

I. Grovplanlegging:

1. Oppsetting av et prinsipielt koblingsskjema.
2. Papirstikking.

II. Detaljplanlegging:

3. Stikking i marken.
4. Utarbeidelse av mastetabell.
5. " " utliggertabell.
6. " " hengetrådtabell.

III. Opplegg og utførelse av arbeid:

7. Støping av fundamenter til master. Oppsetting av  
master. Nedgraving av bardunanker, plassering av  
fjellbolter. Montasje av barduner og strevere.
8. Heising av utliggere og åk. Anordning av  
avspenninger. Montasje av brytere.
9. Strekking og påsetting av hengetråder. Montasje av  
brytere og sugetransformatorer.
10. Påsetting av skinne- og tverrforbindere.
11. Justering og pantografkjøring.

Jeg vil i det etterfølgende komme nærmere inn på disse  
punkter. Men de viktigste punktene er 4-7 og 10.

#### 4.2.0. Grovplanlegging.

##### 4.2.1. Koblingsskjema.

Generelt kan vi betrakte et koblingsskjema (trekkspill) som et samlet svar på en rekke spørsmål. Vi kan nytte følgende fremgangsmåte:

Spørsmål: Hvilke oppdelingsmuligheter må det være av hensyn til driftens behov ? D.v.s. når det tenkes på omlegging p.g.a. feil, ved feilsøking og ved revisjon av KL.

Svar: Det er generelle regler for oppdeling av kl-anlegg. Årsaken til plassering av seksjonsfelt ved hoved-innkjørsignal skulle ikke være nødvendig å komme nærmere inn på.

Spørsmål: Hvor må jeg plassere de døde seksjoner for å ha best mulig utnyttelse av de matemuligheter jeg har ?

Svar: Døde seksjoner nyttes som kjent for å hindre at to matestasjoner som ikke ligger i fase med hverandre, blir koblet sammen over en strømvaktaker.

Det skal derfor "anordnes en til tre døde seksjoner". Årsaken til at det som regel nyttes mer enn en DS er ønsket om å kunne dele en stasjons mateområde på to nabostasjoner.

Spørsmål: Hvor mange effektbrytere må jeg ha i den aktuelle matestasjon for å oppnå den største mulige selektivitet ?

Svar: Matestasjonene ligger ofte på fri linje. Herved blir det lagt ut 3 kabler, hvorav 2 mater i hver sin retning og den 3. er reserve. Store stasjoner som f.eks. Alnabru Sentralskiftestasjon blir matet over egen kabel.

Spørsmål: Hvilke stasjoner må ha forbigangsledning ?

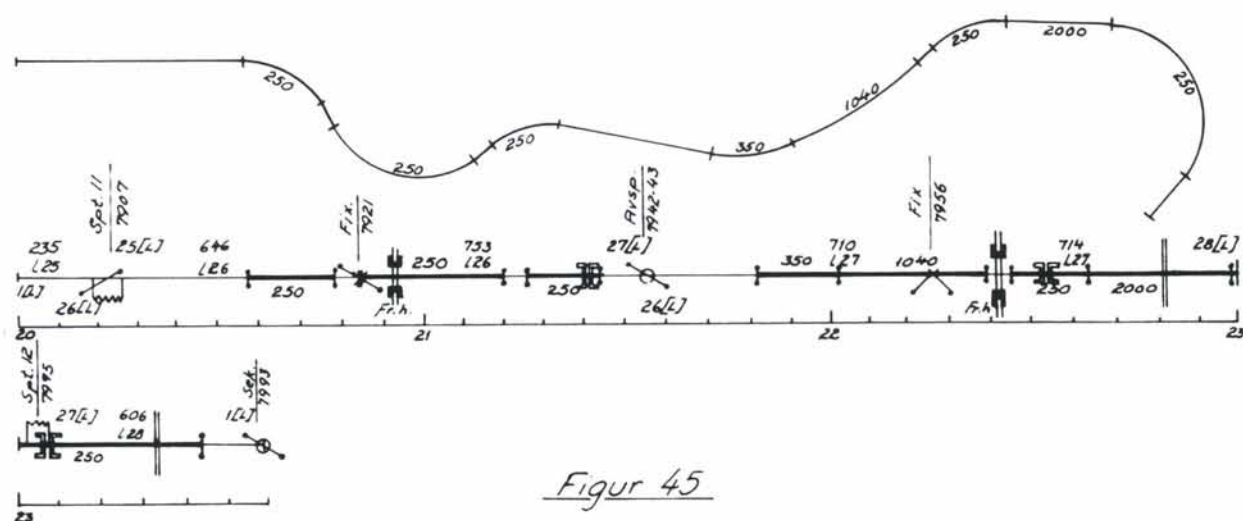
Svar: Forbigangsledning velges ved stasjoner hvor det antas å bli nødvendig å foreta strømbrydd uten å berøre matingen av den øvrige strekning.

Fig. 9 på side 8 viser et koblingsskjema for en strekning mellom 2 matestasjoner. Her mangler to døde seksjoner, en ved hver matestasjon.

#### 4.2.2. Papirstikking.

Denne foretas på en "naken" oversiktsplan som er tegnet etter baneavdelingens planer. På denne er kilometer, overganger, underganger og først og fremst kurver angitt.

På fig. 45 har vi oversiktsplanen for den aktuelle strekning, riktignok etter avsluttet elektrifisering. I første omgang må vi derfor se bort fra de angitte avspenningspunkter etc.



Figur 45

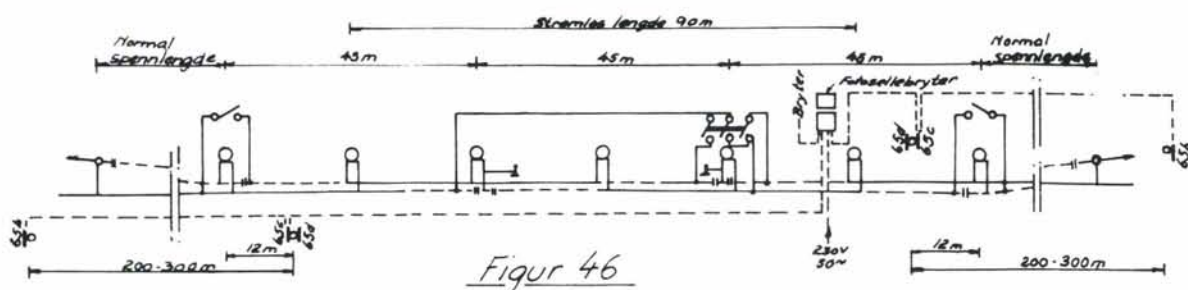
Øverst på figuren er strekningen forsøkt tegnet geografisk.

På oversiktsplanen er kurver tegnet med tykk strek. Videre plasseres kurveradien (antall meter) på i n n e r s i d e n av kurven.

Etter at det prinsipielle koblings skjema er fastlagt, kan forslag til en mer nøyaktig plassering av døde seksjoner og seksjonspunkter foretas. Disse settes på oversiktsplanen sammen med avspennings- og sugetransformatorpunkter.

Ved plassering av døde seksjoner er kravene til de geografiske forhold angitt i art. 49. Bakgrunnen for disse er at vi i størst mulig utstrekning vil unngå at trekkaggregat med strømvaktar stopper i DS.

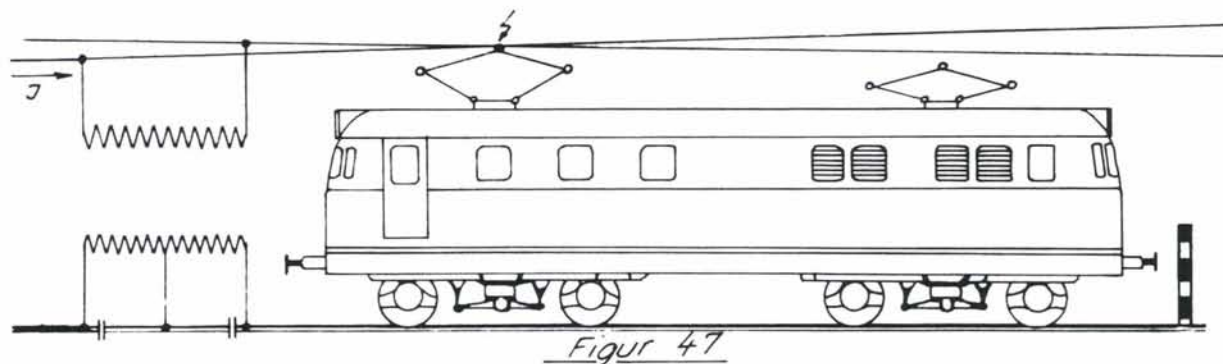
DS med tre luftisolatorer og to enpolte brytere muliggjør innkobling av den ene halvdel av DS.



Ved overgang til å nytte 2 stk. seksjonsisolatorer i serie må vi være spesielt aktsomme ved valg av punkt for plassering av DS. Imidlertid har fjernkontroll av brytere samt de stadig økende muligheter for parallellkjøring av matestasjoner bedret forholdene og forenklet situasjonen.

For sugetransformatorer gjelder generelt at de ikke plasseres på steder hvor elektriske trekraftaggregater normalt vil kunne ha stopp".

På fig. 47 har strømvaktakeren dårlig kontakt med ledning 1.



Ved mating fra venstre vil det, når vi forutsetter at lokomotivet står i ro, kunne bli avbrenning.

Ved å nytte orienteringsstolper ved seksjonsfelt kan sugetransformatoren plasseres i seksjonsfelt for hovedinnkjørsignal, men dette bør unngås.

#### 4.3.0. Detaljplanlegging.

##### 4.3.1. Stikking i marken.

Stasjoner og fri linje stikkes hver for seg. Oversiktsplanene med godkjente plasseringer av DS, seksjoner og sugetransformatorer sammen med tabell 59 og tabell 12 er det underlaget det er behov for. I tabell 59 er spennlengder og sik - sak angitt. Tabell 12 har tittelen "Masteavstand fra spormidt".

For nyere anlegg med høyere strekk gjelder tabell 101 blad 1 og 2 ved sikk-sakk og spennlengde, og tabell 72 som masteavstand fra spormidt.

Ved stikking nyttes en spesiell mastetabell vist på fig. 48.

Jeg har ført opp 6 vilkårlige master på strekningen vist på oversiktsplan fig. 45.

Ved overganger fra rettlinje til kurve eller fra kurve med en overhøyde til en med en annen overhøyde holdes alltid laveste skinne i samme plan. (Gjelder ikke s- kurver). Det ytre skinne vil over en bestemt avstand stige fra f.eks. 0 mm til 145 mm over laveste skinne ved overgang fra rettlinje til en kurve med  $R = 350$  m. Strekninger mellom null overhøyde og full overhøyde kaller vi overgangskurve. Det nyttes følgende forkortelser:

OB som står for overgangskurvens begynnelse, hvor overhøyde er lik null.  
KP som står for kurvepunkt, hvor det er halv overhøyde.  
OE som står for overgangskurvens ende, hvor det er full overhøyde.

Angående spennlengder i overgangskurver, se merknader til rubrikk 5 nedenfor.

På fig. 48 har jeg nummerert rubrikkene. De etterfølgende punkter tilsvarer rubrikkene.

Stikkingen starter ved et fastpunkt f.eks. seksjonspunkt.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<b>Side</b>													
Nr.	Km. Pel. nr.	Spennvidde	Mastens utstilling i retn. Raa	Kurve radius	Avst. midte mast midte spor.	Terrengets besk. høyde resp. gjedde fra s.o.	Sik. sak	Over. høyde	Kant. bred høyde over s.o.	Mastens høyde over s.o.	type	Båndføring	Merkn.
7970		60	o-(	2000	2,85	Fj. 0	±0,40	40	5,60				Spr. ned.
		60											
		40					±0,40						
7950		40	)-o	350	2,85	J ±0,50		145	5,60			ba	
		40											
		60											
7944		60	W	∞	2,85	J ±0,50	0	0	5,60			ba	
7943	21,632	60	LP	∞	2,85	Gr ±0,50	±0,05 ±0,40	0	5,60				Avsp.
		60											
		30					±0,40						
7938		30	o-(	250	2,95	J ±1,25		150	5,60			ba	
		30											
		35											
7915		35	o-(	250	2,95	Fj. ±0,70	±0,40	150	5,60			bb	Spr. ned.
		35											

Figur 48

Ved hvert enkelt mastepunkt foretas følgende:

1.

Mastenummer noteres. Hver mast har sitt nummer. "Våre" master er nr. 7915, 7958, 7943, 7944, 7950 og 7970.

Tidlig i vårt elektrifiseringsprogram ble det satt opp en landplan med fordeling av nummerseriene på de forskjellige baner. Det er forsøkt i størst mulig utstrekning å få det laveste nummer nærmest Oslo.

2.

Kilometer angås ved seksjons- og avspenningspunkter. F.eks. er det angitt km 21,632 mellom 7942 og 7943.

Det er alltid antall kilometer fra Oslo som angis.

E-anlegget bruker sin egen kilometrering. Denne blir kjedet opp umiddelbart før stikking i marken. Derved får man ikke kjedebrydd som det mange ganger er på B-avdelingens kilometrering. Disse to kilometreringer stemmer derfor ikke alltid med hverandre.

Banedatabanken skal hjelpe oss med dette senere. Her vil banekm ha med seg alle kjedebrydd, og km for master vil få referanse til dette.



3.

Spennvidden noteres og måles. Denne tas fra tabell 59 hvor spennlengdene er gitt når kurveradius er kjent. I overgangskurver bestemmes spennlengdene i marken ut fra de i tabell 59 angitte maksimale utslag.

Det samme gjelder for tabell 101 blad 1 og 2.

På fig. 49 er en overgangskurve vist. Her er også de vanlige symboler OB, KP og OE angitt. Vi forutsetter overgang fra rettlinje. I en kurve uten endring av overhøyden er det maksimale utslag bestemt av likningen:

$$a = \frac{L^2}{8R} + \frac{b + c}{2}$$

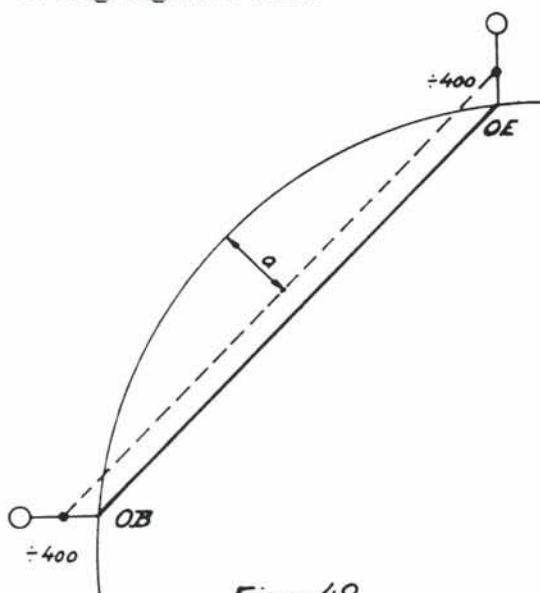
Hvor: L = spennlengde

R = kurveradius

b) = kt's sik-sak med fortegn ved de aktuelle master

c) = kt's sik-sak med fortegn ved de aktuelle master

I en overgangskurve må vi ta hensyn til endring av overhøyden mellom de aktuelle mastepunkter. Desuten er kurveradius i en overgangskurve variabel. Den er ved OB lik uendelig og ved OE lik kurveradius for den kurve vi kjører inn i eller ut av. Strømvatagerens midtpunkt vil få en økende forskyvning fra perpendikulæren regnet fra OB inn mot OE. Dette har stor innflytelse på spennlengder i overgangskurver.



Figur 49

På fig. 49 er en mast plassert i OB og en i OE. Ved måling av overhøyden, med etterfølgende utregning av forskyvningen finner vi at Kt får den angitte beliggenhet. Utregning av forskyvning vil jeg komme nærmere inn på i punkt 4.3.3. under merknader til rubrikk 4.

Imidlertid kan en løse problemet enkelt ved å nytte de spennlengder som er angitt i tabell 59 for den aktuelle kurve.

Mast 7915 står i en 250 meters kurve og 35 m spennlende må nyttes. Ved mast 7938 er det imidlertid angitt 30 m selv om det er 250 meters kurveradius. Årsaken til dette er avtrekk i mast 7937 og 7939. Som tidligere nevnt er det i dag ikke tillatt med avtrekk på hovedspor.

4.

I denne rubrikk nyttes følgende symboler:

○			
○—	For tremast		
○— )	"	"	med normalutligger på rett linje
○— )	"	"	" " " " ytterside kurve
○— )	"	"	" " " " innerside kurve
○— )	"	"	" kort seksjonsutligger på rett linje
○— )	"	"	" kurvebardun på ytterside kurve
○— )	"	"	" strever innerside kurve
○— )	"	"	" avspenningsbardun og kurvebardun ytterside kurve

Av skissen i denne rubrikk kan vi se på hvilken side av sporet masten står, om den står i kurve (se f.eks. 7915) eller rettlinje (se 7970). Endelig er bardunering angitt. Denne bestemmes av tabell 51. Av denne ser vi at f.eks. 7915 skal ha kurvebardun. For mast 7944 er avspenningsbardun angitt. For bruk av kurvebarduner er vindstyrken, belastning på masten, kurveradius og grunnforholdene bestemmende. I tabell 51 er det forutsatt normale grunnforhold. Dårlig grunn medfører bardunering ved kurver med større radius enn de som er angitt i tabell 51. På vindharde strekninger er den begrensende kurveradius høyere enn på strekninger med normal vindstyrke. På s. 17 har vi følgende likning for kurvekraften:

$$P = H \times \frac{L}{R} \text{ (N)}$$

Vi søker kurvekraften ved:

a.

$$R = 1000 \text{ m, } L = 60 \text{ (m) og } H = 1125 \times 9.81 \text{ (1 Kl.)}$$

$$P = 1125 \times 9.81 \times \frac{60}{1000} \text{ ) : } P = 67,50 \times 9.81 \text{ (N)}$$

b.

$$R = 2500 \text{ (m), } L = 60 \text{ (m) og } H = 2 \times 1125 = 2250 \text{ kp (2 Kl. med avspenning til samme side av sporet).}$$

$$\text{Her blir } P = 54 \text{ N}$$

Forsterking med bardun eller strever foretas når masten uten vind får et bøyningmoment større enn 750 kpm, målt fra øvre skoringslag.

Stort sett blir for en mast med 1 kl.:

$$x P = (5,60 + \frac{1,60}{2} + 0,6) = P \times 7 = 750 \times 9.81 \text{ : } P \sim 107 \text{ (N)}$$

Herved er terrenghøyden satt lik null.

5.  
Kurveradius angis. Er det rettlinje, settes 00 , og er det overgangskurve settes o.k.

6.  
Avstand midte mast - midte spot finnes i tabell 12 eller 71. Denne gjelder for master på fri linje.  
For stålmaster på stasjoner nyttes tabell 71. Årsaken til at avstandene her er større er at det er tatt hensyn til skiftepersonalet.

Av tabell 12 ser vi at mast 7915 som står i yttersiden av en 250 meters kurve med overhøyde, skal ha en avstand på 2,95 m. Da en er tvungen til å ta hensyn til stedlige forhold, stemmer ikke alle målene i mastetabellen med tabell 12.

Uten overhøyde blir avstanden for mast nr. 7915 3,05 m. Altså øket med 10 cm.

7.  
Her betyr: Gr = grus, Fj = fjell, J = jord; stfy = steinfylling.

8.  
Her menes med s.o. n æ r m e s t e skinne. Det er angitt minus når mastepunktet ligger lavere enn s.o. og pluss når det ligger over. I vårt eksempel ligger terrenget fra 0 til 1,25 m under s.o.

9.  
Sik - sak er angitt i tabell 59. Øvre del av denne er vist på fig. 42.

Ved kurver med radier fra 112 m til 2250 m skal ved plassering av masten på ytterside kurve, sik-saken være + 400 - + 400. Mellom kurveradier på 2251 og nyttes + 400 - 0 - + 400.

På rettlinje nyttes halv sik-sak, d.v.s. + 400 - 0 - + 400.

Ut fra dette har vi ved mast 7915, 7938, 7950 og 7970 sik-sak + 400. I mast 7943 har vi sl-utligger og derved blir etter tabell 59 sik-sakene + 0,05 og + 0,40.

10.  
Overhøyden måles ved mastepunktene.

11.  
Kontakttråd høyden angis etter Trykk 504 art. , men med de korreksjoner som er nødvendig av hensyn til stedlige forhold.

12.

Denne fylles ut samtidig med rubrikk 7. Her betyr ba - bardunanker, bb - bardunbolt og bbs - bardunbolt med stang. Bardunbolt og bardunbolt med stang nyttes ved fjellfeste ellers bardunanker.

13.

Her noteres merknader som er nødvendige for det videre arbeid og drift. Ved mastene 7915 og 7970 har vi angitt at disse skal sprenges ned. Dette skal vi for øvrig komme tilbake til under kap. 4.4.1.

De øvrige rubrikker i denne tabell utregnes i forbindelse med mastetabellen og vil derfor bli gjennomgått under neste punkt.

#### 4.3.2. Utarbeidelse av mastetabell.

På fig. 50 er mastetabell vist.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
												Side.....
Nr	Km	Spenn lengde	Mastens stilling i retn. Roa	Kurve radius	Avst. midte mast midte spor	Tærrengets		Kont- tråd høyde over s.o.	Mastens		Bardun feste	Anm.
						bask.	høyde + resp. dybde(-) fra s.o.		høyde over s.o.	Type		
7970		60 60		2000	2,85	Fj.	0	5,60	7,60	T/9,5		Spr. ned
7950		40 40		350	2,85	J	0,50	5,60	7,60	T/10,0	ba	
7944		60 60		∞	2,85	J	0,50	5,60	7,60	T/10,0	ba	
7943	21,632	60		∞	2,85	Gr.	0,50	5,60	7,60	T/10,0		avsp.
7938		30 30		250	2,95	J	1,25	5,60	7,60	T/10,5	ba	
7918		35 35		250	2,95	Fj.	0,70	5,60	7,60	T/10,0	bb	Spr. ned

Figur 50

Rubrikkene 1-9, 12 og 13 tas direkte fra stikningstabellen - fig. 48. Gjenstående blir da rubrikk 10 og 11 som vi skal omtale i det etterfølgende:

10.

I tabell 52 er "Minste mastehøyde over kontakttråd" angitt. Herved er det gått ut fra en avstand fra øvre utliggerkonsoll henholdsvis fra festejern for avspenning til mastetopp på 0,70 m. For åk og b1 - og b2 - utligger er tilsvarende avstand 0,40 m.

I vår mastetabell er minste mastehøyde over Kt for samtlige master 2,0 m. Hadde mast 7944 vært avspenningsmast uten samtidig å bære en utligger, så ville vi i mast 7944 bare hatt behov for 1,60 m over Kt. Hadde vi hatt Fsl på strekningen, hadde vi måttet summere 4,10 m til Kt-høyden for å finne mastens høyde over s.o.

Fig. 15 viser at minste mastehøyde over s.o. blir:

$$h_1 = Kt\text{-høyde} + 0,315 + 1,6 + 0,7$$

$$\text{): } h_1 = Kt\text{-høyden} + 2,0$$

Tallverdiene i tabell 52 finnes enkelt ut fra montasjemålene som vil bli gjennomgått i forbindelse med utliggertabellen.

11.

Mastetypen angis som en brøk hvor vi i telleren nytter T for tremast og i nevneren setter mastens totale lengde. Ved betegnelsen T/8,0 betyr T tremast og 8,0 mastens totale lengde i meter. Mastene velges alltid i sprang på 0,5 m. Altså: 8,0, 8,5, 9,0, 9,5 o.s.v.

Stålmaster med betegnelse B1-B2-B3 osv.

Mastelengden finnes som følger:

Mastelengde = mastehøyde over s.o. + dybde under s.o. + nedgravningsdybde.

For stålmaster er nedgravingsdybden = 0, og +høyde og -dybde gjelder topp fundament.

Total mastelengde (h) er summen av:

h1 = Mastehøyde over s.o. (angitt i rubrikk 10),

h2 = Dybde under s.o. (angitt i rubrikk 8) og

h3 = Nedgravningsdybde (etter tabell 52).

Da høyde for terrenget er negativ dybde, så er summen:

$h = h1 + h2 + h3 = \text{total mastelengde generelt.}$  Er den fundne mastehøyde mindre enn 10 cm høyere enn nærmeste halvmeter, rundes det nedover. (F.eks. 9,56 m rundes ned til 9,50). Ellers rundes det alltid av oppover til nærmeste halvmeter (f.eks. 9,65 m blir til 10,0 m).

På fig. 50 (mastetabellen) er h1 og h2 angitt. Derimot må h3 = nedgravningsdybden finnes av tabell 52.

Vi får da:

Mast 7915	h3 = 1,30 m.	Arsak: Nedsprengt samt kurvebardun.
" 7938	h3 = 1,60 m.	" : Jord samt kurvebardun.
" 7943	h3 = 1,80 m.	" : Grus uten kurvebardun.
" 7944	h3 = 1,80 m.	" : Jord med avsp.bardun.
" 7950	h3 = 1,60 m.	" : Jord med kurvebardun.
" 7970	h3 = 1,50 m.	" : Nedsprengt uten kurvebardun.

For mast 7915 får vi:

Mastehøyde over s.o. - rubrikk 10	7,60 m
Dybde under s.o. - rubrikk 8	0,70 m
Nedgravningsdybde - tabell 52	<u>1,30 m</u>
	9,60 m

Avrundes oppover til 10,0 m.

Mast 7938:

Mastehøyde over s.o. - rubrikk 10	7,60 m
Dybde under s.o. - rubrikk 8	1,25 m
Nedgravningsdybde - tabell 52	<u>1,60 m</u>
	10,45 m

Avrundes oppover til 10,5 m.

For å få øvelsen, regn ut de andre master. En annen øvelsesoppgave er:

Forutsatt sugetransf. i mast 7943 og en Kl-høyde på 5,00 m. Hva blir mastehøyden ?

#### 4.3.3. Utarbeidelse av utliggerstabell.

Øverste del av en utliggerstabell er vist på fig. 51.

														Side
Mast		Kontakttråd					Utligger					Avspenning		Anm.
nr.	type	Avst. midte mast midte spor	for-skyvn.	sikksak	høyde over s.o.	avst. fra midte isol.	mon-tasje mell.	for ledn.	sett mot Roa	type	konsoller ant./L.nr.	antall type retning	disp- og førings-jern ant./L.nr.	
7970	T	2,85	0,15	-0,40	5,60	2,30	5,31	27	←	nI 2,5	2/76			
7950	T	2,90	0,54	-0,40	5,60	2,64	5,36	27	→	nI 2,9	2/76			
7944							6,50	26				[L] Roa	1/549 1/484	
7944	T	2,90	0	0	5,60	2,60	5,29	27	↖	nIo 2,9			egg	
7943	T	3,25	0	+0,05 +0,40	5,60	3,16 3,51	5,26	26 27	↖	SLII 3,4	2/80			
7938	T	2,95	+0,56	-0,40	5,60	2,71	5,36	26	←	nI 3,1	2/76		egg.	
7918	T	2,90	+0,56	-0,40	5,60	2,66	5,36	26	←	nI 2,9	2/76			

Figur 51

Rubrikkene 1 - 2 og 6 tas fra mastetabellen (fig. 49), rubrikkene 5 og 10 utfylles på grunnlag av stigningstabellen (fig. 48).

De gjenværende rubrikker blir da:

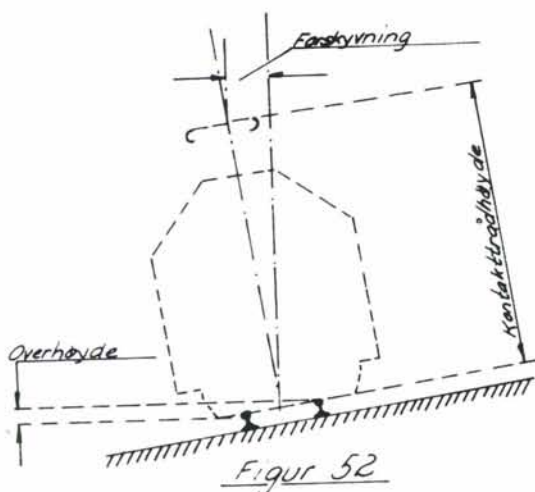
3.

Mastene plasseres etter tallverdiene i rubrikk 6 i mastetabellen. Deretter kontrolleres disse verdier. Det føres såkalte innmålingstabeller som er grunnlaget for punkt 3 i utliggerstabellen.

4.

Midtpunktet på en strømvaktaker vil i kurver med overhøyde forskyves. Kontakttråden må samtidig forskyves. Vi angir pluss når forskyvningen skjer fra masten. Forskyvning mot masten angis med minus. Merk definisjon av sik-sak. Både ved sik-sak og forskyvning brukes tegnet pluss når utliggeren forlenges og minus når den forkortes.

Av fig. 52 ser vi at forskyvningen er avhengig av Kt-høyden og av selve overhøyden.



Vi får at:

$$\frac{\text{Overhøyde}(oh)}{\text{Skinneavstand}} = \frac{\text{Forskyvning}}{\text{Kt-høyde}}$$

$$\text{): Forskyvning} = \frac{1}{1,5} \times \text{Kt-høyde} \times oh$$

Det er regnet med effektiv skinneavstand = 1500 mm.

Kontakttrådens forskyvning i kurver er proporsjonal med produktet av Kt-høyde og overhøyde.

Jeg skal i etterfølgende eksempler vise hva dette medfører.

Eks. 1.

Ved mast 7915 er o.h. = 150 mm og Kt-høyden = 5,60 m. Herav forskyvningen:

$$f = \frac{1}{1,5} \times 5,6 \times 0,15 \quad \text{): } \underline{f = + 0,56 \text{ m}}$$

Eks. 2.

Endres Kt-høyden til 4,85 m, men med samme o.h. som eks. 1, nemlig 150 mm, blir: f = + 0,485 m

Eks. 3.

Ved Kt-høyde = 5,60 m som i eks. 1, men endring av o.h. til 100 mm (R = 800 m) får vi f = + 0,374 m

Eks. 4.

Kt-høyden = 4,85 m som i eks. 2 og o.h. = 100 mm som i eks. 3 gir f = + 0,323 m

Eks. 5.

Ved Kt-høyde = 5,60 m som i eks. 1 og en o.h. på 130 mm (R = 500 m) får vi: f = + 0,485 m



Av eks. 1 og 2 ser vi, når Kt-høyden reduseres fra 5,60 m til 4,85 m, så reduseres forskyvningen fra + 0,56 m til + 0,485 m eller med 75 mm. Den samme reduksjon får vi (se eks. 5) når overhøyden avtar fra 150 mm til 130 mm.

Som for alt annet har vi også tabell for forskyvningen. Tabell nr. 14 viser forskyvningen av perpendikulæren på midte spor i de forskjellige kontakttrådhøyder i kurver på grunn av overhøyder.

Overhøydene målte vi under stikkingen og noterte disse på fig. 48.

Vi har bare Kt-høyde på 5,60 m på "vår" strekning.

For mast 7915, hvor overhøyden er 150 mm, er etter tabell 14 forskyvningen + 0,56 m. Det samme får vi for mast 7938. Mastene 7943 og 7944 har ingen overhøyde og derved ingen forskyvning.

Rubrikk 4 kan nå fylles ut.

7.

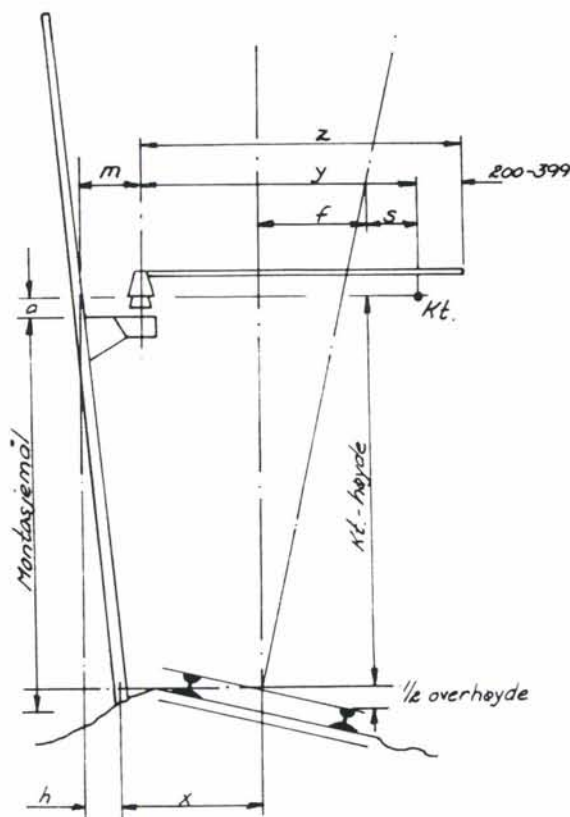
I fig. 53 er:

- a = Kt-høyde over nedre konsoll.
- f = Forskyvning p.g.a. overhøyden.
- h = Mastens helning.
- m = Avstand midte mast-midte isolator
- s = Sik-sak.
- x = Avstand midte mast-midte spor.
- y = Avstand midte isolator-midte Kt.
- z = Utliggerlengde.

Den generelle likning for den søkte avstand er:

$$y = x + h - m + f + s$$

Ved mast ytterside kurve nyttes pluss-tegnet for forskyvningen (utliggeren forlenges p.g.a. overhøyden). Minus brukes ved mast innerside kurve (utliggeren forkortes p.g.a. overhøyden). For sik-saken nyttes pluss når vi har pluss-sik-sak og minus ved minus-sik-sak.



Figur 53

Videre angir h mastens helning fra spor målt i Kt-høyden. Her nyttes for ubardunerte T-master 150 mm. Ellers kan den settes lik null. Vi vil imidlertid her for bardunerte T-master regne med  $h = 50 \text{ mm}$ .

Stålmaster har  $h = 0 \text{ mm}$ .

Avstand midte mast til midte isolator er avhengig av mastetype og utliggerstype. For T-mast med en normalkonsoll er  $m = 450 \text{ mm}$ , mens den ved en seksjonskonsoll bare er  $145 \text{ mm}$ .

Den samme avstand for system 35 og 35MS gjelder fra midte mast til midte nagle i utliggerleddet.

#### Eks. 1.

Mast 7915.

$$y = x + h - m \pm f \pm s$$

$$x = 2,90 \text{ m} \quad \text{Se rubrikk 3}$$

$$h = 0,05 \text{ m} \quad \text{Bardunert T-mast}$$

$$m = 0,45 \text{ m} \quad \text{Utliggerkonsoll}$$

$$f = 0,56 \text{ m} \quad \text{Se rubrikk 4}$$

$$s = 0,40 \text{ m} \quad \text{Se rubrikk 5}$$

$$y = 2,90 + 0,05 - 0,045 + 0,56 - 0,40$$

$$): \underline{y = 2,66 \text{ m}}$$

#### Eks. 2.

Mast 7943.

Den hevede utligger

Den "kjørbare" utligger

$$x = 3,25 \text{ m}$$

$$3,25 \text{ m}$$

$$h = 0$$

$$0$$

$$m = 0,145 \text{ m}$$

$$0,145 \text{ m}$$

$$f = 0$$

$$0$$

$$s = 0,05 \text{ m}$$

$$0,40 \text{ m}$$

Derav for den hevede utligger:

$$y = 3,25 + 0 - 0,145 \pm 0 + 0,05 = 3,155$$

$$): \underline{y = 3,16 \text{ m}}$$

For den "kjørbare" utligger får vi tilsvarende  $y = \underline{3,51 \text{ m}}$ .

De øvrige utliggerere kan regnes ut som eksempel.

For system 35 og 35MS nyttes midlere sikk-sakk, og det regnes en gang.

11.

Av oversiktsmessige hensyngjennomgår jeg dette punkt etter punkt 7.

Ut fra tallveriene og angivelsene i denne rubrikk kan rørene kuttes. Kuttingstabellene står på de respektive tegninger.

Utliggertypen er her definert ved angivelse av hovedtype f.eks. n I samt utliggerlengden er avstanden fra midte isolator til enden av horisontalstaget.

Hovedtypen er bestemt av sik-sak og plassering. F.eks. For 7915 nyttes n I.

Utliggerlengden er:

$$z = y + 200 \text{ til } 399 \text{ mm}$$

For å muliggjøre endring av sik-saken både i en anleggsperiode og senere må vi ha et horisontalstag som er lengre enn den nøyaktig utregnede avstand midte isolator - midte Kt. Vi har valgt et tillegg på minimum 200 mm.

Videre nyttes i praksis utliggerlengdene i sprang på 200 mm. F.eks. 2,1, 2,3 etc. Dette gjelder normalutliggere.

Utregningen er meget enkel. For mast 7915 var  $y = 2,66$  m. Denne høynes til 2,7 m og får et tillegg på 200 mm. Herved utliggerlengden 2,9 m.

Tar vi utliggerlengden for sl II i mast 7943, får vi når vi husker at her nyttes sprang på 100 mm, 3,16 m høynes til 3,2 m, og vi får utliggerlengden 3,4 m. Merk at vi her går ut fra den korteste utligger.

I tabell 53 blad 2 og 3 er for øvrig utliggerlengdene angitt.

9. 12, 13, 14 og 15 trenger ingen kommentarer.

8.

Tallverdien her nyttes ute ved heising av utliggere, montasje av åk, avspenninger etc. Husk at montasjemålet alltid regnes ut fra l a v e s t e skinne. Denne er mer stabil enn høyeste.

I tabell 64 har vi en oversikt over de montasjemål som nyttes. Generelt kan vi si at montasjemålet er avstanden fra laveste skinne til overkant nedre konsoll når det gjelder utliggere.

Se fig. 15, 18, 19, 20 og 23. For åk nyttes overkant øvre konsoll, se fig. 24, 25, 26, 27 og 28. Endelig er montasjemål for avspenninger avstand til overkant nedre del av festejern for avspenningen.

Utliggere har montasjemål:

$$M = Kt\text{-høyde} + 1/2 \text{ overhøyde} - a.$$

Faktoren a er bestemt av konstruksjonen. Årsaken til øket verdi av a ved sk og sl i forhold til n I - III er at seksjonskonsollen er lavere enn utliggerkonsoll og at det nyttes samme pigg. For sm og dms er i tabell 4  $a = 370$  mm. På tegn. 3898 derimot står avstanden 345 mm. Forklaringen som er angitt på fig. 23 er at sm og dms ikke er bærende og at det derfor blir et nedheng ved utliggeren. Dette er medtatt i nevnte 370 mm.

Ved sugetransf. nyttes for sm og dsm alltid utliggerkonsollen. Dette medfører at a blir lik 340 mm når nedhenget inkluderes.

Avspenninger har montasjemål:

$$M = Kt\text{-høyde} + 1/2 \text{ overhøyde} + a.$$

a er bestemt ut fra ønsket om en mest mulig jevn stigning på Kt. Av fig. 19 og 20 ser vi at det er en høydedifferanse mellom kjørbar Kt og Kt som går til avspenning på 300 mm. Ved å gjøre a for stor kan forholdene i seksjonsutliggerne endres og godheten når det gjelder strømvatningen kan forverres.

Åk har montasjemål:

$$M = Kt\text{-høyde} + 1/2 \text{ overhøyde} + a.$$

Her henvises til tabell 64.

Eks. 1.

Mast 7915.

Montasjemålet for utliggeren blir:

$$M = 5,60 + 1/2 \times 0,150 - 0,315.$$

): M = 5,36 m.

Eks. 2.

Mast 7944.

Avspenningen har montasjemålet:

$$M = 5,60 + 0 + 0,90$$

): M = 6,50 m.

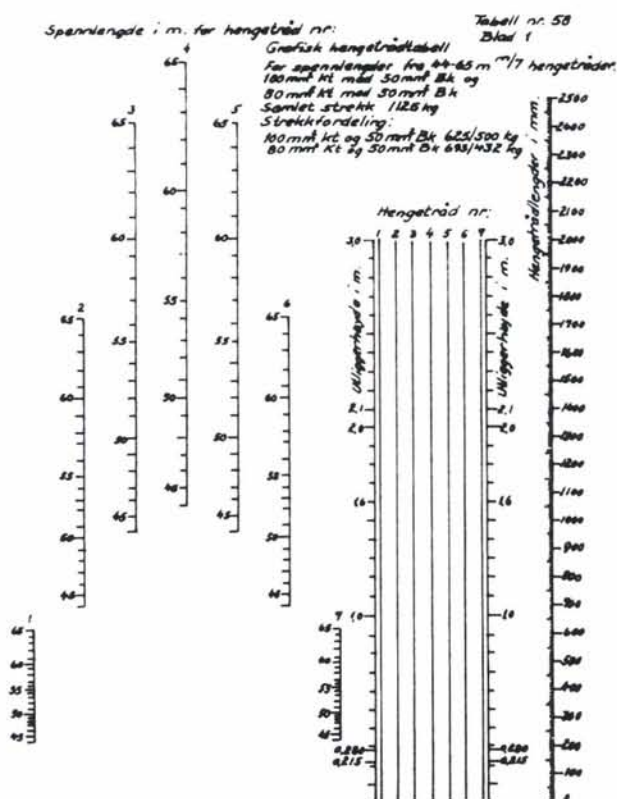
#### 4.3.4. Utarbeidelse av hengerådtabell.

For bestemmelse av hengerådlengder og deres plassering i spennet brukes tabell nr. 54, 55, 57 og 58. (Disse gjelder for kl.strekk 1125 x 9.81 N).

Som et eksempel kan vi ta et 60 m spenn med utliggerhøyde 1600 mm, og her ser vi av tabell 54 bl. 2 at et slikt spenn skal ha 7 hengeråder og at deres avstand fra utligger er 3 m, 12 m, 21 m, 30 m, 39 m, 48 m og 57 m. Hengerådlengdene i samme rekkefølge er 135 cm, 88 cm, 60 cm, 51 cm, 60 cm, 88 cm og 135 cm. Av tabell 54 bl. 3 ser vi at et spenn på f.eks. 35 m og  $Y = 1600$  mm har 5 hengeråder, og deres lengde og avstand fra utligger er 149/2,30, 133/9,90, 127/17,30, 133/25,10 og 149/32,70.

Tabell 55 viser hengerådenes lengde og avstand fra utligger i avspennings- og seksjonsspenn. Dette er et usymmetrisk spenn da den løftede del av utliggeren har en  $Y = 1800$  mm, og den kjørbare del en  $Y = 1600$  mm.

Tabell 57 bl. 1 viser overgangsspenn fra en utliggerhøyde 280 mm til en utliggerhøyde 1600 mm, og tabell 57 bl. 2 viser overgangsspenn fra en utliggerhøyde 215 mm til en utliggerhøyde 1600 mm. Dette er vanlig forekommende overgangsspenn og er derfor satt opp i denne tabellform.



I spesielle tilfelle kan andre verdier for  $Y$  forekomme. Da bruker vi tabell 58, grafisk hengerådtabell, som kan brukes for alle forekommende spennlengder og utliggerhøyder. Vi tar også her et eksempel. Spennlengde 50 m.  $Y = 1000$  mm og 1600 mm. Avstand mellom hengerådene tas fra tabell 54 bl. 2 og lengden tas fra tabell 58 bl. 1 (se fig. 54). Resultatet blir da:  
87/2,29, 64/9,86,  
56/17,34, 58/25,00,  
74/32,57, 100/40,14 og  
141/47,71.

Figur 54

Som en kontroll på at man kan bruke de grafiske hengetrådtabeller riktig, kan man velge et normalspenn på f.eks. 60 m og  $Y = 1600$  mm og se om man får de samme verdier som er angitt i tabell 54 bl. 2.

Det vi på denne måte kommer fram til settes opp i en tabell som ser slik ut:

Maste nr.	Antall spenn	Spenn- lengde	Hengetråd nr.								
			1	2	3	4	5	6	7		
47/ 51	2	45	148 1,92	123 8,78	109 15,64	104 22,50	109 29,36	123 36,22	148 43,08		
51/ 55	2	30	149 2,63	139 10,88	139 19,13	149 27,38					
55/ 58	1	40	148 2,08	129 9,25	118 16,42	118 23,59	129 30,76	148 37,93			
58/ 59	1	60	138 3,0	99 12,0	80 21,0	79 30,0	95 39,0	131 48,0	186 57,0	$Y=160$	$Y=214$
59/ 62	1	50	198 2,29	165 9,86	146 17,43	138 25,0	143 32,57	160 40,14	190 47,71	$Y=214$	$Y=205$
62/ 200	1	63	Avsp. hengetråder tilpasses.								

Tabell 10

Hengetråder for hvert spenn bntes og merkes med mastenr. Disse igjen bntes sammen for hele ledningsparten eller deles i to for at den ikke skal bli for uhåndterlig. Skikkelig merking er helt nødvendig om monteringen skal gå glatt. De nye systemene blir nå beregnet på PC, men alle "byggeverdier" må mates inn først.

#### 4.4.0. Oppsetting av master. Nedgraving av bardunanker, plassering av fjellbolter etc.

I det etterfølgende har jeg nevnt enkelte punkter som tidligere er gjennomgått. Videre vises det til skisse 197 i bilagsmappen.

#### 4.4.1. Master.

Det kan som tidligere nevnt brukes master av tre, stål eller betong etter som belastning og andre forhold gjør det nødvendig. Med andre forhold menes her bl.a. belastningsretninger, sporavstander, barduneringsmuligheter, plasseringer av mastene.

Avstander fra spormidt til forkant mast som er angitt i våre tabeller nr. 12 henholdsvis nr. 71, er lik minste tverrsnitt, profil A med tillegg for utslag p.g.a. kurve og overhøyde pluss et tillegg på 0,4 m. Normal avstand fra midte spor til midte mast, derimot forutsetter et tillegg på 0,5 m. Denne regel må ikke følges slavisk, idet man på stasjoner p.g.a. skiftetrafikken bør øke tillegget fra 0,5 m til 0,65 m. Videre kan ved plassering av masten nær faste signaler, avstanden fra spormidt økes slik at sikten ikke hindres.

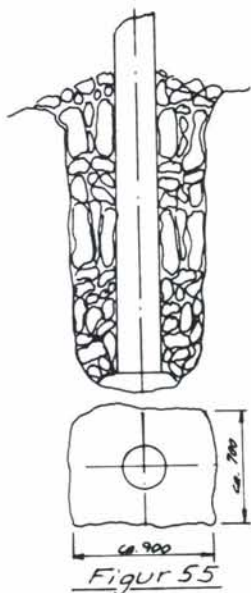
Mastehøyden skal være tilstrekkelig til at kontakttråden og annet utstyr kan monteres i riktig høyde. Dette har vi tatt hensyn til under punkt 4.3.2. Utarbeidelse av mastetabell. Ved utregning av mastene høyde over s.o. tok vi med et tillegg på 0,7 m fra overkant av øvre utliggerkonsoll til topp av mast. Årsaken til dette tillegg var å muliggjøre en løfting av kontaktledningen som igjen var forårsaket av bl.a. løfting av spor. Merk at langs plattformer og ramper, under broer og i snøoverbygg skal dette ekstra høydetillegg ikke tas med.

Tremaster skal brukes for normale belastninger, eventuelle forsterket med bardun eller strever. Forsterkning foretas når masten uten vind får et høyningsmoment større enn 750 kp/m målt fra øvre skoringslag.

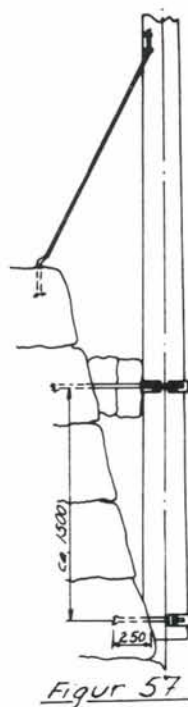
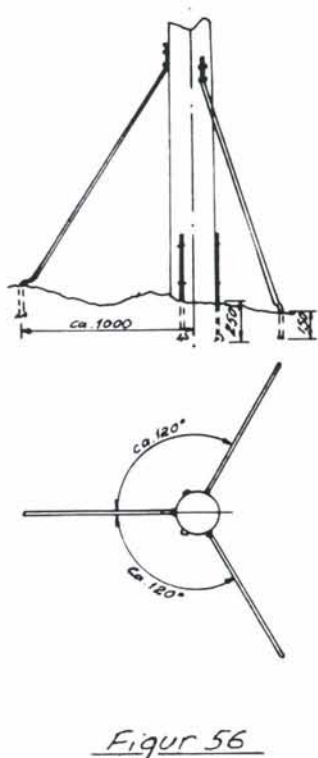
Mastene skal være av furu, impregnert etter Rupingmetoden og ha en minimums toppdiameter på 18 cm. Av hensyn til beslagenes størrelse må toppdiameteren ikke overskride 21 cm. Master som er for lange, skal ikke uten tvingende grunn kappes. De skal ha topphette, og det må ikke bores festehull i mastene. Forbudet mot kapping og boring er satt p.g.a. fare for råte.

Nedgravningsdybdene for tremaster er angitt på tabell 52. Vi legger merke til at når en mast ikke har kurvebardun, så økes nedgravningsdybden med 20 cm i forhold til nedgravningsdybden ved bruk av kurvebardun.

Mastehullet skal være så lite som gravingen tillater, d.v.s. ca. 90 cm x 70 cm med den lengste side parallelt sporet. Som det framgår av fig. 55 skores masten med 3 lås med kilestein. Mellomrom mellom steinene dekkes med telefrie masser (grov grus eller finpukk). I bløt grunn og ferske fyllinger fores mastehullet med en kasse av grov plank for at skoresteinen skal få bedre anlegg. Om nødvendig legges stor flat stein eller bardunanker i bunnen for å hindre nedsynking.



Ved mast på fjell nyttes en festemetode som er vist på fig. 56. Her nyttes det 3 fotbolter med kramper og 3 stag med kramper. Disse plasseres med en innbyrdes vinkel på ca. 120°. Dette framgår for øvrig av fig. 56. Samtlige stag er 1", men har en varierende lengde fra 1500 mm til 2200 mm, alt etter mastens plassering. Masten kan også plasseres på mur.



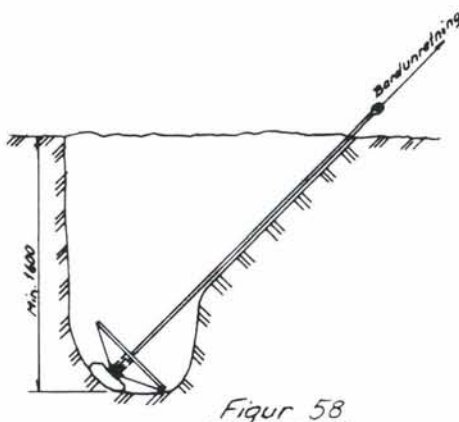


Ved eksemplet vist på fig. 57 er det anvendt 2 1" stag med kramper samt 1 klave med kort fjellbolt og 1 klave med lang fjellbolt.

Mast uten bardun gis en helling ut fra spor i toppen lik mastediameteren. Dette vil si at vi i kontakttråd høyde vil få en helling på masten lik ca. 150 mm. Bortsett fra master uten bardun så settes alle master i lodd. Videre settes krumme master med magen mot spor når masten står i ytterside kurve, fra spor når masten står i innerside. Med andre ord så settes magen alltid vendt mot kurvesenteret. Ved rettlinje må vi huske at masten etter foranstående regel skal settes med magen mot spor når vi har minus sik-sak, ellers skal den settes med megen fra spor.

#### 4.4.2. Bardunering og streving.

Generelt kan vi si at bardun brukes for å forsterke masten i retning mot spor, mens strever nyttes for å forsterke masten fra spor. Alle barduner nedgraves til en dybde av 1,6 m regnet til underkant anker. Dette er for øvrig vist på fig. 58.



Figur 58

Avspennings- og fixbarduner nedlastes med grov stein, kurvebarduner overfylles med de utgravde masser som stamper. Årsakene til dette er naturligvis at avspennings- og fixbarduner påkjennes i langt større grad enn kurvebarduner. Bardunankeret må nedgraves slik at det best mulig får tak i i k k e utgravet masse. Bardunankerstangen må generelt peke

i bardunens retning. Av tegning E 1771 utførelse III ser vi at ved avspenningsbarduner skal, etter den nevnte regel, bardunankerstangen peke mot avspenningsjernet og ligge i kontaktledningens strekkretning. Av utførelse I på foran nevnte tegning ser vi at for kurve og fix uten forbigangsledning, skal bardunankerstangen peke mot et punkt som ligger ca. 1 m over nedre konsoll. Dette vil i praksis si mot underkant av øvre konsoll.

Ved godt fjell nyttes bardunbolt istedenfor bardunanker og bardunankerstang. For fix- og kurvebarduner nyttes en 3/4" bardunbolt. Lengden er 250 mm henholdsvis 400 mm. Ved avspenningsbardun derimot har bardunboltene en dimensjon på 1" og en lengde på 300 mm henholdsvis 450mm.

Bardunline må ikke kunne dekkes av jord eller stein. Hvor slikt kan skje, brukes bardunbolt med stang.

Avstanden fra mast til bardunankerstang henholdsvis til bardunbolt må ikke avvike vesentlig fra de mål som er vist på tegning E-1771.

Desto større denne avstand er jo større sannsynlighet er det for at bardunen blir tynget ned av snø.

I alle bardunliner anbringes eggisolator høyest mulig ved kurvebardun, lavest mulig ved avspenningsbardun. Årsakene til disse reglene er berøringsfaren som det er tatt hensyn til ved kurvebarduner. Ved avspenningsbarduner eller andre barduner som går parallelt jernbanelinjen, er det hensynet til hurtig utkobling som har vært bestemmende. Kontaktledningen kan ved brudd falle ned på bardunen og ønsket er da at den skal berøre den del av bardunen som er jordet (hos oss forbundet til skinnene).

Bardun på beferdede steder skal ha påsatt bardunanviser nederst. Videre skal eggisolatoren ikke hindre påsetting av denne bardunanviseren. På tegning E-1771 utførelse VI er det vist en toppbardun, denne skal ha en eggisolator på midten, videre skal den ha en høyde over bærelinen på minimum 1 m.

Strevere brukes når forholdene ikke tillater bruk av bardun. Den utføres av samme slags tømmer som masten og festes til den ved, klaven anbringes under øvre utliggerkonsoll. Streveren nedgraves etter de samme regler og bestemmelser som for master.