

Lærebok

BYGGING AV KONTAKTLEDNINGSANLEGG

Del 2:2



13	KONTAKTLEDNINGSANLEGG EKSEMPLIFISERT VED SYSTEM20	9
13.1	PARAMETRE FOR SYSTEM20	9
13.1.1	Parametere for System 20 A (200 km/t)	9
13.1.2	Parametere for System 20 B (160km/t)	9
13.1.3	Parametere for System 20 C (200 km/t -tunnel)	9
13.2	UTLIGGERE SYSTEM 20, GENERELL INFORMASJON	10
13.3	TOLERANSER	10
13.4	KREFTER I LETTDIREKSJONSSTAG	13
13.5	BEREGNINGER MED PROGRAMMET SICATCANDROP	14
13.5.1	Beregning av utligger	14
13.5.2	Montering og sammenstilling av utligger basert på tabellene	20
13.5.3	Pressing av hengetråder	24
13.6	UTLIGGERDELER FRASTYKKLISTER	25
13.7	MONTASJEMÅL FOR UTLIGGERKONSOLLER	29
13.7.1	Utliggerkonstanter ved beregning av mål øvre utligger konsoll	30
13.8	FESTEJERN OG UTLIGGERKONSOLLER	30
13.8.1	Klo til feste av konsoller	30
13.8.2	Profildimensjon på B og H-master utsnittEH-707163-000	31
13.8.3	Klo brukt ved montering på bjelkemast	31
13.8.4	Nødvendige lengder av bolter	31
13.8.5	Festemateriell til bruk på bjelkemaster	32
13.8.6	Konsoller og festejern	32
13.8.7	Festejern	35
13.9	MASTEBREDDER	37
13.10	UTLIGGERKONSOLLER MED FESTEJERN FORBJELKEMASTER	40
13.10.1	Utliggerkonsoll for leddbjelkemaster HEB 200 –280	40
13.10.2	Ledd for utliggerkonsoll i aluminium	40
13.10.3	Seksjonsjern for bjelkemast HEB	41
13.10.4	Bøyleskruer Ø 16 og Ø 20 for HEB 200-280	41
13.11	ULIKE TYPER UTLIGGERE	42
13.11.1	Generelt	42
13.11.2	nA og nB- utligger	42
13.11.3	Detaljtegning av nA-utligger	43
13.11.4	StykkListe med tegningsnummer	43
13.11.5	Detaljtegning av nB-utligger	44
13.12	AVSPENNINGS- OG SEKSJONSUTLIGGERE	44
13.12.1	Seksjonsutligger skA	45
13.12.2	Seksjonsutligger slB	45
13.13	SPESIALUTLIGGERE	46
13.13.1	Plattformutligger	46
13.13.2	Broutligger – utligger for valgfri systemhøyde (Napoleon)	46
13.14	BYGGING AV KONTAKTLEDNINGSANLEGG ITUNNEL	47
13.15	MONTERING AV HENGETRÅDKLEMMER I KONTAKTLEDNINGEN	50
13.15.1	Montering av Siemens hengetrådklemme på kontaktråd	51
13.15.2	Montering av Flury hengetrådklemmer på kontaktråd/bæreline	53
13.15.3	Montering av Kruch hengetrådklemmer på kontaktråd/bæreline	54
13.16	HENGETRÅDER	55
13.17	UTFØRELSE AV HENGETRÅDER	59
13.17.1	Utførelse ved bruk av Siemens hengetrådklemme	59
13.17.2	Hengetrådklemme, hengetråduførelse	62
13.18	HENGETRÅD MED LAV SYSTEMHØYDE	64
13.18.1	Kruch hengetråd av line for systemhøyde 100 – 517 mm	64

13.18.2	Arthur Flury, hengertråd av line for systemhøyde 100 og 200 mm	65
13.18.3	Flury henger for tunnel	65
14	TVERRGÅENDEKONSTRUKSJONER	66
14.1	KVALITETSKRAV TIL ÅK, LASKER OG RAMMER	66
14.1.1	Mottakskontroll	66
14.1.2	Lagring og transport.....	67
14.2	ÅKVARIANTER.....	67
14.3	ÅKSKISSE.....	68
14.4	TEGNINGSNUMMER PÅ ÅK-RAMMER OG SAMMENSTILLINGSTEGNINGER	69
14.5	ÅK-RAMMER.....	69
14.5.1	Enderamme åk 12 type med horisontal ende	69
14.5.2	Enderamme åk 12 type utførelse med vertikal ende.....	69
14.5.3	Enderammer har forsterkninger mot vridninger	70
14.5.4	Mellomrammer	70
14.5.5	Åk-rammer, forbindelse over og underside.....	71
14.6	SKJØTELASKER	72
14.6.1	Detaljtegning av skjøtelasker EH-707453-000.....	73
14.6.2	Vekt på forskjellige åk-rammer og lasker tilåk.....	74
14.7	BYGGING AV ÅK	75
14.7.1	Bruk av åktabellen.....	75
14.7.2	Plukkliste	77
14.7.3	Sammenstillingstegning ved bygging av åk utførelse I - XXIII.....	80
14.7.4	Montering av skjøtelasker	81
14.7.5	Tiltrekningsmoment på skruer.....	82
14.8	BEREGNING AV MONTASJEMÅL FOR ÅK KONSOLLER	83
14.9	FESTEKONSOLL FOR ÅK TYPE 12 OG 14 PÅ H OG B-MASTER	83
14.9.1	Festekonsoll for åk type 12 og 14 på bjelkemaster HEB 200-280	83
14.9.2	Festekonsoll for åk type 40 på H og B-master	83
14.9.3	Monteringskrav festekonsoller åk	84
14.9.4	Festing av åk til konsoll imast.	84
14.10	HENGEMASTER OG SPIR	85
14.10.1	Utførelser av hengemaster og spir	85
14.10.2	Festejern for hengemast og spir i åk type 12 og 14.....	86
14.11	MONTERING AV HENGEMAST TIL ÅK.....	87
14.11.1	Tabell 71 - Masteavstand fra spormidt	88
14.12	UTLIGGER-ÅK (ÅKUNGE).....	89
14.12.1	Sammenstillingstegning utligger-åk	89
14.13	DEMONTERING OG NEDTAKING AV GAMLE ÅK	91
15	STRØMBRUER OG STRØMSTIGER.....	92
15.1	SYSTEMTEGNINGER.....	92
15.2	STRØMBROER OG STRØMSTIGER.....	92
15.3	PFISTERER HYDRAULISK PRESSVERKTØY	93
15.3.1	Hydraulisk pressverktøy fra Karl Pfisterer	93
15.3.2	C-pressklemme 70 flex/50 mm ²	94
15.3.3	Alternative C- og E-pressklemmer og bakkeoversikt	94
15.3.4	Montering av C-pressklemme	94
15.3.5	Pressing av C-pressklemme	95
15.4	E-PRESSKLEMME TIL KONTAKTLEDNING 70 FLEX/ 100-120 MM² RIS.....	96
15.4.1	Montering av E-pressklemme	96
15.5	PLASSERING AV STRØMBROER/STIGER IKL-ANLEGGET	97
15.5.1	Klemmefritt rom	97

15.6	UTREGNING AV LENGDE PÅ FLEKSLINE TIL STRØMBRO/STIGE.....	98
15.6.1	Tabell 1.....	98
15.6.2	Tabell 2.....	99
15.6.3	Tabell 3.....	101
15.6.4	Utførelse enkel strømbro	103
15.6.5	Utførelse dobbel strømbro.....	104
16	AVSPENNINGER.....	106
16.1	LODDAVSPENNING, SYSTEM 20 OG25	106
16.2	ARBEIDSSOMRÅDE.....	107
16.2.1	Prinsippene for loddavspenningshjul.....	107
16.3	KRAV TIL KONTAKTLEDNINGSANLEGGSTEMPERATUROMRÅDE.....	108
16.4	SYSTEM 20 LODDAVSPENNING I ET GITTEMPERATUROMRÅDE	108
16.5	DETALJTEGNINGER AVLODDAVSPENNINGER.....	109
16.5.1	Loddavspenningshjul, innvendig loddlineføring	109
16.5.2	Utvendig loddlineføring.....	110
16.5.3	Loddavspenningshjul til tunnel	110
16.5.4	Deler til loddavspenningskonsoller til System20	110
16.5.5	Konsoll til loddavspenningshjul B-mast med lengde 8m - 9,5 m.....	111
16.5.6	Konsolljern til loddavspenningshjul H-mast med lengde 8m - 10,0 m	111
16.5.7	Tunnel konsolljern utførelse A	111
16.5.8	Tunnel konsolljern utførelse B	111
16.5.9	Konsolljern til loddavspenningshjul til bjelkemast typeHEB	112
16.6	MONTERING AV MASTEKONSOLLER TIL LODDAVSPENNINGSHJUL	112
16.6.1	Sammenstillingstegninger som skal benyttes ved montering av mastekonsoll.....	113
16.7	SYSTEM 20, KUTTETABELL FOR LODD OGAVSPENNINGSLINER	115
16.7.1	Grunninnstilling av loddavspenningshjul ved montering.....	115
16.8	ØVRIGE KOMPONENTER.....	116
16.9	SJEKKLISTE FOR MONTERING.....	121
16.10	L- MÅLTABELLER.....	122
16.11	FASTAVSPENNING.....	126
16.11.1	Montasjemål fastavspenninger	126
16.12	FIX-AVSPENNINGER	126
16.13	STREKKING OG MONTERING AVFIX-LINER.....	128
16.13.1	Arbeidsoppgave: Bruk av tabellen	130
16.13.2	Låsing av fixlinen i fix-punktet.....	131
16.13.3	Montering av fix-stropp.....	132
16.14	DETALJTEGNINGER AV DELER BRUKT I FIX-AVSPENNING	133
16.15	BARDUNERING AV LODD, FAST OG FIX-AVSPENNINGER.....	134
16.15.1	Utførelse ved avspenning der bardunstrekket har vinkel	134
16.16	UNDERLAG TIL KAPITTEL 16.....	135
17	STREKKING OG MONTERING AV LEDNINGER I KL-ANLEGG	136
17.1	FORBEREDELSE TIL STREKKING AV KONTAKTRÅD.....	136
17.1.1	Trådføring i seksjons- og avspenningsfelt	136
17.2	STREKKING AV KONTAKTLEDNING	139
17.2.1	Maskiner.....	139
17.2.2	Verktøy.....	139
17.3	GRUNNPRINSIPPER VED STREKKING	141
17.4	BEHANDLING AV KONTAKTRÅD.....	143
17.4.1	Strekking av ny ledning i gammelt kontaktledningsanlegg	143
17.4.2	Montering av kontaktrådklemme.....	145
17.4.3	Strekking av ledning på nye parseller	147

17.5	BESKRIVELSE SYSTEM 20	147
17.5.1	Standard A	147
17.5.2	Standard B	148
17.5.3	Standard C ₁	148
17.6	MONTERING AV UTLIGGERE	149
17.6.1	Arbeidsmetode ved montering på ikke trafikkertspor	149
17.6.2	Arbeidsmetode ved montering i og ved trafikkertspor med disponering	149
17.7	JUSTERING AV UTLIGGER OG MONTERING AV CUPALBLIKKI BÆRELINEHOLDEREN	150
17.7.1	Eksempel på bruk av tabell for innstilling av utligger	150
17.7.2	Pressing av cupalblikk på bærelinen ved feste til bærelineholder	151
17.7.3	Plassering av skjøten til Cupalblikket	152
17.8	Y-LINE	153
17.8.1	Y-line Klemme	153
17.8.2	Montering av Y-liner	154
17.9	STREKKING MED AUTOTRANSFORMATOR OG STREKK AV AT-LEDNINGER	155
17.9.1	Krav til utførelse med ledninger i luft	155
17.9.2	Plassering av lederne og krav til merking	156
17.9.3	Avstand mellom PL og NL ledningene og kontaktledningsanlegget	157
17.9.4	AT-ledningenes høyde over KL-anlegget ved kryssing	158
17.10	HØYSPENNINGSKABLER	159
17.10.1	Selvbærende høyspennings kabel	159
17.10.2	Forlegning av kablene for PL og NL	159
17.10.3	Overgang mellom AT-ledere i luft og kabler i tunell	160
17.11	SEKSJONERING AV KONTAKTLEDNINGSNETTET	162
17.12	AVSTANDSKRAV I ATANLEGG	163
17.12.1	Nedføring fra PL leder til kontaktledningsanlegget	163
17.12.2	Montering av jordingskule	164
18	TRANSFORMATORER KNYTTET TIL KONTAKTLEDNINGSANLEGG	166
18.1	ULIKE SUGETRANSFORMATORARRANGEMENT	166
18.1.1	Sugetransformator i kiosk	166
18.1.2	Tilkobling	168
18.2	SUGETRANSFORMATOR TILKOBLET KONTAKTLEDNING VED BRUK AV DROPPLEDNINGER	171
18.2.1	Montasje mål for C- og S- form ved loddavspent bæreline	172
18.3	MERKING OG KONTROLL AV SUGETRANSFORMATOR	174
18.3.1	Hvordan sette en sugetransformator i drift/ ut av drift	175
18.4	OVERSPENNINGSVERN I KONTAKTLEDNINGEN	176
18.4.1	Overspenningsvern ved sugetransformatoren montert i mast	176
18.4.2	Plassering av overspenningsvern for sugetransformator montert i kiosk	177
18.4.3	Sugetransformator med tilførsel fra nabomaster	180
18.5	AUTOTRANSFORMATOR	183
18.6	RETURTILKOBLINGER	188
18.6.1	Tilkobling av returstrømsamleskinne på stasjon med akseltellere	188
18.6.2	Tilkobling av retursamleskinne på fri linje, dobbeltisolert signalanlegg	189
18.6.3	Tilkobling retursamleskinne på stasjon med enkeltisolerte/ frekvensmodulerte sporfelt	189
18.6.4	Tilkobling retursamleskinnen på stasjon med dobbeltisolertesporfelt	189
19	KOMPONENTER I RETURSTRØMKRETSEN	190
19.1	UTENDØRS RETURLEDNINGER	190
19.2	KABLER FOR RETURLEDNING	190
19.3	MATERIELL TIL OPPHENG OG AVSPENNINGER AV RETURLEDNING	191
19.4	KRAV TIL KABELSKO, SKJØTER OG DIVERSE KLEMMER SOM SKAL PRESSES	192
19.5	PRESSKABELSKO MED KOBBER OG ALUMINIUMSOVERGANG INTEGRERT AL-CU 240 MM² Ø13	

MM OG Ø17MM	193
19.6 FORBINDELSER OG KOBLING TILSKINNE	193
19.7 KABELVERN OG FESTEKLAMMER	193
19.7.1 Overspenningsvern ved høyspenningsskabler	194
19.8 KLEMBRETT	194
19.9 KOBLINGSKLEMME FORALUMINIUMSLINE	195
19.10 FRAMFØRING AV RETURSTRØMSLEDNING	195
19.10.1 19.10.1 Returstrømledning framført som luftstrek.....	195
19.11 KRAV TIL RETURSTRØMLEDNING FRAMFØRT I KABELKANAL ELLER JORD	197
19.12 MERKING SKAL MINIMUM UTFØRESVED	198
19.12.1 Returledning i tunnel.....	199
19.13 RETURLEDNING OG SUGETRANSFORMATOR	199
19.14 RETURSTRØMNEDFØRING TIL SKJØTELØSE OG FREKVENSMODULERTE SPORFELT	202
19.15 TI21 AUDIOFREKVENT SPORFELT	203
19.16 EKSEMPEL PÅ UTFØRELSE AV NEDFØRINGER AV RETURSTRØMLEDNING	203
19.17 UTFØRELSE AV NEDFØRING AV RETURSTRØMLEDNINGER PÅ STASJONER	204
19.18 KOBLING AV RETURSTRØMLEDNINGENE FRA STASJONEN TIL FRI LINJE UTEN RETURLEDNING	205
19.19 KOBLING AV RETURSTRØM TILSKINNER PÅ STASJON MED DOBBELTISOLERTE SPORFELT 207	
19.20 RETURSTRØMKRETS OG BESKYTTELSE SJORD/ UTJEVNINGSFORBINDELSER PÅ STASJONER	207
19.21 GLIDESKJØT I SPORET	209
19.22 TILKOBLING AV RETURLEDER VED OMFØRERSTASJONER	210
19.23 FILTERIMPEDANS I RETURSTRØMKRETSEN	210
19.24 MINSTE LEDNINGSTVERRSNITT VED KOBLING AV FILTERIMPEDANSER	212
19.25 SUGETRANSFORMATOR I RETURSTRØMKRETSEN	212
20 JORDING OG UTJEVNING AV KONTAKTLEDNINGSSANLEGG	214
20.1 RETURSTRØMKRETSEN	214
20.2 SIGNALANLEGG OG SPORFELTSTRØM	215
20.2.1 Sporfelte med isolerte skjøter	215
20.2.2 Mastejordingens innvirkning på dobbeltisolerte sporfelt.....	216
20.3 JORDING AV KONTAKTLEDNING	217
20.4 SONE FOR KONTAKTLEDNINGEN	218
20.4.1 Sone for strømvatager.....	219
20.5 ANLEGG INNENFOR SONE FOR KONTAKTLEDNING	219
20.5.1 Større ledende konstruksjoner	220
20.5.2 Alle utsatte ledende anleggsdeler	221
20.6 BESKYTTELSE SJORDING	221
20.7 UTFØRELSER AV JORDING	222
20.7.1 Direkte tilkobling av jording til skinne.....	222
20.7.2 Langsgående jordleder	222
20.7.3 Jording og utjevning til kjøreskinner	223
20.8 DIMENSJONERENDE KORTSLUTNINGSSTRØM	223
20.9 ANLEGG MED LANGSGÅENDE JORDLEDER	225
20.9.1 Dimensjoneringskrav til jordledere og utjevningforbindelser som har minst en forbindelse i sone for kontaktledning eller i sone for strømvatager.....	225
20.9.2 Tilkobling til banestrømmens returstrømkrets.....	227
20.9.3 Filterimpedansspolen	228
20.9.4 PAK – filter	228
20.9.5 Jordelektroder	228

20.9.6	Koblingspunkter	228
20.10	SPORFELTER	229
20.10.1	Seksjonert langsgående jordleder, konvensjonelt enkeltisolertsporfelt	229
20.10.2	Seksjonert langsgående jordleder, konvensjonelt dobbeltisolertsporfelt	229
20.10.3	Seksjonert langsgående jordleder, endematede FTG-Ssporfelt	229
20.10.4	Seksjonert langsgående jordleder, midtmatede FTG-Ssporfelt	230
20.10.5	Seksjonert langsgående jordleder, TI 21 audiofrekvent sporfelt	230
20.10.6	Sammenhengende langsgående jordleder, konvensjonelt enkeltisolert sporfelt.....	230
20.10.7	Sammenhengende langsgående jordleder, konvensjonelle dobbeltisolerte sporfelt.....	231
20.10.8	Sammenhengende langsgående jordleder, endematede FTG Ssporfelt	231
20.10.9	Sammenhengende langsgående jordleder, spor utensporfelte	232
20.11	GRENSESNITT TIL ANDREANLEGG	232
20.11.1	Nettleverandør.....	232
20.11.2	Bruk av spenningsbegrenser – «Åpen jording».....	233
20.11.3	Skille elverksjord fra returstrøm/jord på plattformer.....	233
20.11.4	Nullpunkt sikring	234
20.11.5	Spenningsbegrenser skal tilfredsstillte følgende funksjonskrav.....	234
20.12	JORDLEDERE OG TILKOBLINGSMATERIELL.....	235
20.12.1	Isolert jordleder.....	235
20.12.2	Jordingsbefestigelse på mast.....	236
20.13	TEKNISKE KRAV TILKABELSKO	236
20.13.1	Fortinnet Cu tett kabelsko Norm	236
20.13.2	Skjøtehylser	237
20.14	KOBLINGSFORBINDELSER TIL JORDLINER	237
20.14.1	H-press.....	237
20.14.2	C-pressklemmer	237
20.14.3	Pfisterer mekaniske håndpresstenger.....	238
20.14.4	Pfisterer hydraulisk pressutstyr	238
20.14.5	Dubuis, batteridrevet hydraulisk pressverktøy.....	238
20.14.6	Cadweld termittsveising.....	239
20.15	KOBLING TIL SKINNESTRENG.....	240
20.15.1	Montering av Cembre skrueforbindelse	240
20.15.2	Cembre, tilkobling til skinne.....	240
20.15.3	Montering av kontakthylse AR 260D	240
20.15.4	Montering av Cembre kontakthylse AR 60D	241
20.15.5	Verktøy til fastpressing av kontakthylse	241
20.15.6	Tiltrekkingsmoment av skruen.....	242
20.15.7	Dubuis, conplug.....	242
20.15.8	Prinsipiell oppbygging av jordingssystemet	242
20.15.9	Hydraulisk monteringsverktøy for CONPLUG	243
20.15.10	CONPLUG Cu, Ø 19 mm med bolt M12 forskinner.....	244
20.15.11	Tilkobling.....	244
20.16	UTFØRELSE AV JORDING/UTJEVNINGSFORBINDELSER AV FORSKJELLIGE OBJEKT	245
20.16.1	Jording av bygning innenfor sone forkontaktledning	245
20.16.2	Jording av drivmaskin og vekselomstiller	246
20.16.3	Føring av utjevningforbindelse på fundament	246
20.16.4	Legging av hovedutjevningforbindelse på sviller fra impedansspole.....	247
20.16.5	Utjevningforbindelse av bryterhåndtak	247
20.16.6	Utjevningforbindelse av mast	247
20.16.7	Legging av jordleder ved kryssing av langsgående kabelkanal.....	248
20.16.8	Jording/utjevning av langsgående ledende gjenstander tilspor	248
20.16.9	Utisolering og seksjonering av langsgående gjerder	249
20.16.10	Utisolering av ledende gjerder og gjenstander ut fra jernbanetraseen.....	249
20.16.11	Større ledendekonstruksjoner.....	250
20.16.12	Bruer	251
20.16.13	Ledende gjenstander som krysser flerespor.....	251
20.16.14	Tunneler og kulverter	251

20.16.15	Svingskive.....	251
20.16.16	Kraner.....	251
20.16.17	Jordingsbrytere.....	251
20.16.18	Kabler og utstyr.....	252
20.17	TVERRFAGLIG JORDINGSPLAN	252
20.18	DOKUMENTASJON AV JORDELEKTRODEANLEGG	254
20.18.1	Hva er en jordelektrode	254
20.19	ELEKTRODENS FUNKSJON OG UTFORMING.....	255
20.19.1	Koblingspunkter (skjøter)	255
20.19.2	Motstand som funksjon av jordelektrodens størrelse og dybde	256
20.19.3	Effekten av jordens spesifikke motstand på motstanden til jordelektroder.....	256
20.19.4	Faktorer som påvirker jordens spesifikke motstand	256
20.19.5	Krav til berøringsspenninger	256
20.19.6	Overgangsmotstand til sann jord.....	257
20.19.7	Avstand mellom elektroder i to atskiltesystem	257
20.20	UTFØRELSE AV JORDELEKTRODER.....	257
20.20.1	Kråkefotelektrode.....	258
20.20.2	Vanlig godt jordsmonn, matjord på leire eller sandholdig jord	258
20.20.3	Vanlig godt jordsmonn, flere spyd.....	258
20.20.4	Jord på sand eller annen masse med dårlig ledningsevne.....	259
20.21	JORDING I FJELL.....	259
20.21.1	FS jordspyd beregnet på dybdejording	260
20.22	DOKUMENTASJON AV JORDELEKTRODEANLEGG	261
20.23	KONTROLL AV JORDINGSANLEGG	261
21	VEDLEGG	262
21.1	CONTACT WIRES	262
21.2	BRONZE WIRE	262
21.3	COPPER WIRE.....	263
21.4	STEEL WIRE	264
21.5	ALUMINIUM WIRE.....	264
21.6	INSULATED COPPER CONDUCTOR.....	265
21.7	INSULATED ALUMINIUM CONDUCTOR/CABLE	266
22	EGNE NOTATER	268

13 KONTAKTLEDNINGSANLEGG EKSEMPLIFISERT VED SYSTEM 20

Denne delen av boken om kontaktledningsanlegg omhandler praktiske instruksjoner og grunnlaget for sikker og funksjonell montasje av de ulike elementene i et anlegg. Her finnes det informasjon om forberedelser og retningslinjer som knytter teori og praksis sammen.

13.1 PARAMETRE FOR SYSTEM 20

13.1.1 Parametere for System 20 A (200 km/t)

- Innspent bæreline Svingbare utliggere Systemhøyde 1,60 m
- Kontakttråd høyde 5,60 m (5,05 m – 5,60 m)
- Bærelinestrek (DIN 48201 - 50/19 BzII høyreslått)10000 N
- Kontakttrådstrek (RiS 100 Cu/Ag) 10000 N
- Y-linestrek (DIN 40201 - 25/7 BzII) 2300 N Hengetråd (10/49 BzII)
- Spennlengde $a \leq 65$ m
- ½ maksimal ledningspart 750 m
- Spennlengder og siksak se tegning EH-800109
- $R < 800$ m uten Y-line se tegning EH-707156
- Fixpunkt EH-707195

13.1.2 Parametere for System 20 B (160km/t)

- Innspent bæreline
- Svingbare utliggere
- Systemhøyde 1,60 m
- Kontakttråd høyde 5,60 m (5,05 m – 5,60 m)
- Bærelinestrek (DIN 48201 - 50/19 BzII høyreslått) 10000 N
- Kontakttrådstrek (RiS 100 Cu/Ag) 10000 N
- Hengetråder (10/49 BzII)
- Spennlengde $a \leq 65$ m
- ½ maksimal ledningspart 750 m
- Spennlengder og siksak se tegning EH-800109
- Fixpunkt EH-707195

13.1.3 Parametere for System 20 C (200 km/t - tunnel)

- Innspent bæreline
- Svingbare utliggere
- Systemhøyde 0,75 m
- Kontakttråd høyde 5,60 m (5,05 m – 5,60 m)
- Bærelinestrek (DIN 48201 - 50/19 BzII høyreslått) 13000 N
- Kontakttrådstrek (RiS 100 Cu/Ag) 13000 N
- Y-linestrek (DIN 40201 - 25/7 BzII) 2500 N
- Hengetråder (10/49 BzII)
- Spennlengde $a \leq 45$ m
- ½ maksimal ledningspart 450 m
- Spennlengder og siksak se tegning EH-800109
- $R < 800$ m uten Y-line se tegning EH-707156
- Fixpunkt EH-707195

13.2 UTLIGGERE SYSTEM 20, GENERELL INFORMASJON

Ved bygging av system 20 kontaktledningsanlegg er det høye krav til nøyaktighet til innmåling av master og spor. Målingene benyttes til beregning og fremstilling av utliggere og hengetråder og kommer ut som tabeller. En tabell for hver ledning.

Under montasje av master må det under hele byggeprosessen bli rapportert inn korrekte opplysninger om:

- mastefundamentenes høyde i forhold til SOK
- overhøyde på spor
- avstand fra spormidtd og til forkant mast
- mastenes helning
- avstand fra mast til mast

Alle endringene skal inn i beregningsprogrammet Sicat CanDrop som foretar beregningene. Alle rør må kuttes nøyaktig og alle utliggertdelene må monteres nøyaktig etter mål angitt i tabellen. Når utliggeren er ferdig montert merkes den med ledningsnummer og mastenummer.

Ytterligere reduksjon fraviker systemkravet. Spenningsførende deler skal ikke anbringes lavere enn 4,80 meter over skinneoverkant.

13.3 TOLERANSER

Kuttelengder for rør

Alle rør skal være kuttet vinkelrett. Det tolereres følgende avvik på kuttelengder:

- Strekkstag: For å få benyttet rørlengder kan disse avvike ± 20 mm
- Trykkstag: ± 2 mm
- Horisontalstag: For å få benyttet rørlengder kan disse avvike ± 20 mm
- Montasjepunkt: (AKP) $\pm 2,5$ mm

Utliggerrørene er i aluminium og skal være etter tegning EH-707291-000

- $\varnothing 70$ mm
- $\varnothing 55$ mm
- $\varnothing 42$ mm

I tabellen er en kolonne med tekst diagonalstag, disse benyttes på system 25 eller på system 20 der det er store kurvekrefter virker på utliggeren.

Høyde ved utligger

Kontakttråd høyden kan ha et maksimalt avvik på ± 20 mm i utliggeren. Systemhøyden i utligger kan ha et maksimalt avvik på +20 mm. Høyden må justeres ved å flytte utliggerkonsollene.

Stigning og fall i kontakttråd høyde

Normal kontaktledningshøyde for System 20 er 5,60 m, men den kan reduseres til 5,05 m i utliggeren

Ytterligere reduksjon fraviker systemkravet. Spenningsførende deler skal ikke anbringes lavere enn 4,80 meter over skinneoverkant.

Ved stigning eller fall skal kontakttråden følge en rampefunksjon. Ved overgang fra en kontakttråd høyde til en annen skal rampefunksjonen ha en stigning på inntil $\frac{1}{10*v}$ i første og siste spennlengde og inntil $\frac{1}{5*v}$ i mellomliggende spennlengder.

v = maksimal strekningshastighet på stedet.

$$\frac{\text{Stigning}}{\text{Fall}} = \frac{1}{10 * v} = \frac{1 (\text{spennlengde})}{10 * v} = \text{høydeendring i første og siste spenn}$$

Eksempel på nedtrapping i første/siste spenn på 70 m med strekningshastighet 140 km/t

$$\frac{70}{10 * 140} = 0,05 \text{ m} = 5 \text{ mm}$$

Mellomliggende spenn blir da:

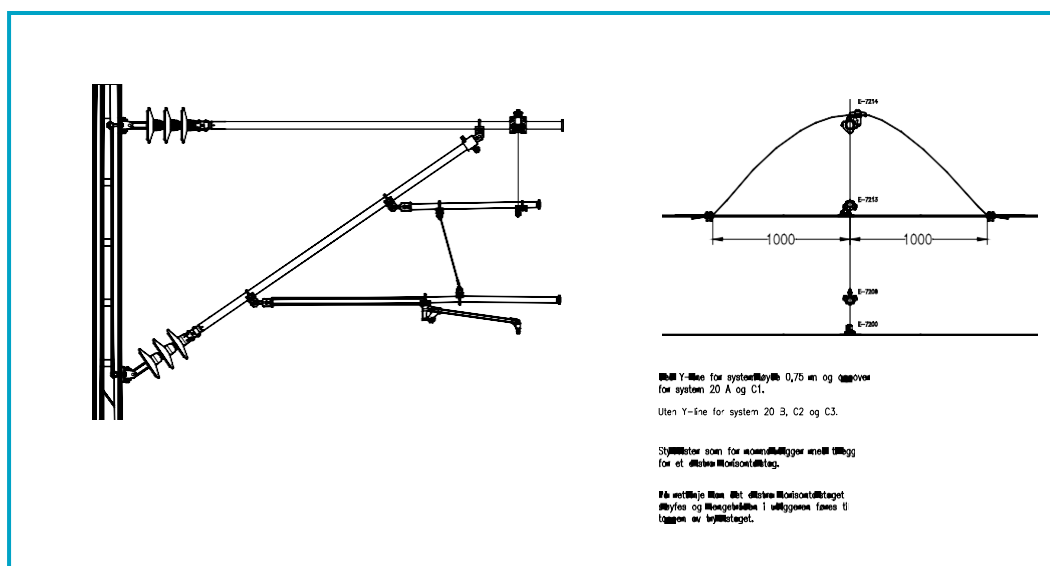
$$\frac{70}{5 * 140} = 0,1 \text{ m} = 100 \text{ mm}$$

Umiddelbart før og etter en høydebegrensende konstruksjon skal kontakttråd høyden holdes konstant minimum en spennlengde. Forkontaktledningsanlegg med dimensjonerende hastighet opptil 200 km/h bør kontakttråd høyden mellom 2 påfølgende høydebegrensninger holdes konstant dersom denne er over 5.05 meter og at avstanden mellom høydebegrensningene er mindre enn 800 meter. Ved endringer av kontakttråd høyden, er det ofte at systemhøyden i utliggerne må forandres. I slike tilfeller må ikke systemhøyden i utliggeren endres mer enn en trinn pr utligger. Det vil si fra systemhøyde 1,60 m til 1,30 m, neste 1,00 m og fra denne ned til 0,75m.

Forandring av systemhøyde i en utligger kan forandres på to måter.

Bygge utliggeren med mindre systemhøyde.

Beholde systemhøyden i utliggeren, og sette inn det som betegnes som omvendt bæreline. Dette gjøres ved at det settes inn et ekstra horisontalstag i utliggeren til feste av bærelinen. Det settes inn stropp over strekkstaget som festes til bærelinen hver side av det nye horisontalstaget. Se figur 13.1.

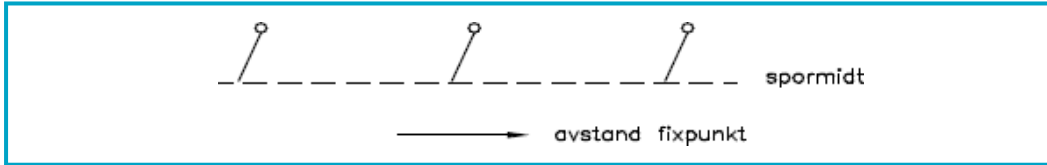


Figur 13.1 Utsnitt av tegning EH-707099-005 (spesialutligger for liten systemhøyde)

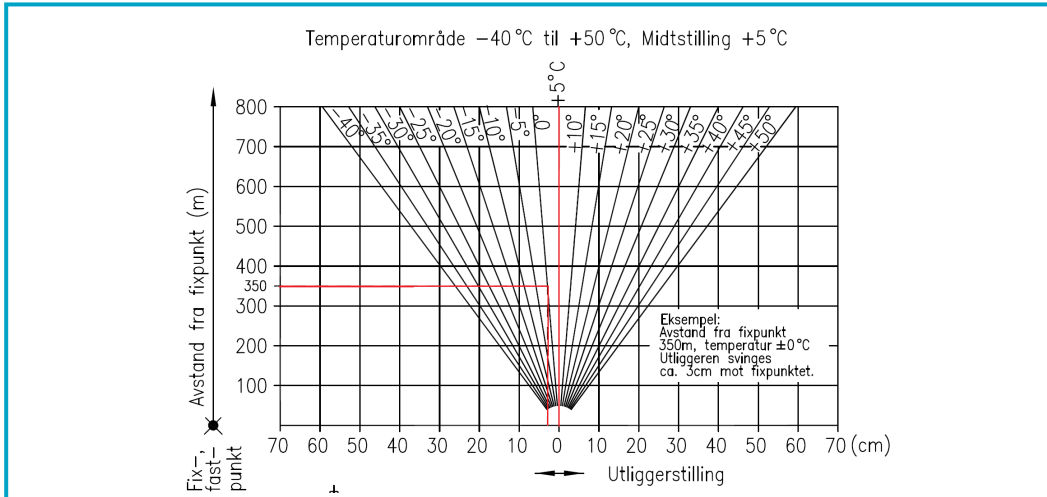
Temperaturinnstilling av utliggeren

Ved sluttjustering av kontaktråden er det viktig å kontrollere at utliggerne er justert slik at de får korrekt vinkel mot spormidten. Monteringsvinkelen er avhengig av temperaturen (trådtemperatur) samt mastens avstand fra fix-punkt. Denne avstanden finner vi i utligger eller hengertrådtabell.

Husk at sikksakk har en toleranse på ± 30mm i forhold til tabellverdi.



Figur 13.2 Utliggerens innstilling i forhold til fix-punktet



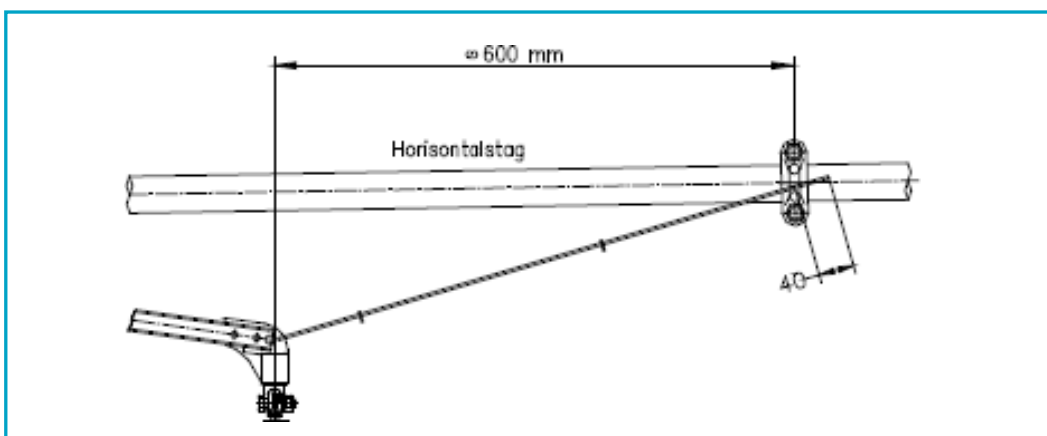
Figur 13.3 Tabell EH-707161-000 viser innstilling av utligger avhengig av fix-punkt og temperatur i tråden

Montasjetoleransen er ±50 mm fra avlest verdi i tabellen.

Justering av vindsikring

Tegning EH-707315-000

Vindhengeren skal ha en KLaring på 40 mm til opphengsbøylene.



Figur 13.4 Vindsikring mellom lett direksjonsstagg og horisontalstagg

13.4 KREFTER I LETT DIREKSJONSSTAG

Kreftene i lett direksjonsstag med kontakttrådklemme skal aldri være	< 80 N.
I hovedspor skal ikke kreftene i lett direksjonsstag være	>1200 N
I avviksspor skal ikke kreftene i lett direksjonsstag være	> 2500 N

Det må påsees at staget må ha sidekrefter fra tråden innenfor disse verdiene. Dersom det under justering viser seg at kreftene i lett direksjonsstag er for små, må sikksakk forandres. Det betyr at flere utliggere må bygges om slik at de ønskede krefter oppnås. Dette skal ivaretas ved prosjektering av kontaktledningsanlegg.

Nedheng i kontakttråden

Med Y-line settes verdien til 1/2000 av spennlengde
Uten Y-line settes verdien til 1/1000 av spennlengde

Kontaktledning i hovedspor over sporveksler skal ikke ha nedheng i spennet der ledningen fra avvikssporet krysser.

Hengetråder

Innbyrdes avstand mellom hengetråder skal ikke avvike mer enn ± 50 mm fra oppgitt avstand i tabell.

Avvik på hengetråd

Hengetråden må byttes dersom den er så kort at den gir kontakttråden et synlig oppløft. Dersom hengetråden er slakk i forhold til nærmeste hengetråd på begge sider må den byttes. Det vil være et lite nedheng fra hengetråd til hengetråd, men en hengetråd med feil lengde vil alltid skille seg ut når man sikter langs kontakttråden for å sjekke høydeforløpet.

13.5 BEREGNINGER MED PROGRAMMET SICATCANDROP

Dette er beregninger av utliggere og hengestråder utført ledning for ledning framstilt i tabeller.

13.5.1 Beregning av utliggere

Utliggertabellen, side 1

Her er det gitt generelle opplysninger om hvor ledningen skal bygges og hvordan byggingen skal utføres. Forklaring til forkortelser brukt i tabellen er tatt med her.



Prosjekt:

Sira - Moi, ledning 124

Beregning av utliggere fra Mast: 3330 (km: 474,1239) til 3357 (km: 475,1759)

Generelle data

Kontaktledningssystem

S20 o. YSeil new

Antall master, inkl. avspenningsmaster:

28

Systemdata

Bæreline:	Bz 50	Bæreline, vekt:	0,446 kg/m
Kontakttråd:	Ri 100	Kontakttråd, vekt:	0,890 kg/m
Y - line:	Bz 25	Y - line, vekt:	0,218 kg/m
Hengestråd:	Bz 10	Hengestråd, vekt:	0,089 kg/m

Strekk i bæreline: 10000 N

Strekk i kontakttråd: 10000 N

Det beregnes med nedheng.

Kt-løft ved løftet utligger: 1: 0,50 m 2: 0,50 m

Vinkling: 0,65 m

Vekt av hengestrådklemmer: 0,195 kg

Isolatortype: JBV

Ledningspartlengde: 1051,98 m

Lengde på fixline: 51,22 m

Utliggertabellen, side 2

Denne siden viser hvilke data som er tatt med i beregningsprogrammet.

Mastetyper. Avklar bokstavbenevnelsen til de forskjellige masttypene

Kontakttråd sikk-sakk

Mastehøyde. Ref. til overkant fotplate i forhold til SOK


Avstand mast-mast

Systemhøyde I utligger

Mastens helling pr.meter

Kontakttråd-høyde

Midte spor - forkant mast



Prosjekt:
Sira - Moi, ledning 124
Beregning av utliggere fra Mast: 3330 (km: 474,1239) til 3357 (km: 475,1759)

Beregning av utliggere. Innlagte data

n	Mast-nummer	MT	X [m]	FH [m]	SH [m]	BF [cm]	MVK [m]	MN [mm/m]	MHB [m]	ML [m]	EH [m]	UEL [m]	UEH [mm]	R [m]	Spesialtilfelle
1:	3330	D	58,43	5,68	0,70	30	3,77	19	0,097	0,00	0,00	0,00	0	0	-OSIRA-MOI_LE
2:	3331	A	58,01	5,18	1,60	-10	3,22	24	0,121	0,00	0,00	0,00	0	0	
3:	3332	A	60,33	5,18	1,60	30	-3,25	17	0,084	0,00	0,00	0,00	0	0	-L70
4:	3333	D	60,13	5,18	1,60	-30	-3,22	16	0,064	0,00	0,00	0,00	0	0	-L90
5:	3334	D	60,34	5,15	1,60	30	-3,13	12	0,074	0,00	0,00	0,00	0	0	-L90
6:	3335	D	59,79	5,09	1,60	-30	-3,27	24	0,040	0,00	0,00	0,00	0	0	-L90
7:	3336	D	50,16	5,04	1,60	30	-3,08	26	0,053	0,00	0,00	0,00	0	0	-L90
8:	3337	D	40,39	4,99	1,60	30	3,10	37	0,065	0,00	0,00	0,00	0	0	-L90
9:	3338	D	40,13	4,95	1,60	-30	-3,09	7	0,130	0,00	0,00	0,00	0	0	-L90
10:	3339	D	20,79	4,91	1,60	-30	-3,19	28	0,220	0,00	0,00	0,00	0	0	-L90
11:	3340	D	30,43	4,89	1,60	-30	-3,21	24	0,183	0,00	0,00	0,00	0	0	-F -L90
12:	3341	D	22,51	4,86	1,00	-30	-3,10	9	0,160	0,00	0,00	0,00	0	0	-L90
13:	3342	D	22,50	4,85	0,40	-30	-3,34	2	0,148	6,07	1,00	0,00	0	0	-L90 -P
14:	3343	C	21,91	4,85	0,25	20	3,40	0	0,000	0,00	0,00	0,00	0	0	-L90 -P
15:	3344	C		4,85	0,30	20	3,40	0	0,000	0,00	0,00	0,00	0	0	-L90 -P

Utliggertabellen, side 3

- På denne siden er viktige mål for utliggermontering og seinere ved justering av kontakttråd og bæreline. Her er det tatt med viktige mål ved montering av utliggere.:
- Montasjemål midt øvre utliggerkonsoll i mast. I System 20 er det midt øvre utliggerkonsoll som er referansepunkt ved montering av utliggere.
- Avstand mellom øvre og nedre utliggerkonsoll

SIEMENS TS EL EN Transportation Systems

Prosjekt:
Sira - Moi, ledning 124
Beregning av utliggere fra Mast: 3330 (km: 474,1239) til 3357 (km: 475,1759)

Beregning av utliggere. Maskinkorrigerede data

n	Mast-nummer	MT	A [m]	FH [m]	SH [m]	BF [cm]	BT [cm]	MVK [m]	MN [mm/m]	MHB [m]	ML [m]	EH [m]	UEL [m]	UEH [mm]	R [m]
1:	3330	D		5,68	0,700	30	0	3,77	19	0,097	0,00	0,00	0,00	-50	-1500
2:	3331	A	57,78	5,68	1,600	-10	-10	3,22	24	0,121	6,56	1,78	0,00	-45	-1678
3:	3332	A	58,01	5,18	1,600	30	30	-3,25	17	0,084	6,58	1,78	0,00	0	0
4:	3333	D	60,98	5,18	1,600	-30	-30	-3,22	16	0,064	6,60	1,78	0,00	0	0
5:	3334	D	60,13	5,15	1,600	30	30	-3,13	12	0,074	6,56	1,78	0,00	0	0
6:	3335	D	60,34	5,09	1,600	-30	-30	-3,27	24	0,040	6,53	1,78	0,00	0	0
7:	3336	D	59,79	5,04	1,600	30	30	-3,08	26	0,053	6,47	1,78	0,00	0	0
8:	3337	D	50,16	4,99	1,600	30	30	3,10	37	0,065	6,42	1,78	0,00	11	4024
9:	3338	D	40,39	4,95	1,600	-30	-30	-3,09	7	0,130	6,36	1,78	0,00	100	449
10:	3339	D	40,13	4,91	1,600	-30	-30	-3,19	28	0,220	6,25	1,78	0,00	150	300
11:	3340	D	20,79	4,89	1,600	-30	-30	-3,21	24	0,183	6,27	1,78	0,00	150	300
12:	3341	D	30,43	4,86	1,000	-30	-30	-3,10	9	0,160	5,66	1,18	0,00	150	300
13:	3342	D	22,51	4,85	0,400	-30	-30	-3,34	2	0,148	6,07	1,00	0,00	150	300
14:	3343	C	22,50	4,85	0,250	20	20	3,40	0	0,000	5,05	0,43	0,00	150	300
15:	3344	C	21,91	4,85	0,300	20	20	3,40	0	0,000	5,09	0,48	0,00	124	363
16:	3345	C	25,79	4,85	0,300	20	20	3,40	0	0,000	5,07	0,48	0,00	67	669
17:	3346	C	25,74	4,85	0,300	20	20	3,40	0	0,000	5,04	0,48	0,00	10	4304

Utliggertabellen, side 4

På denne siden er det ikke noen opplysninger som er viktige for en montør. Den inneholder horisontal og vertikalkurvatur ved sporet.

**Prosjekt:**

Sira - Moi, ledning 124

Beregning av utliggere fra Mast: 3330 (km: 474,1239) til 3357 (km: 475,1759)

Horisontalkurvatur

n	Sporradius [m]	Kurve start [m]	Kurve ende [m]	Overhøyde [mm]	Overhøyde start [m]	Overhøyde ende [m]
1:	-1500	473859,00	474177,00	-50	473859,00	474177,00
2:	0	474221,00	474526,00	0	474221,00	474526,00
3:	300	474594,00	474718,00	150	474594,00	474718,00
4:	0	474786,00	474916,00	0	474786,00	474916,00
5:	-300	474984,00	475036,00	-150	474984,00	475036,00
6:	305	475177,00	475309,00	150	475177,00	475309,00
7:	-350	475452,00	475514,00	-145	475452,00	475514,00
8:	0	475584,00	475996,00	0	475584,00	475996,00
9:	525	476071,00	476237,00	130	476071,00	476237,00
10:	3000	476312,00	476896,00	30	476312,00	476896,00
11:	0	476916,00	476977,00	0	476916,00	476977,00

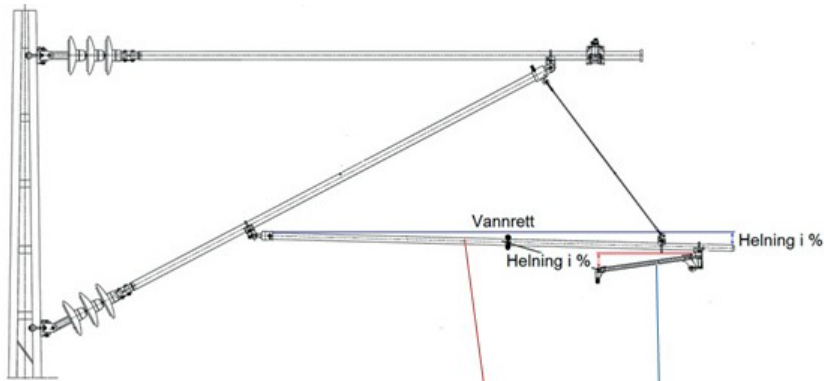
Vertikalkurvatur

n	Stigning / Fall [%]	Tangentkryssningspunkt [m]	Avrundingsradius [m]	Tangentlengde [m]
1:	0,000	474292,00	10000	31,50
2:	6,300	474762,00	-5000	15,75
3:	0,000	474862,00	-5000	15,62
4:	-6,250	475022,00	10000	31,25

Utliggertabellen, side 5

Ved montering av utliggerer er dette en fin orienteringsside for å kontrollere at vi har montert riktig utligger i masten. Den henviser til type utligger, side av spor og til tegning av utliggeren. Denne siden er viktig i forbindelse med sluttjustering av kontaktledningen. Her er det opplysninger om hvilken helning det skal være på horisontalstaget (STR-helning) og til lett direksjonsstag (SH-helning) i utliggeren.

Alle trykkutliggerer har et – tegn foran tallet. Det betyr at horisontalstaget heller fra festepunktet i trykkstaget. Tallene som oppgis er % helning f.eks.10% pr. m = 10 cm



Prosjekt:

Sira - Moi, ledning 124

Beregning av utliggerer fra Mast:

3330 (km: 474,1239) til 3357 (km: 475,1759)

Utliggerdata

n	Mast-nummer	Utligger	Strekning [m]	Mstpl. jfr. sp.	FD - STR (y) [m]	STR-helning [%]	SH-helning [%]	FD-sidekraft [N]	Utliggertype Tegn. nr.
2:	3331	hevet.	474181,66	Høyre	0,04	-10,00	10,00	498	E-7465
3:	3332	trykk	474239,67	Venstre	0,31	4,00	25,49	-189	E-7173
4:	3333	strekk	474300,65	Venstre	0,37	4,00	26,61	198	E-7171
5:	3334	trykk	474360,78	Venstre	0,39	-4,00	28,96	-199	E-7173
6:	3335	strekk	474421,12	Venstre	0,36	4,00	25,61	200	E-7171
7:	3336	trykk	474480,91	Venstre	0,36	-4,00	25,60	-212	E-7173
8:	3337	trykk	474531,07	Høyre	0,27	-4,00	14,90	375	E-7173
9:	3338	strekk	474571,46	Venstre	0,26	5,47	12,29	851	E-7171-uvh
10:	3339	strekk	474611,59	Venstre	0,26	4,00	13,81	950	E-7171-uvh
11:	3340	strekk	474632,38	Venstre	0,27	4,00	14,30	853	E-7171-uvh
12:	3341	strekk	474662,81	Venstre	0,26	4,27	13,52	882	E-7171-uvh
13:	3342	strekk	474685,32	Venstre	0,27	4,00	14,02	794	PH-E-7171-uvr
14:	3343	trykk	474707,82	Høyre	0,37	-15,01	14,01	651	PH-E-7175-uvr
15:	3344	trykk	474729,73	Høyre	0,37	-15,01	14,01	605	PH-E-7175-uvr
16:	3345	trykk	474755,52	Høyre	0,37	-15,01	14,01	385	PH-E-7175-uvr

Utliggertabellen, side 6

Ved bygging av utliggerer er det side 6 i tabellen som inneholder de opplysningene som trengs for å bygge utliggerer. Her er det opplysninger om:

- kuttelengde og rørdiameter (\varnothing mm) av rørene til strekkstag, trykkstag og horisontalstag.
- Ferdig lengde på bygging av utliggerens hengetråd
- montasjepunktene (AKP) for forskjellige utliggerdelene er oppgitt.
- lengde på lett direksjonsstag
- lengde på vindhenger

SIEMENS

 TS EL EN  Transportation Systems
Prosjekt:

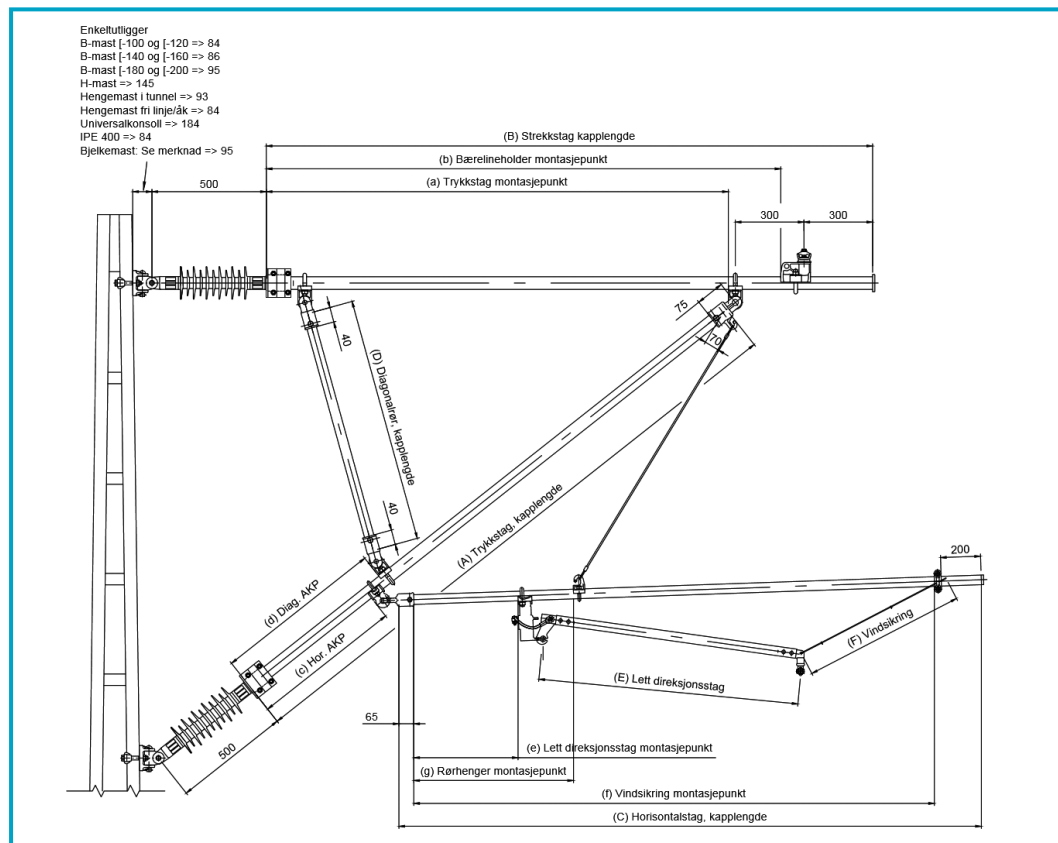
Sira - Moi, ledning 124

Beregning av utliggerer fra Mast: 3330 (km: 474,1239) til 3357 (km: 475,1759)

Kuttelengder for bygging av utliggerer

n	Mast-nummer	Trykkstag			Strekkstag			Horisontalstag			Diagonalrør		Direksjonsstag		Vindhenger		Utl. hengetråd	
		\varnothing [mm]	Lengde [m]	AKP [m]	\varnothing [mm]	Lengde [m]	TS-AKP [m]	\varnothing [mm]	Lengde [m]	AKP [m]	Lengde [m]	AKP [m]	Lengde [m]	AKP [m]	Lengde [m]	AKP [m]	Lengde [m]	AKP [m]
2:	3331	55	3,046	2,435	55	3,093	2,663	42	1,853	1,258	---	Rør - SH	---	1,093	1,357			
3:	3332	55	2,966	2,593	55	3,251	2,821	42	2,887	1,023	---	0,70	2,622	0,70	1,227	1,203	2,301	
4:	3333	55	2,468	2,014	55	2,672	2,242	42	2,555	0,631	---	0,90	0,736	0,70	2,260	0,910	1,006	
5:	3334	55	2,889	2,497	55	3,155	2,725	42	2,884	1,149	---	0,90	2,619	0,70	1,080	1,279	2,299	
6:	3335	55	2,541	2,115	55	2,773	2,343	42	2,627	0,641	---	0,90	0,803	0,70	2,332	0,919	1,073	

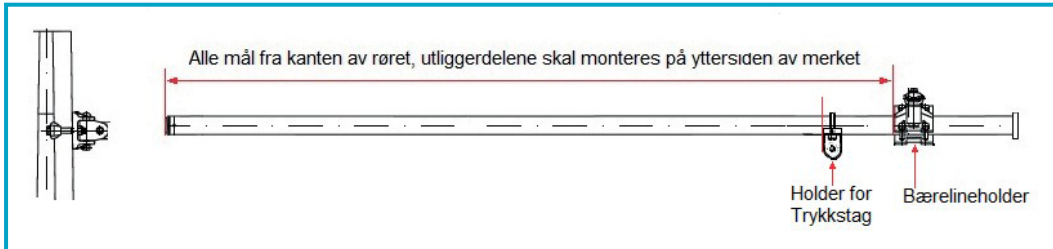
Begreper fra hjelpemeny for CanDrop som angir alle måleanvisninger for bygging av utliggerer og forkortelser. For siste utgave av Can drop får strekkstag og trykkstag inn i isolatoren slik at lengden på denne blir 500mm.



13.5.2 Montering og sammenstilling av utligger basert på tabellene

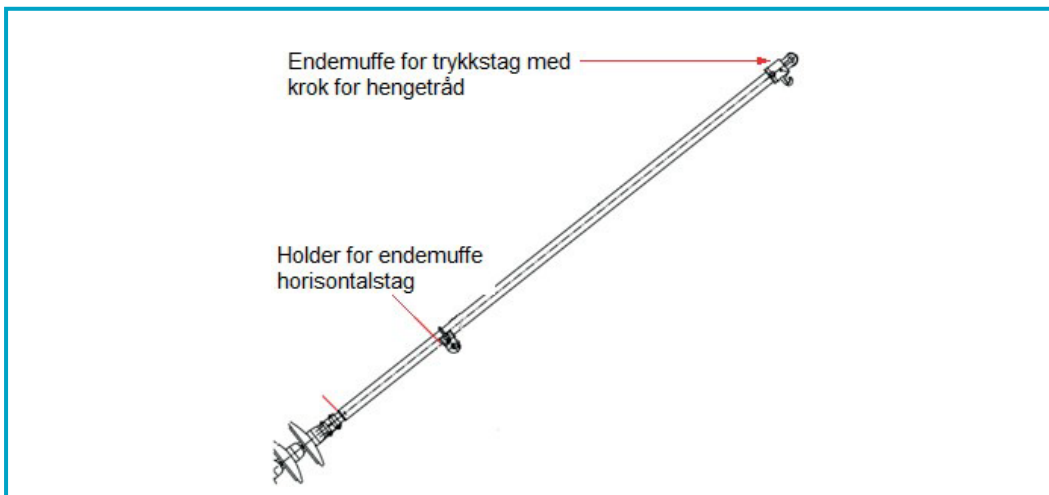
En utligger er som regel bygget i sammen med bruk av tre rør og forskjellige utligger deler. Alle mål som er oppgitt for strekk og trykkstag i tabellen skal måles fra den enden på røret som kommer nærmest masta ved montering, sett av et merke på riktig avstand fra rør enden. Utliggerdelen som skal monteres skal plasseres på utsiden av merket.

Strekkstag



Figur 13.5 Måltaging og montering av utliggerdeler på strekkstag.

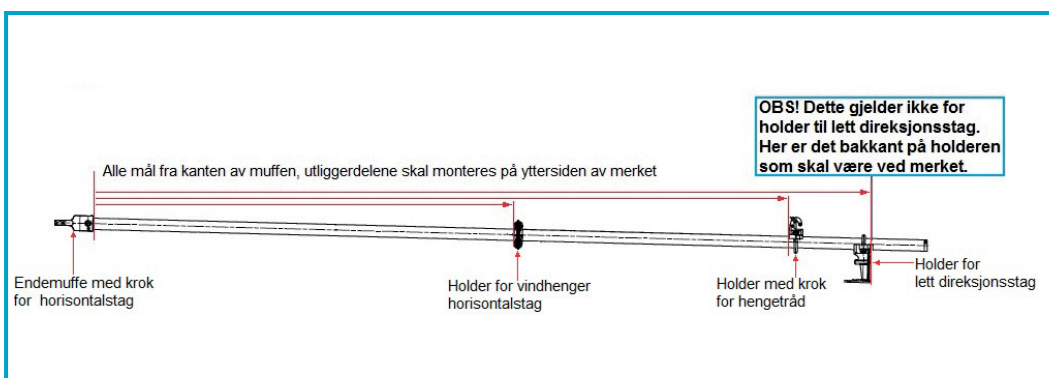
Trykkstag



Figur 13.6 Komponenter på trykkstag

Horisontalstag

Ved montering av utliggerdeler på horisontalstaket så må endemuffe med krok for horisontalstag monteres på horisontalstaket før måltaging. Det er fordi alle mål på horisontalstaket skal måles fra kanten av endemuffen.

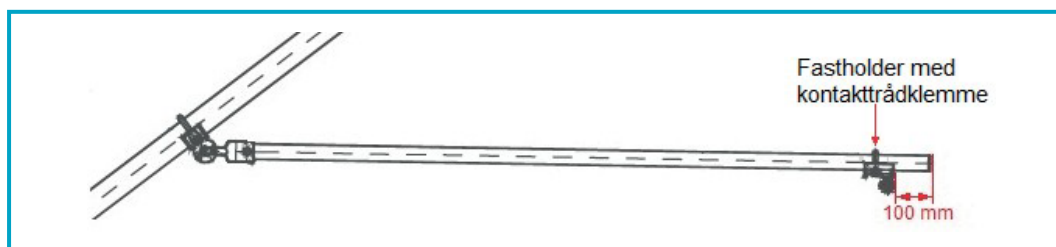


Figur 13.7 Måltaging og montering av utliggerdeler på horisontalstag

Montering av rør SH, utligger med fastholder på horisontalstaket

Dette er en av utliggerne i en avspenningsseksjon. Denne utliggeren er den siste hevede utliggeren før ledningen går til en fast eller loddavspenning. Du finner den som første og siste utligger i tabellen. Denne utliggeren har ikke lett direksjonsstag i horisontalstaget. Her blir det montert en fastKlemme til kontaktråden i horisontalstaget.

Den skal monteres 100mm fra rørets ende.

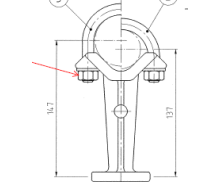
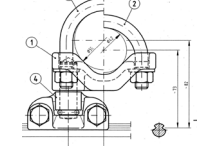
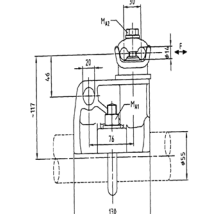
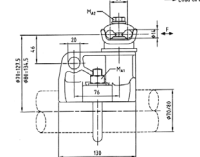
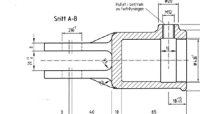
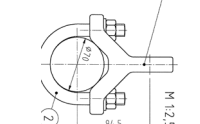
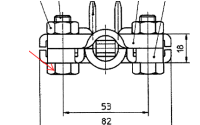
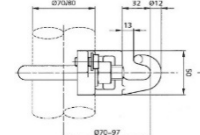


Figur 13.8 Montering av fastKlemme i rør SH

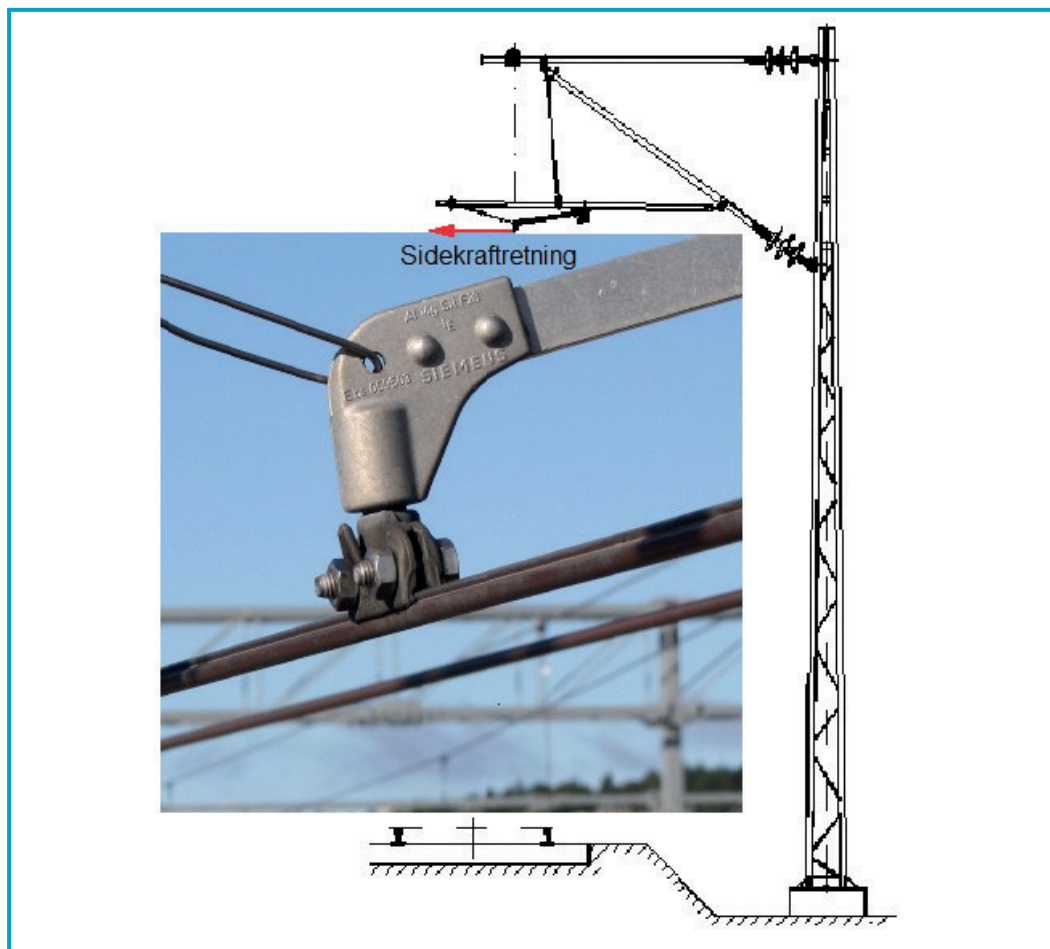
Tiltrekkingsmoment på bøyer og skruer på utliggeren. Tiltrekningsmomentet er avhengig av leverandør til materiellet. Tabell nedenfor er for Simens materiellet

NR.	TEGNING NR:	MOMENT	TITTEL	BILDE	F.NR
25	EH-707202	70 Nm	Holder for trykkstag rør Ø55		251.405.25
12	EH-707204	50 Nm	Endemuffe for trykkstag Ø55 med hengerådholder		251.405.29
12	EH-707205	50 Nm	Endemuffe for trykkstag Ø55 uten holder for hengeråd		251.405.30
12	EH-707206	50 Nm	Endemuffe for trykkstag Ø70 uten holder for hengeråd		251.405.31
9	EH-707196	50 Nm	Endemuffe for horisontalstag for rør Ø42		251.405.20
9	EH-707197	50 Nm	Endemuffe med krok for rør Ø55		251.405.21
8	EH-707314	35 Nm	Øyemuffe med bøyer, kompl. for rør Ø55/Ø70		251.405.61 (55) 251.405.60 (70)
18	EH-707208	35 Nm	Hengerådholder for horisontalstag Ø42 og Ø55		251.405.34 (42) 251.405.35 (55)
14	EH-707207	35 Nm	Vindsikringsholder for Ø42 og Ø55 r>1200 m		251.405.32 (42) 251.405.33 (55)

13. KONTAKTLEDNINGSANLEGG EKSEMPLIFISERT VED SYSTEM 20

NR.	TEGNING NR:	MOMENT	TITTEL	BILDE	F.NR
17	EH-707302	35 Nm	Holder for lett direksjonsstag Ø42 - Ø55		251.405.54 (42) 251.405.55 (55)
24	EH-707213	35 Nm	Fast kontakttrådholder Ø42 - Ø55		251.405.39 (42) 251.405.40 (55)
13	EH-707521	70 Nm	Bærelineholder for Ø55 strekstag		251.405.47
13	EH-707522	70 Nm	Bærelineholder for Ø70 strekstag		251.405.41
27	EH-707482	50 Nm	Endemuffe for diagonalrør Ø42 uten holder for hengetråd		251.406.62
25	EH-707483	70 Nm	Holder for trykkstag Ø70		251.406.61
23	EH-707472	35 Nm	Kontakttrådklemme		251.002.49
		70 Nm	Hengetrådholder for trykkstag Ø70		denne mangler vi tegning og f.nr. på og det er etterlyst

Montering av kontaktrådklemme



Figur 13.10 Riktig montert kontaktrådklemme

Kontaktrådklemmen skal monteres slik at den Klemmehalvdelen som er festet til lett direksjonsstag (Klemmekroppen) skal oppta sidekreftene i kontaktledningen.

Skrueene på Klemmen skal ved monteringen innsettes med kobberfett. Tiltrekkingsmoment = 30 Nm

Hengetråd til utligger

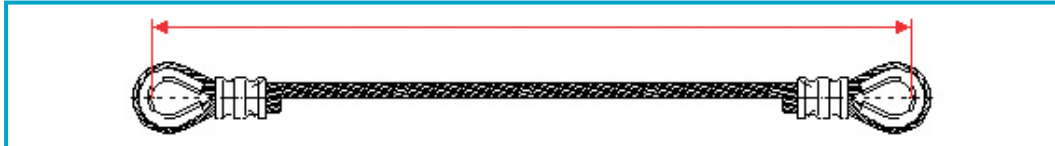
Hengetråden i utliggeren blir laget av stålwire med en diameter på 6 mm sammensatt av 133 kordeler. Presshylsen er av stål. Målet som er oppgitt i tabellen er ferdig lengde målt inside kause – inside kause. Se fig.13.11

Den enkleste måten å presse hylsa til hengetråden på, er å benytte en hydraulisk presse for da presses hylsa ferdig med ett press. Hengetråden består av følgende komponenter.

- | | | |
|--------------|------|--------------------|
| • Hengetråd | stål | Ø 6 mm 16/133 |
| • Presshylse | stål | 16 mm ² |
| • Kause | stål | 35 nrSt |

Detaljtegninger på komponenter:

- EH-707332-000
- EH-707333-000
- Begynn med å montere kause i hengetrådens ene ende og press denne ferdig (2 press med håndpresstang)
- Les ut kuttelengden i tabellen + 100 mm (lengde som går med rundt kause) og kapp til riktig lengde
- Tre enden av hengetråden inn i presshylsa. Sett inn kausa og stram til hengetråden, med endetampen jamt med presshylsa
- Kontroller at lengden stemmer med tallverdien på linje 2 i utliggertabellen dette er målt innside kause – innside kause
- Press fast hylsa sett nummer på hengetråden (utliggernummer)



Figur 13.11 Slik måles lengden av hengetråd til utligger

13.5.3 Pressing av hengetråder

Hydraulisk

Karl Pfisterer leverer et presshode med bakker som er tilpasset deres hydrauliske pumper. Fordelen med dette utstyret er at hengetrådshylsen presses ferdig med 1 press.

Presshode Pfisterer B-III.
Pressbakker ST 6 K16 PO HYD



Figur 13.12 Presshode B III og et sett pressbakker til hengetråd i utligger

Mekanisk

Mekanisk håndpresse Pfisterer Primat
Primat G6-300
Bakker K 16 PO



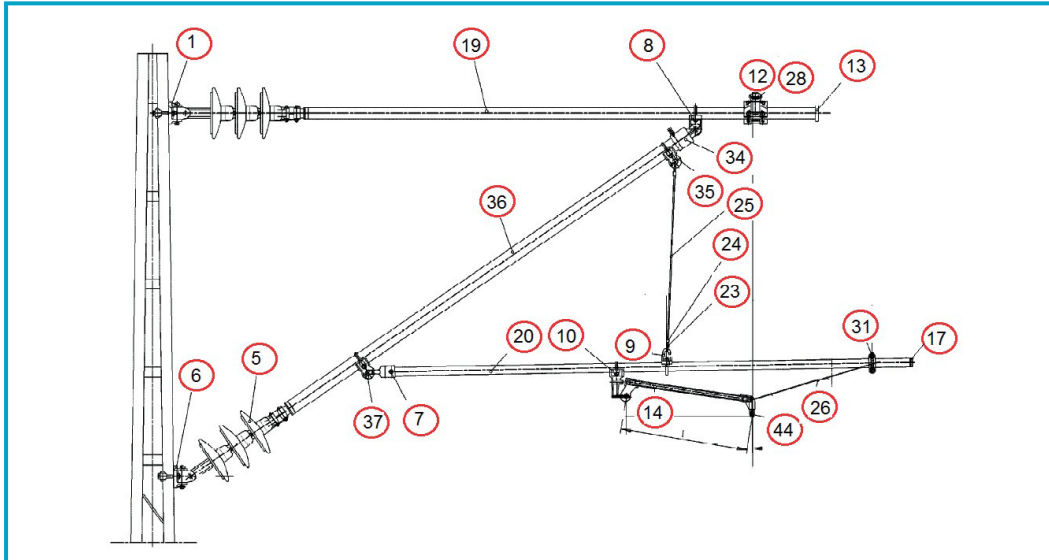
Figur 13.13 Lukket og åpen presstang med tilhørende bakker

13.6 UTLIGGERDELER FRA STYKKELISTER

Det er oppgitt tiltrekingsmoment på bøylere og skruer på utliggerdelene.

For at dette skal bli riktig må alle bøylere være innsatt med en tynn oljefilm, og alle skruer i gjenget gods være innsatt med hvit vaselin.

Utliggerdelene er oppgitt med posisjonsnummer.

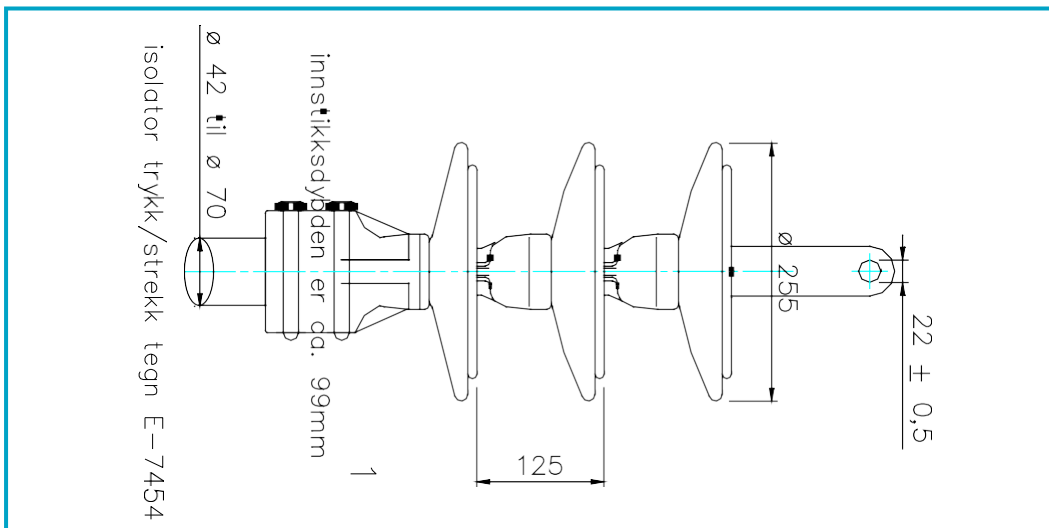


Figur 13.14 Utligger med pos.nr for plassering av utliggerdelene

Pos.5 Utliggerisolatorer

Det benyttes to forskjellige typer isolatorer i utliggerene den ene er i kompositt og den andre er i glass. Begge typene er blitt benyttet i KL-anleggene, ved bygging av nye kontaktledningsanlegg så er komposittisolatoren mest brukt.

- Komposittisolatoren leveres med to forskjellige bøylere som passer til:
 - rør fra \varnothing 32 mm til \varnothing 42 mm.
 - rør fra \varnothing 55 mm til \varnothing 70 mm.
- I glassisolatoren kan det benyttes rør fra \varnothing 42 mm til \varnothing 70 mm

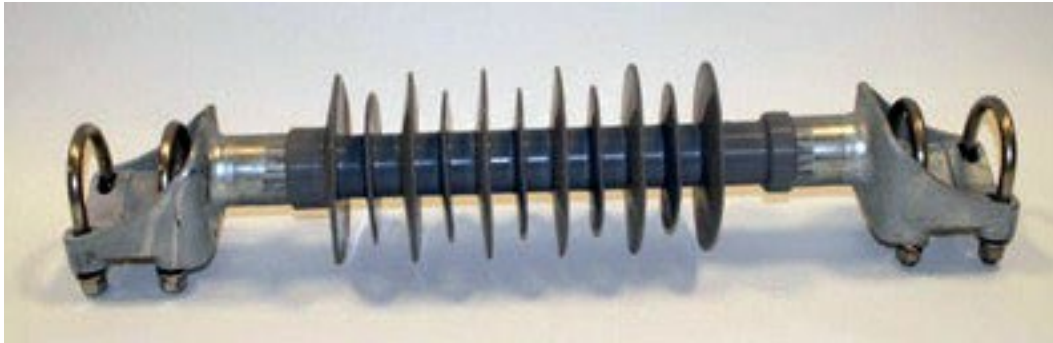


Figur 13.15 Utsnitt fra EH-707454

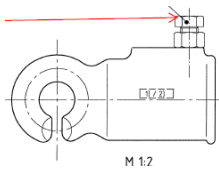


Figur 13.16 Komposittisolator for tunge-rør \varnothing 42-700 mm

Isolatoren under benyttes ved bygging av plattformutligger.
Ved bruk av plattformutligger økes avstanden fra plattform og til KL-spenning

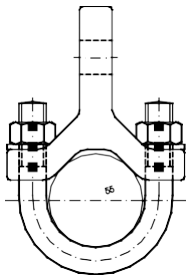


Figur 13.17 Komposittisolator for rør-rør \varnothing 42-70 mm



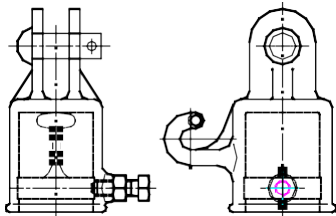
Pos. 7 Endemuffe m/krok for horisontalrør

EH-707196-000 rør \varnothing 42
EH-707197-000 rør \varnothing 55



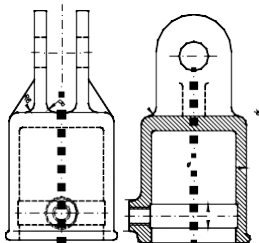
Pos. 8 Holder for trykkstag

EH-707202-000 rør \varnothing 55



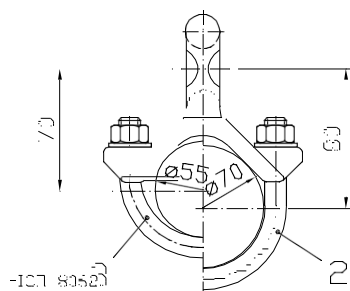
Pos.34 Endemuffe for trykkstag m/krok for hengeråd

EH-707204-000 rør \varnothing 55
Tiltrekingsmoment: 40 Nm



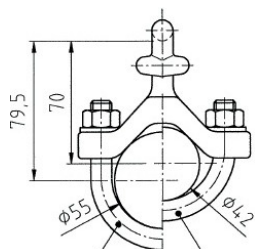
Pos.34 Endemuffe for trykkstag u/krok for hengeråd

EH-707205-000 rør \varnothing 55 EH-707206-000 rør \varnothing 70



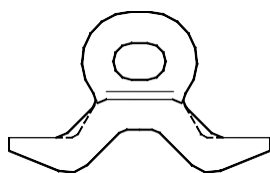
Pos.37 Holder for endemuffe horisontalstag

EH-707314-000
rør Ø 55
rør Ø 70



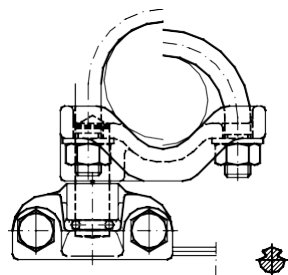
Pos, 9 Hengetrådholder horisontalstag

EH-707208-000
rør Ø 42
rør Ø 55



Pos.9 Holder for vindsikring horisontalstag

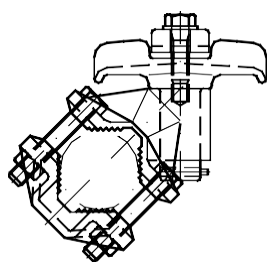
EH-707207-000
rør Ø 42
rør Ø 70



Pos. 5 Fastholder med kontakttrådklemme

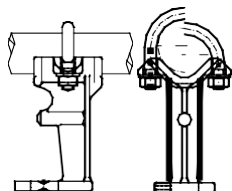
EH-707213-000
rør Ø 42
rør Ø 70

Skruene skal innsettes med kobberfett ved montering



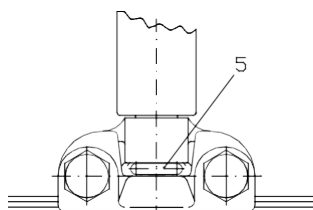
Pos.12 Bærelineholder

EH-707214-000
Rør Ø 55
Rør Ø 70



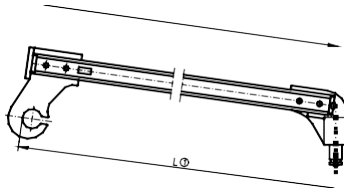
Pos.10 Holder for lett direksjonsstag

EH-707302-000
rør Ø 42
rør Ø 55



Pos.44 Kontakttrådklemme med sekskantskrue og låsemutter

EH-707200-000



Pos. 14 Lett direksjonsstag

EH-707198-000

L= 70 cm

L= 80 cm

L= 90 cm

L= 100 cm

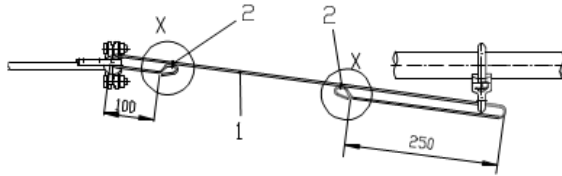
L= 110 cm

L= 120 cm

L= 130 cm

L= 140 cm

L=150 cm



Pos. 26 Vindhenger

EH-707315-000

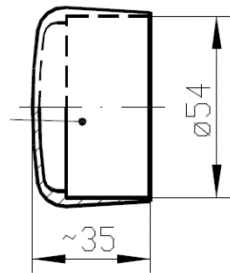
L= 6 cm

L= 65 cm

L= 70 cm

L= 75 cm

L= 80 cm



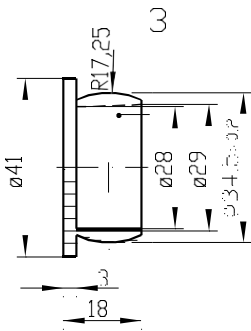
Pos.13 og 17 Endeholk av kunststoff for rør

EH-707289-000

rør \varnothing 26/rør \varnothing 42

rør \varnothing 55

rør \varnothing 70



Husk! På horisontalrør som heller nedover fra festepunktet i trykkstaget skal det ikke benyttes endeholk. (det samler seg vann i røret som fryser til is på vinteren og røret kan sprekke)

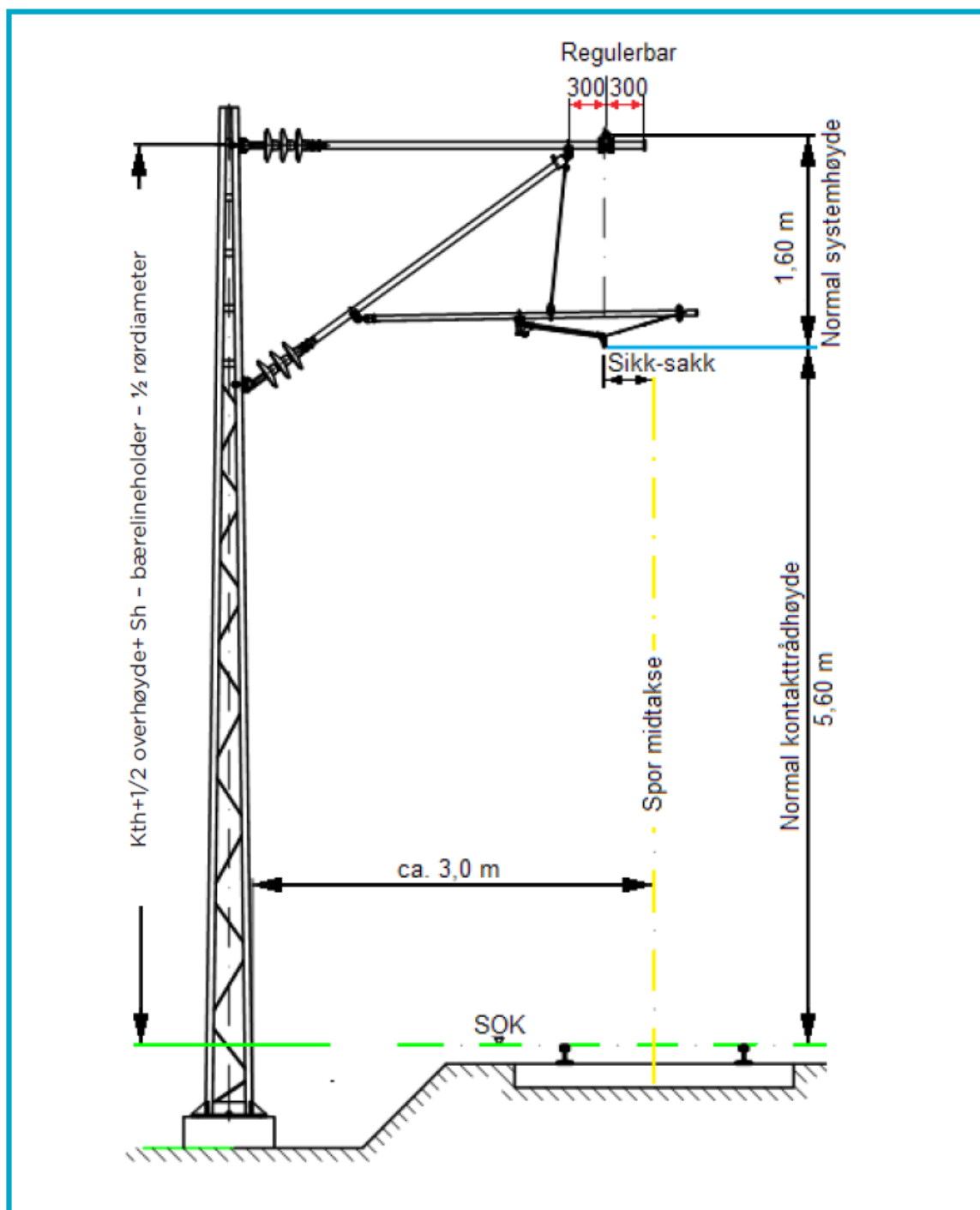
13.7 MONTASJEMÅL FOR UTLIGGERKONSOLLER

Denne beregningsmetoden baserer seg på manuell utførelse.

Det er avstanden fra laveste skinne + $\frac{1}{2}$ overhøyde til midt øvre konsoll til utligger som er montasjepunktet.

Da det er midt øvre konsoll som er montasjemålet så må vi trekke fra $\frac{1}{2}$ rørdiameter på strekkstaget + det bærelineholderen bygger opp over strekkstaget fra den første avstanden vi har.

Normalt referansepunkt ved beregning av montasjhøyde på utliggerkonsoll er:



Figur 13.18 Skisse til hjelp ved utregning av konsollhøyde

13.7.1 Utliggerkonstanter ved beregning av mål øvre utligger konsoll

Bruk vater og rettholt fra laveste skinne og sett av et merke på mast eller fundament. Er det overhøyde må det legges til ½ overhøyde.

UTLIGGERKONSTANTER FOR NORMAL MASTEAVSTAND TIL SPOR UNDER 3,5 M					
SYSTEMHØYDE + KONSTANT	BÆRELINEHOLDER	Ø 55 RØR	Ø 70 RØR	KONSOLLAVSTAND Ø 55 - Ø 70	
1600 + 300 mm	54	27,5 mm	35 mm	1818 mm	1811 mm
1300 + 300 mm	54	27,5 mm	35 mm	1518 mm	1511 mm
1000 + 300 mm	54	27,5 mm	35 mm	1218 mm	1211 mm
750 + 300 mm	54	27,5 mm	35 mm	968 mm	961 mm

EKSEMPEL:

Kontakttråd høyde	=	5,600 m
+ Systemhøyde	=	1,600 m
+ ½ overhøyde	=	0,000 m
<hr/>		
= Normalhøyde bæreline	=	7,200 m
- Bærelineholder	=	0,054 m
- ½ rørdiameter Ø70 * 0,5	=	0,035 m (0,028m)
<hr/>		
= Montasjehøyde midt øvre konsoll	=	7,111 m (7,118m)

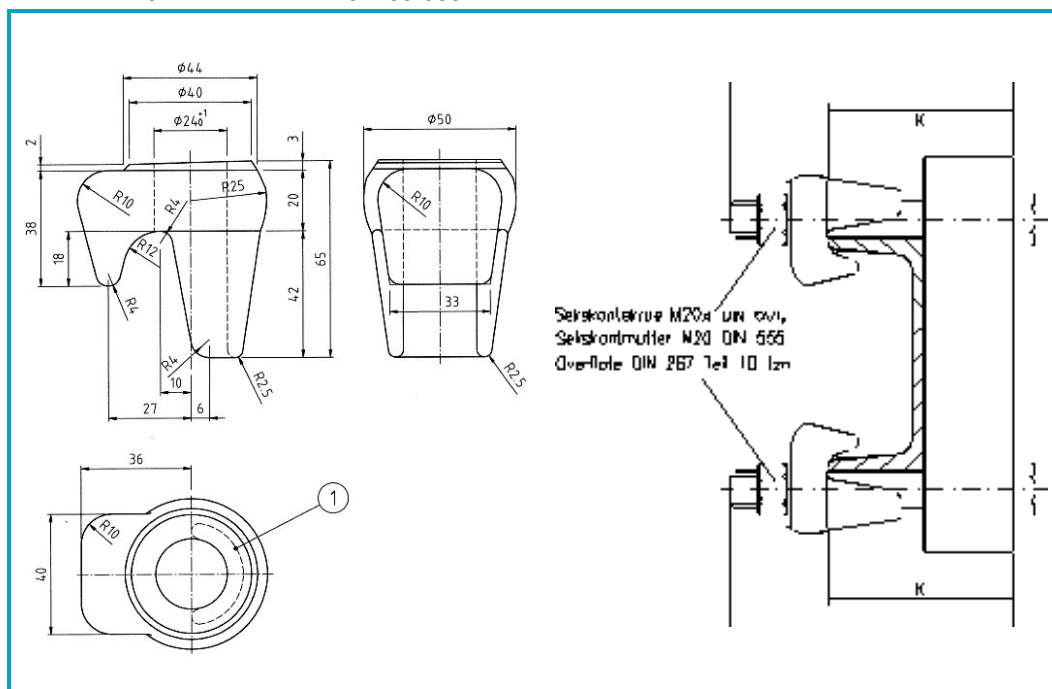
Se i tabellen over i raden for systemhøyde 1600. I kolonnen helt til høyre er oppgitt konsollavstand les ut avstanden under kolonnen for rør Ø70. I dette eksemplet er avstanden 1811 mm mellom øvre og nedre konsoll.

13.8 FESTEJERN OG UTLIGGERKONSOLLER

Til festing av utliggerkonsoller, konsolljern og seksjonsjern til masten skal det benyttes klo eller bøyleskrue. Denne kloen er i 2 utførelser beregnet for bolter med Ø M16 mm og Ø M20-22mm.

13.8.1 Klo til feste av konsoller

- M 16 EH-707166-000
- M 20-22 EH-707166-000

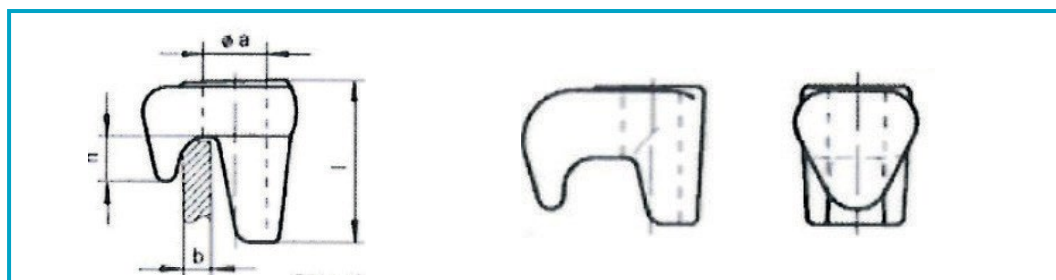


Figur 13.19 Klo brukt på B-mast

13.8.2 Profildimensjon på B og H-master utsnitt EH-707163-000

B-MASTER	BREDDE	HØYDE	H-MASTER	VINKELJERN	
B-3	UNP 140 mm	65 mm	H-3	75 mm	75 mm
B-4	UNP 160 mm	70 mm	H-5	75 mm	75 mm
B-5	UNP 180 mm	75 mm			
B-6	UNP 200 mm	80 mm			

13.8.3 Klo brukt ved montering på bjelkemast



Denne Kloen har en åpning på 18 mm (b-mål) Det skal benyttes $\varnothing 16$ mm bolt.

13.8.4 Nødvendige lengder av bolter

Det er en fordel å montere bolt og Klo på konsollene/konsolljern før konsollene festes på masten. Boltene må være min 45 mm lengre enn mål k (haken på Kloen bygger 28 mm og mutter med skive bygger ca. 20 mm), da kan haken på kloen smettes over mastevangen og skrues fast. Ved bruk av kortere bolter må kloen settes på boltene i masten og deretter skive og mutter. Dette tar lengre tid, det blir mange deler og kanskje plunder med å få entret mutteren riktig på boltene. Tabellen under viser nødvendig boltelengder ved montering i forskjellige master og ulike konsolljern som skal monteres.

	UTLIGGERKONSOLL 140-190 MM	KONSOLLJERN UNP 100 MM	SEKSJONSJERN UNP 120 MM	B-MÅL	H- MÅL	K- MÅL	NØDVENDIG OVERLENGDE	NØYAKTIG BOLTELENGDE	BLIR BRUKT
B-3 smalside	16mm			65mm		81mm	48mm	130mm	150mm
B-6 smalside	16mm			80mm		96mm	48mm	145mm	150mm
B-3 smalside			55mm	65mm		120mm	48mm	168mm	200mm
B-6 smalside			55mm	80mm		135mm	48mm	183mm	200mm
B-3 bredside			55mm		140mm		30mm	225mm	
B-6 bredside			55mm		200mm		30mm	285mm	
H-3 1)		50mm		75mm		125mm	48mm	173mm	200mm
H-5 1)		50mm		75mm		125mm	48mm	173mm	200mm
1)	Det må ofte benyttes gjennomgående bolter m/bakjern på det ene settet								
Tiltrekkingsmoment på ST 8.8 M 20 bolter = 387 Nm									

Utliggerkonsoll, konsolljern og seksjonsjern til B-mast smalside. B-master kan plasseres med smalside eller bredside mot spor. Det mest brukte er at smalsiden vender mot sporet. Inne på stasjoner forekommer det ofte, at bredsidene vender mot sporet. Det er laget utliggerkonsoller og konsolljern beregnet til smalside og bredside.

13.8.5 Festemateriell til bruk på bjelkemaster

Det er mange forskjellige komponenter som skal festes til bjelkemaster, og det krever forskjellige fester tilpasset stålbjelker. Lindapter er et firma som har spesialisert seg på festemateriell til stålkonstruksjoner.



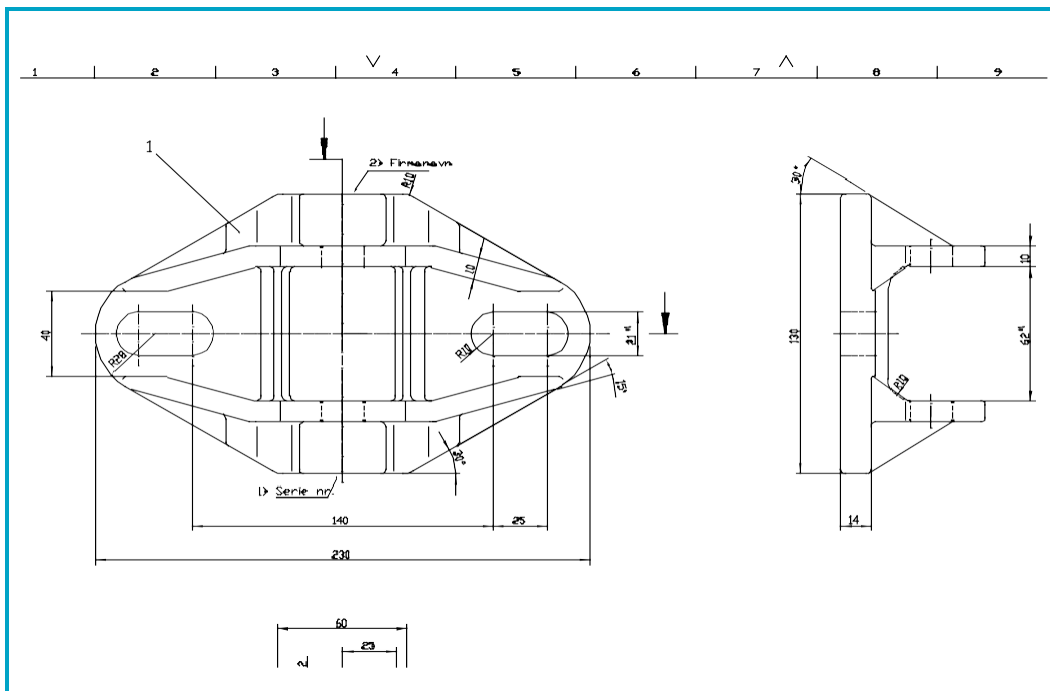
Figur 14.20 Diverse festemateriell til ståldeler

13.8.6 Konsoller og festejern

Utliggerkonsoll hullavstand 140 mm - 190 mm
Denne konsollen passer til B- 3, B -4 og B -5 master.

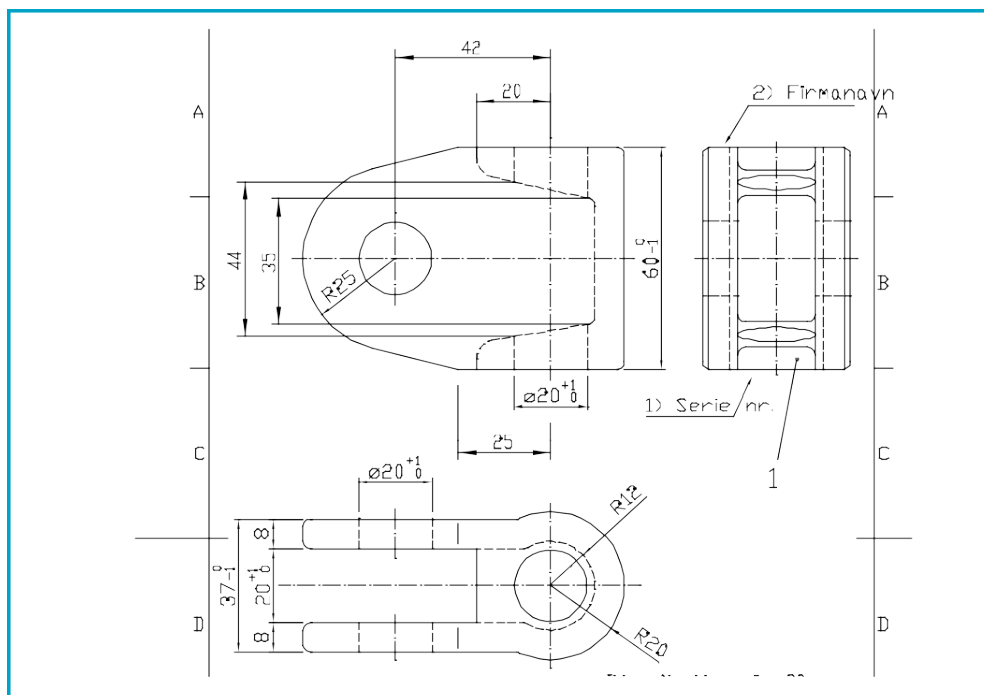
En komplett konsoll består av: Hoveddel, ledd og bolter m/splittpinne

Tegning EH-707218-000

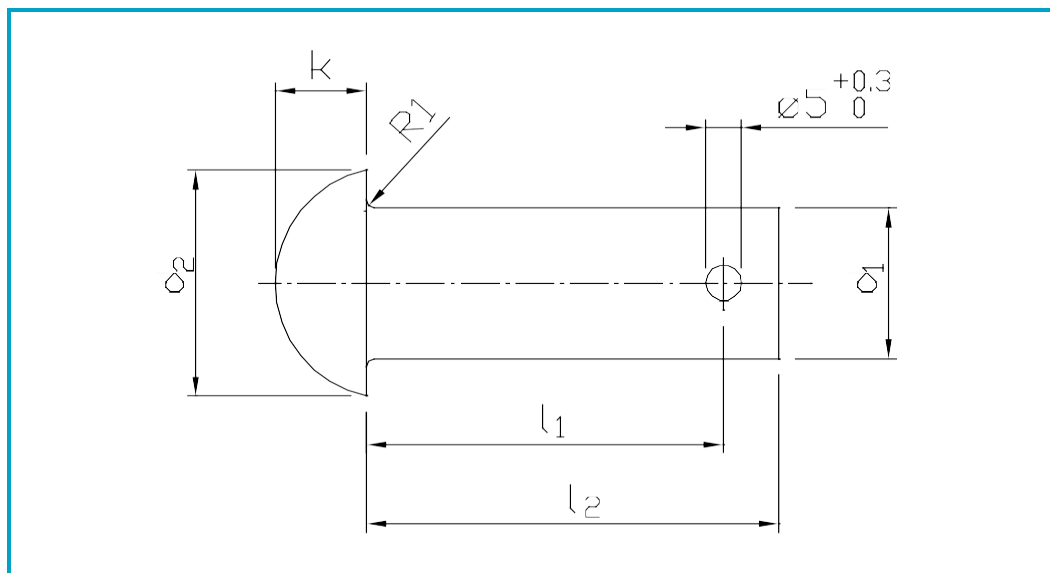


13.8.6.1 [Ledd til utliggerkonsoll type 140-190 mm og 100-140 mm](#)

Tegning EH-707219-000

13.8.6.2 [Nagler- splinter til utliggerkonsoller](#)

Tegning EH-707290-000



DIMENSJON

19x52 mm

AL

19x100

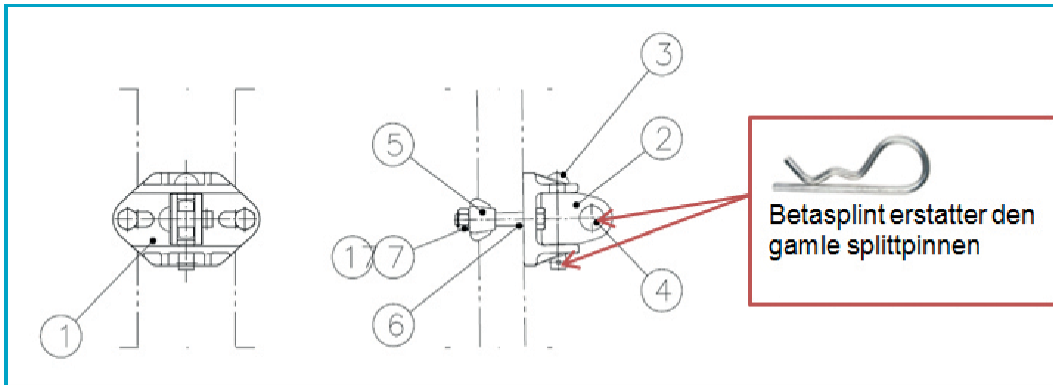
AL

Splinter flere typer (fritt valg)

13. KONTAKTLEDNINGSANLEGG EKSEMPLIFISERT VED SYSTEM 20

13.8.6.3 Komplett utliggerkonsoll

Tegning EH-707167-002



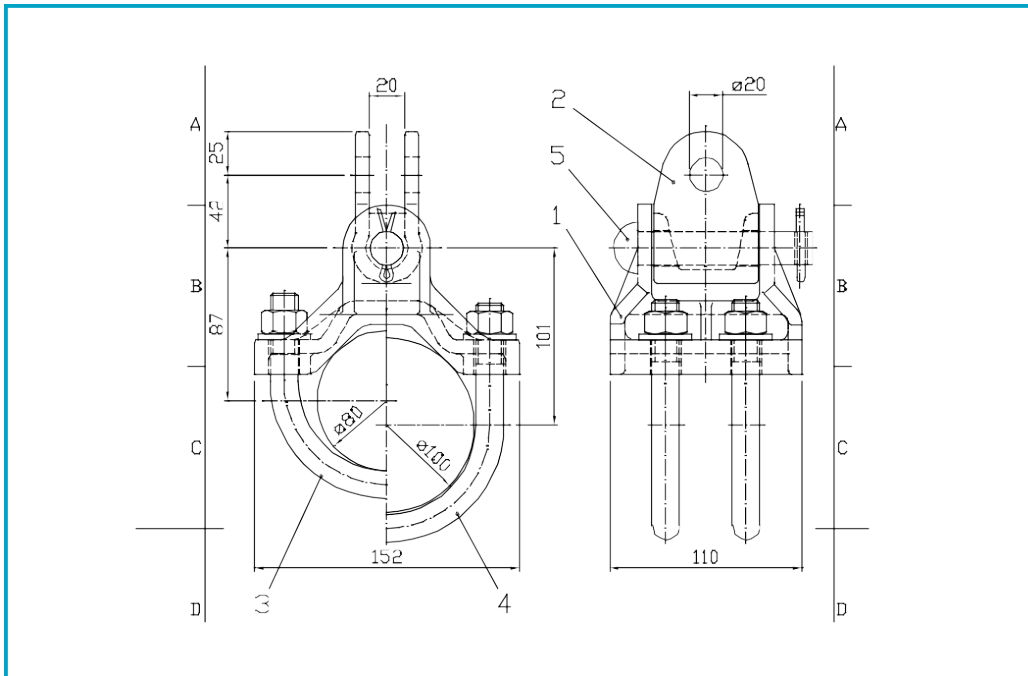
4	17	Skive A18	DIN 126	St.	Varmforsinket
2	7	Mutter M16	DIN 555	5	Varmforsinket
2	6	Sekskantskrue M16x120	DIN 601	4.6	Varmforsinket
2	5	Klo for skrue M16	EH-707166-000		
1	4	Nagle 19x52 med splint	EH-707220-000	Al	
1	3	Nagle 19x100 med splint	EH-707290-000	St.	
1	2	Ledd for utliggerkonsoll	EH-707219-000		
1	1	Utliggerkonsoll, hullavstand 100-140 mm	EH-707303-000		

13.8.6.4 Utliggerkonsoll til rørsøyle (hengemast itunell)

Utsnitt fra tegning: EH-707220-000

Gjenget bøyle for rør \varnothing 80 mm EH-707169-000

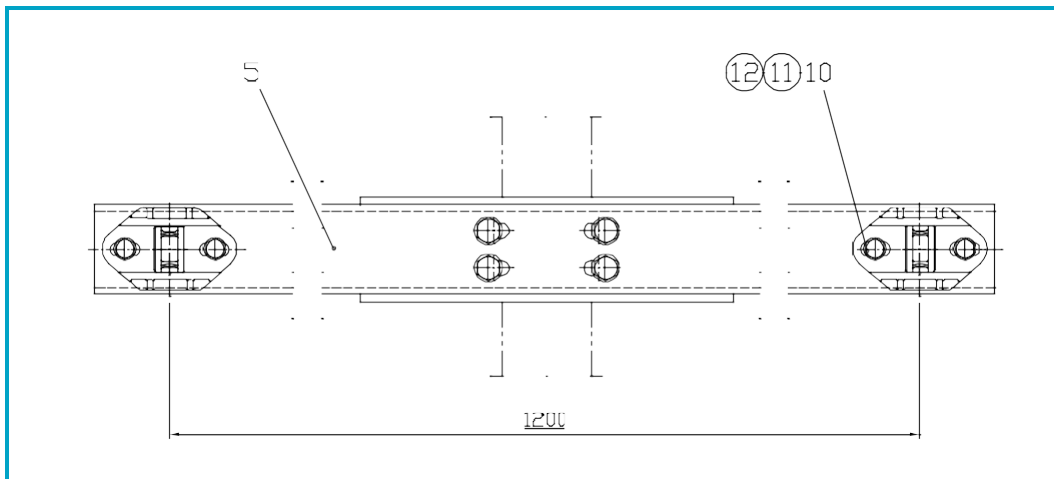
Gjenget bøyle for rør \varnothing 100 mm EH-707169-000



13. KONTAKTLEDNINGSANLEGG EKSEMPLIFISERT VED SYSTEM 20

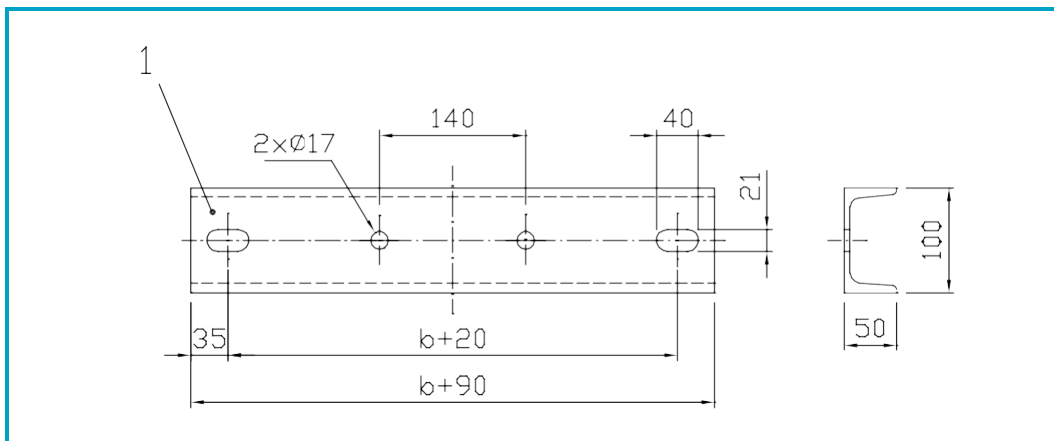
13.8.7.3 Seksjonsjern med påsatte utliggerkonsoller

For å feste konsollen til seksjonskonsollen. M 16x50 mm Tiltrekkingsmoment: 197 Nm



13.8.7.4 Festejern til utliggerkonsoll montert på H-mast og B-mast bredside

Tegning EH-707165-003



13.8.7.5 Forskjellige utførelser av festejern til H-mast og B-mast bredside

I tabellen under er det tatt med forskjellig utførelse av konsolljern og de begrensninger som er i slissespor. I kolonnen min og maks slissebredde er det den bredden som det er mulig og benytte hver utførelse. Fargene under går igjen i tabellene

KONSOLLJERN H-MAST B-MAST BREDSIDE			
	B +20 MM	MIN OG MAKS SLISSEBREDDE	F-NUMMER
Utførelse I	270 mm	250 – 290 mm	251.607.20
Utførelse II	300 mm	280 – 320 mm	251.607.21
Utførelse III	330 mm	310 – 350 mm	251.607.22
Utførelse IV	360 mm	340 – 380 mm	251.607.23
Utførelse V	390 mm	370 – 410 mm	251.607.24

b=mastens bredde

13.9 MASTEBREDDER

Tabell. B-mast bredside. Bredde ved x-høyde over SOK

Tabell: Overkant fotplate = SOK

Festejern/seksjonskonsoll er utført i 5 forskjellige slissebredder. Hver utførelse har fått sin fargekode i tabellen under. I tabellen er det beregnet laveste montasjepunkt for hver utførelse. Hver utførelse har begrensninger i monteringshøyden (slissebegrensning). Kolonnen til venstre er høyden fra mastens fotplate. Rad nr. 2 er lengden på B-masten.

c						
M	7,0 M	7,5 M	8,0 M	8,5 M	9,0 M	9,5 M
8,0	-	-	255	278	301	324
7,9	-	-	259,6	282,6	305,6	328,6
7,8	-	-	264,2	287,2	310,2	333,2
7,7	-	-	268,8	291,8	314,8	337,8
7,6	-	-	273,4	296,4	319,4	342,4
7,5	-	255	278	301	324	347
7,4	-	259,6	282,6	305,6	328,6	351,6
7,3	-	264,2	287,2	310,2	333,2	356,2
7,2	-	268,8	291,8	314,8	337,8	360,8
7,1	-	273,4	296,4	319,4	342,4	365,4
7,0	255	278	301	324	347	370
6,9	259,6	282,6	305,6	328,6	351,6	374,6
6,8	264,2	287,2	310,2	333,2	356,2	379,2
6,7	268,8	291,8	314,8	337,8	360,8	383,8
6,6	273,4	296,4	319,4	342,4	365,4	388,4
6,5	278	301	324	347	370	393
6,4	282,6	305,6	328,6	351,6	374,6	397,6
6,3	287,2	310,2	333,2	356,2	379,2	402,2
6,2	291,8	314,8	337,8	360,8	383,8	406,8
6,1	296,4	319,4	342,4	365,4	388,4	411,4
6,0	301	324	347	370	393	416
5,9	305,6	328,6	351,6	374,6	397,6	420,6
5,8	310,2	333,2	356,2	379,2	402,2	425,2
5,7	314,8	337,8	360,8	383,8	406,8	429,8
5,6	319,4	342,4	365,4	388,4	411,4	434,4
5,5	324	347	370	393	416	439
5,4	328,6	351,6	374,6	397,6	420,6	443,6
5,3	333,2	356,2	379,2	402,2	425,2	448,2
5,2	337,8	360,8	383,8	406,8	429,8	452,8
5,1	342,4	365,4	388,4	411,4	434,4	457,4
5,0	347	370	393	416	439	462
4,9	351,6	374,6	397,6	420,6	443,6	466,6
4,8	356,2	379,2	402,2	425,2	448,2	471,2
4,7	360,8	383,8	406,8	429,8	452,8	475,8
4,6	365,4	388,4	411,4	434,4	457,4	480,4
4,5	370	393	416	439	462	485

Tabell. H-mast. bredde ved x-høyde over SOK

Tabell: Overkant fotplate = SOK

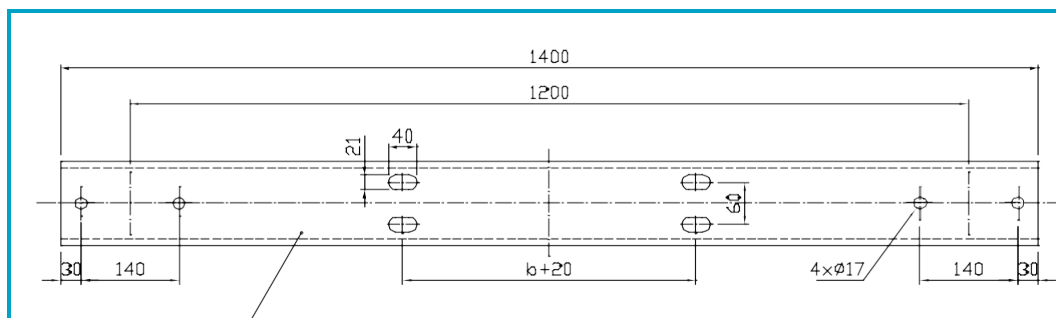
13. KONTAKTLEDNINGSANLEGG EKSEMPLIFISERT VED SYSTEM 20

Festejern/seksjonskonsoll er utført i 5 forskjellige slissebredder. Hver utførelse har fått sin fargekode i denne tabellen. Beregnet laveste montasjepunkt for hver utførelse (slissebegrensning).

H- 3-4-5 MASTER MASTEBREDDE VED X M. STIGNING:											
M	7,0 M	7,5 M	8,0 M	8,5 M	9,0 M	9,5 M	10,0 M	10,5 M	11,0 M	11,5 M	12,5 M
8,0	-	-	200	220	240	260	280	300	320	340	360
7,9	-	-	204	224	244	264	284	304	324	344	364
7,8	-	-	208	228	248	268	288	308	328	348	368
7,7	-	-	212	232	252	272	292	312	332	352	372
7,6	-	-	216	236	256	276	296	316	336	356	376
7,5	-	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380
7,4	-	204	224	244	264	284	304	324	344	364	384
7,3	-	208	228	248	268	288	308	328	348	368	388
7,2	-	212	232	252	272	292	312	332	352	372	392
7,1	-	216	236	256	276	296	316	336	356	376	396
7,0	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400
6,9	204	224	244	264	284	304	324	344	364	384	404
6,8	208	228	248	268	288	308	328	348	368	388	408
6,7	212	232	252	272	292	312	332	352	372	392	412
6,6	216	236	256	276	296	316	336	356	376	396	416
6,5	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420
6,4	224	244	264	284	304	324	344	364	384	404	424
6,3	228	248	268	288	308	328	348	368	388	408	428
6,2	232	252	272	292	312	332	352	372	392	412	432
6,1	236	256	276	296	316	336	356	376	396	416	436
6,0	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440
5,9	244	264	284	304	324	344	364	384	404	424	444
5,8	248	268	288	308	328	348	368	388	408	428	448
5,7	252	272	292	312	332	352	372	392	412	432	452
5,6	256	276	296	316	336	356	376	396	416	436	456
5,5	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460
5,4	264	284	304	324	344	364	384	404	424	444	464
5,3	268	288	308	328	348	368	388	408	428	448	468
5,2	272	292	312	332	352	372	392	412	432	452	472
5,1	276	296	316	336	356	376	396	416	436	456	476
5,0	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480
4,9	284	304	324	344	364	384	404	424	444	464	484
4,8	288	308	328	348	368	388	408	428	448	468	488
4,7	292	312	332	352	372	392	412	432	452	472	492
4,6	296	316	336	356	376	396	416	436	456	476	496
4,5	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500

Seksjonsjern til H-mast og B-mast bredside

Tegning EH-707165-002



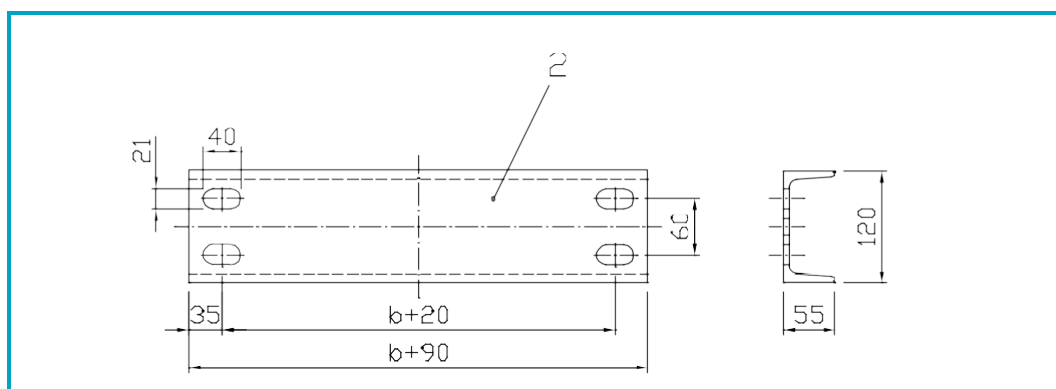
SEKSJONSJERN H-MAST OG B-MAST BREDSIDE

	B +20 MM	DEKKER OMRÅDET	F-NUMMER
Utførelse I	270 mm	250 – 290 mm	251.607.30
Utførelse II	300 mm	280 – 320 mm	251.607.31
Utførelse III	330 mm	310 – 350 mm	251.607.32
Utførelse IV	360 mm	340 – 380 mm	251.607.33
Utførelse V	390 mm	370 – 410 mm	251.607.34

b=mastens bredde

Bakjern til seksjonsjern til B-mast bredside

Tegning EH-707165-002



BAKJERN TIL SEKSJONSJERN B-MAST BREDSIDE

	B +20 MM	DEKKER OMRÅDET	F-NUMMER
Utførelse I	270 mm	250 – 290 mm	251.607.30
Utførelse II	300 mm	280 – 320 mm	251.607.31
Utførelse III	330 mm	310 – 350 mm	251.607.32
Utførelse IV	360 mm	340 – 380 mm	251.607.33
Utførelse V	390 mm	370 – 410 mm	251.607.34

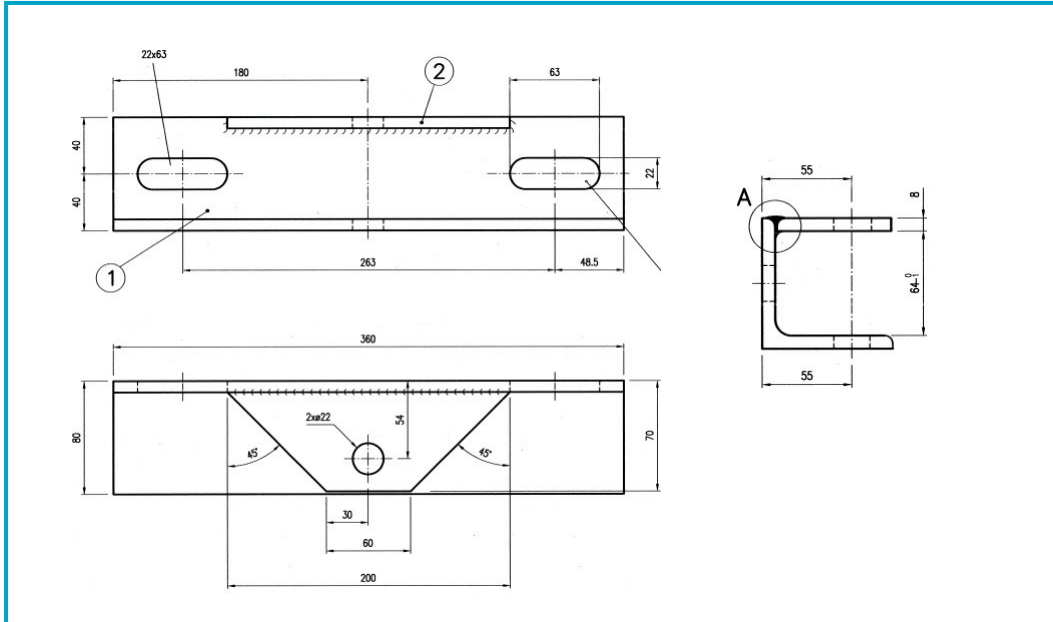
b=mastens bredde

13.10 UTLIGGERKONSOLLER MED FESTEJERN FORBJELKEMASTER

13.10.1 Utliggerkonsoll for leddbjelkemaster HEB 200 – 280

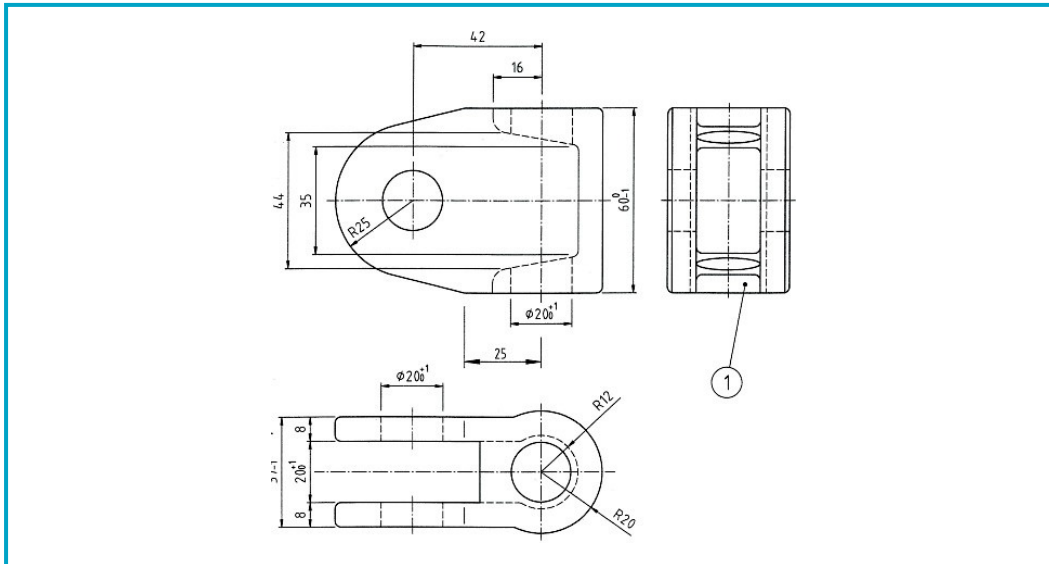
EH-800107-000

F.nr. 251 607 280



13.10.2 Ledd for utliggerkonsoll i aluminium

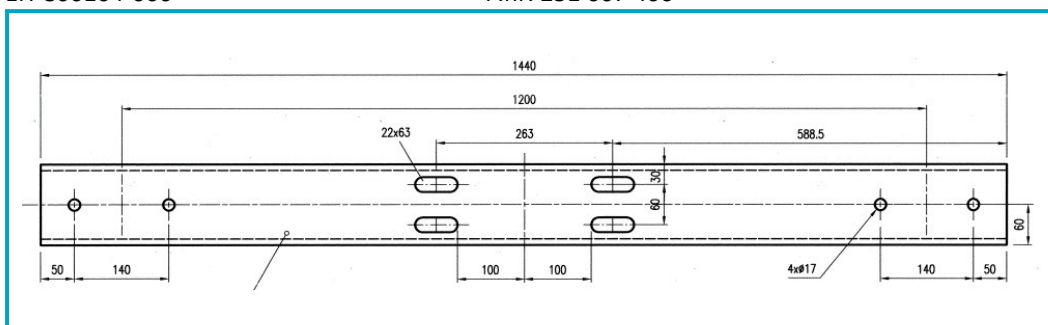
EH-707219-000



13.10.3 Seksjonsjern for bjelkemast HEB

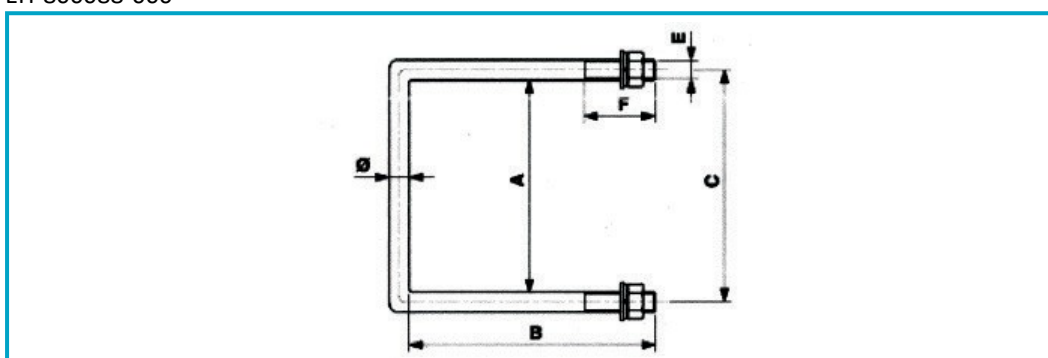
EH-800104-000

F.nr. 251 607 400



13.10.4 Bøyleskruer Ø 16 og Ø 20 for HEB 200-280

EH-800088-000



ARTIKELNR. F.NR.	ARTIKELBETEG- NELSE MAST TYPE	A MM	B MM	C MM	Ø MM	E MM	F MM	MATERIALE	VEKT KG	TILLEGG FOR SEKSJONS- KONSOLL B+55 MM
251.409.400	Ø=16mm HEB 200	206	246	222	16	M16	40	St.v.galv	1,200	301
251.409.410	Ø=16mm HEB 220	226	266	242	16	M16	40	St.v.galv	1,340	321
251.409.420	Ø=16mm HEB 240	246	286	262	16	M16	40	St.v.galv	1,400	341
251.409.430	Ø=16mm HEB 260	266	300	282	16	M16	40	St.v.galv	1,500	355
251.409.440	Ø=16mm HEB 280	286	320	302	16	M16	40	St.v.galv		375
251.409.450	Ø=16mm HEB 200	210	301							
251.409.460	Ø=16mm HEB 220	230	321							
251.409.470	Ø=16mm HEB 240	250	341							
251.409.480	Ø=16mm HEB 260	270	355							
251.409.490	Ø=16mm HEB 280	290	375							
251.409.500	Ø=20mm HEB 200	210	245	230	20	M20	45	St.v.galv	1,900	300
251.409.510	Ø=20mm HEB 220	230	265	250	20	M20	45	St.v.galv	2,060	320
251.409.520	Ø=20mm HEB 240	250	285	270	20	M20	45	St.v.galv	2,210	340
251.409.530	Ø=20mm HEB 260	270	305	290	20	M20	45	St.v.galv		360
251.409.540	Ø=20mm HEB 280	290	325	310	20	M20	45	St.v.galv		380
251.409.550	Ø=20mm HEB 200	210	300					Seksjonskonsoll		
251.409.560	Ø=20mm HEB 220	230	320					Seksjonskonsoll		
251.409.570	Ø=20mm HEB 240	250	340					Seksjonskonsoll		
251.409.580	Ø=20mm HEB 260	270	360					Seksjonskonsoll		
251.409.590	Ø=20mm HEB 280	290	380					Seksjonskonsoll		

13.11 ULIKE TYPER UTLIGGERE

Oppgaven til utliggerer er å holde kontaktledningen innenfor de fastsatte normer for hvert kontaktledningssystem.

13.11.1 Generelt

Alle system stiller krav til:

- Kontaktledningens høyde over spor (skinneoverkant/SOK)
- Kontaktledningens sikksakk (utslag i forhold til midt spor) både ved utligger og midt i spennet.
- Kontaktledningens isolasjonsavstand til andre objekt.
- Nærmeste avstand utligger/kontaktledning med spenning til andre objekt.
- Utligger og master utenfor fritt profil strømvatner, og lasteprofil.

For å løse disse forskjellige krav, er det mange forskjellige utførelser av utliggerer. Men i prinsipp virker utliggeren slik på kontaktledningen.

- NA - utligger er den type utligger som drar kontaktråden og bærelina inn mot masta.
- NB - utligger er den type utligger som skyver kontaktråden og bærelina fra masta.

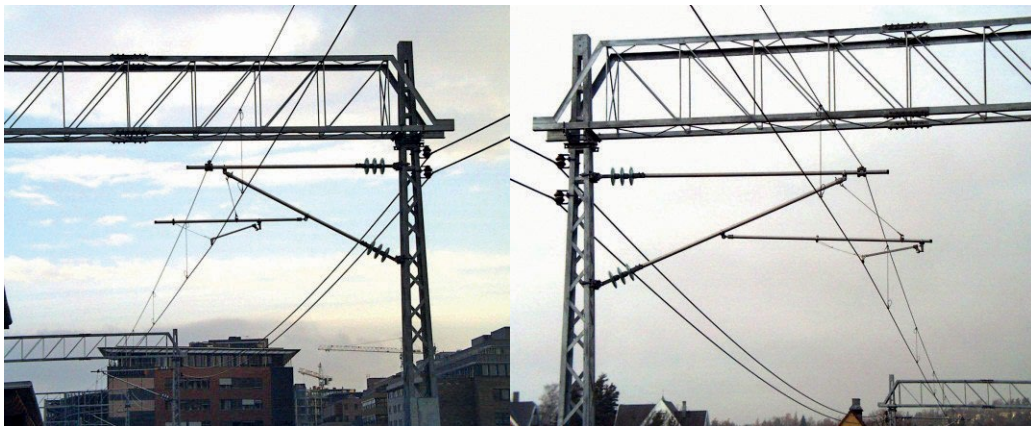
Dette er de to mest brukte utliggertypene vi har, og i originalutførelse har disse betegnelsen normalutligger.

- normal A – nA – strekk
- normal B – nB – trykk

Seksjonsutliggerer og avspenningsutliggerer er to nA / nB utliggerer eller en kombinasjon av disse montert på seksjonskonsoll.

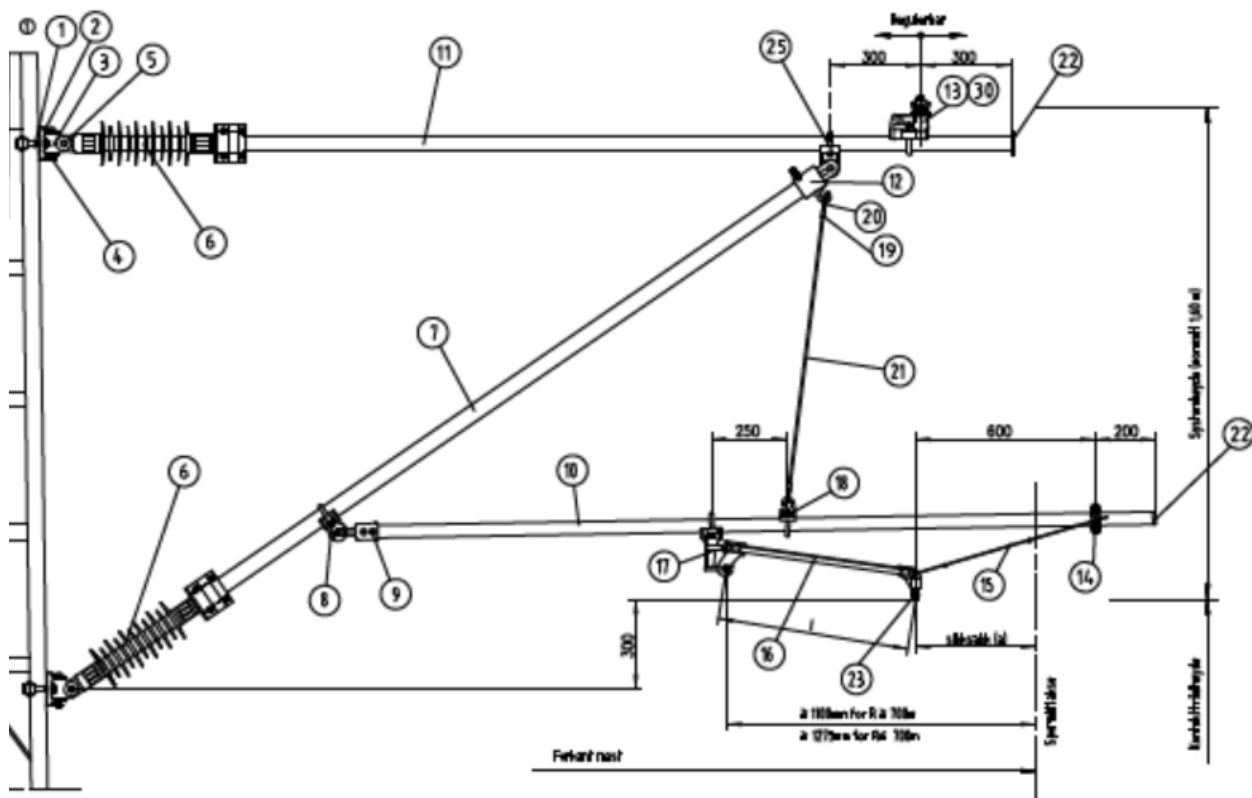
Hver utligger er beregnet for å holde sin ledning på plass i samme mast, da 2 ledninger går parallelt i slike felt.

13.11.2 nA og nB- utliggerer



Figur 14.21 nA utligger til venstre og nB utligger til høyre

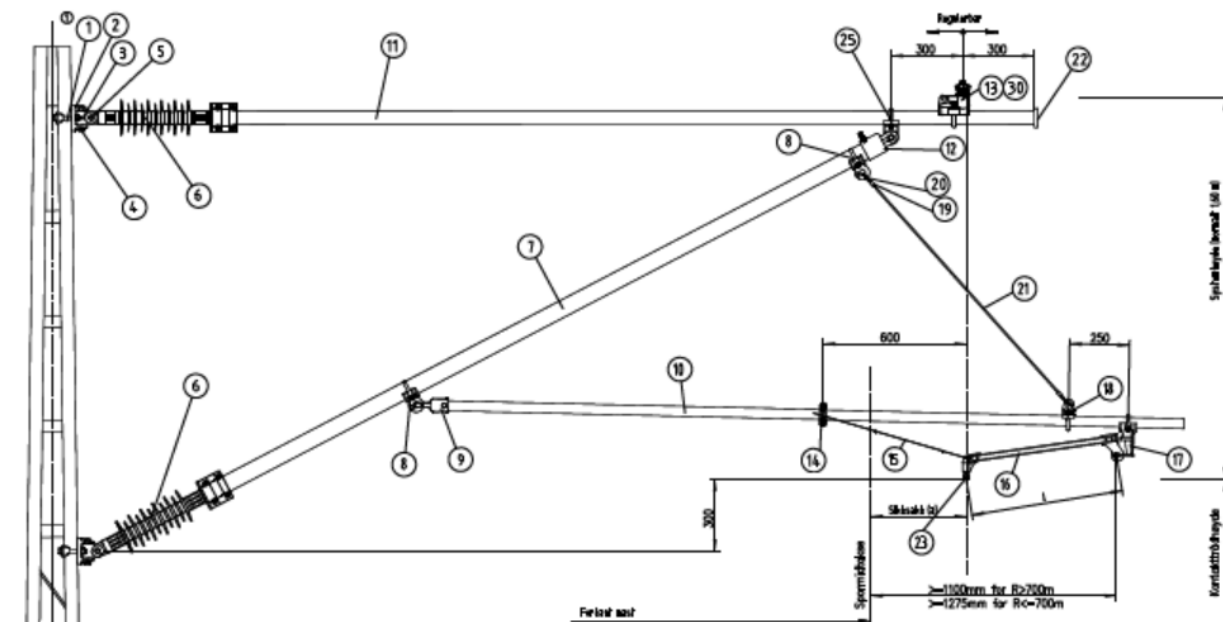
13.11.3 Detaljtegning av nA-utligger



13.11.4 StykkeListe med tegningsnummer

StykkeListe for tegning EK.707171-000				
Rev: 01.08.2017				
Pos.	Antall	Enhet	Tittel, betegnelse eller navn på objekt	Tegningsnummer / Standard
1	Se merkn.	Stk	Bøyle/bolt M16 eller M18	
2	2	Stk	Utliggerkonsoll	
3	2	Stk	Ledd for utliggerkonsoll	EK.707219-000
4	2	Stk	Nagle 19x100+splittpinne type beta	EK.707290-000
5	2	Stk	Nagle 19x52+splittpinne type beta	EK.707290-000
6	2	Stk	Isolator	
7	Se merkn.	m	Rør for trykkstag $\phi 55 \times 6$	EK.707291-000
8	1	Stk	Øyemuffe med bøyle, kompl. for rør $\phi 55/\phi 70$	EK.707314-000
9	1	Stk	Endemuffe for horisontalstag $\phi 42$	EK.707196-000
10	Se merkn.	m	Rør for horisontalstag $\phi 42 \times 4$	EK.707291-000
11	Se merkn.	m	Rør for strekkstag $\phi 55 \times 6$	EK.707291-000
12	1	Stk	Endemuffe for trykkstag $\phi 55$	EK.707204-000
13	1	Stk	Bærelinneholder for strekkstag $\phi 55$	EK.707521-000
14	1	Stk	Vindsikringsh. for $\phi 42$ og $\phi 55$ $r > 1200$ m	EK.707207-000
15	1	Stk	Vindsikring for lett direksjonsstag $r > 1200$ m	EK.707315-000
16	1	Stk	Lett direksjonsstag	EK.707198-000
17	1	Stk	Holder for lett direksjonsstag	EK.707302-000
18	1	Stk	Hengetrådholder for horisontalstag $\phi 42$ og $\phi 55$	EK.707208-000
19	2	Stk	Presshylse 6	EK.707332-000
20	2	Stk	Kause 6	EK.707333-000
21	Se merkn.	m	Line 6 mm rustfri	
22	1	Stk	Plasthette for horisontalstag $\phi 42$	EK.707289-000
22	1	Stk	Plasthette for strekkstag $\phi 55$	EK.707289-000
23	1	Stk	Kontakttrådklemme S-20 og S-25	EK.707472-000
25	1	Stk	Holder for trykkstag rør $\phi 55/\phi 70$	EK.707202-000
30	1	Stk	Beskyttelseshylse, Cupal-blikk	EK.707258-000

13.11.5 Detaljtegning av nB-utligger



13.12 AVSPENNINGS- OG SEKSJONSUTLIGGERE

Det er viktig å vite at den utliggeren som holder den løftede kontakttråden som går til avspenning blir påført en større mekanisk belastning enn den andre utliggeren i seksjonen. Dette skjer fordi tråden får en skarp vinkel ut fra sporet og inn til avspenning.

Den utliggeren som holder den løftede kontakttråden, skal monteres nærmest avspenningen på seksjonskonsollen.

Dette medfører at det større rørdimensjon for seksjonsutligger i avspenningsfelt generelt. Dette er de utliggeren som opptar mest krefter og vandrer mest og derfor har et større arbeidsområde.

Det er derfor viktig å ha den riktige temperaturinnstillingen for denne type utligger slik at ledningen får et riktig forløp i avspenningsseksjonen.

Det er viktig å huske på at det bygges utligger med større avstander mellom ledningene for seksjonsfelt enn for avspenningsfelt. Isolasjonsavstanden i luft må overholdes mellom ledningene i seksjonsfelt den er min 450 mm.

I et avspenningsfelt er denne avstanden 200 mm.

Det blir bedre ledningsføring for strømvtager hvor det ikke er luftisolasjon mellom ledningene. Løftingen av den ikke kjørbare kontakttråden i seksjonsutliggeren er normalt 500 mm for ledningen som går til avspenning i System 20.

Overgangen mellom ledningene i feltene følger ikke lenger en lang overlapping, men den har mer saksing enn tidligere.

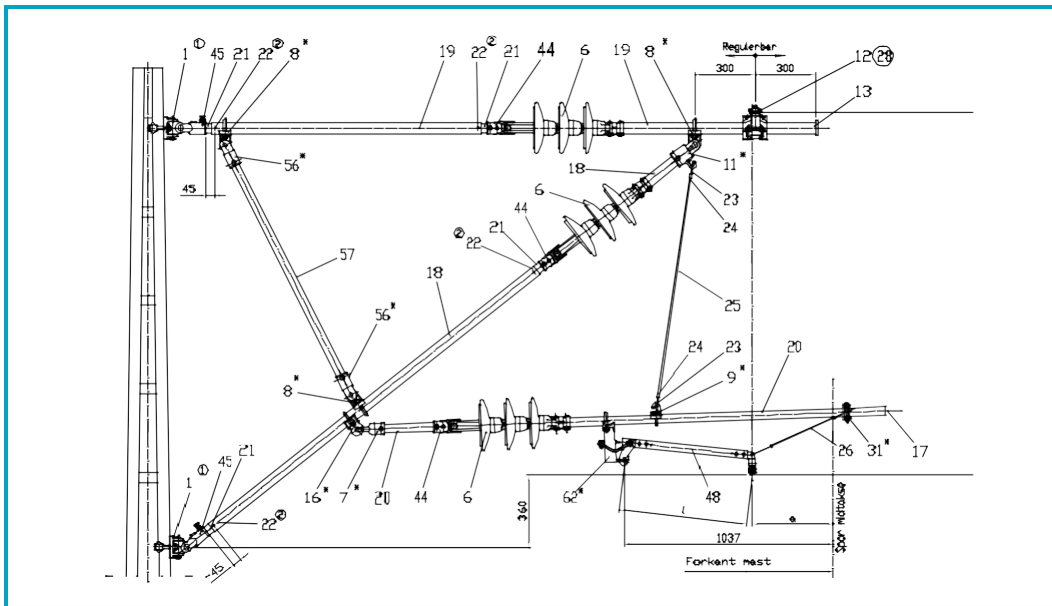
13.13 SPESIALUTLIGGERE

Av våre utligger typer er det nA og nB-utliggerer som er de mest vanlige.

Det er disse utliggerne som er «modell» og utgangspunktet ved konstruksjon av forskjellige typer spesialutliggerer. Det er de samme prinsipper og stort sett de samme delene som går igjen.

13.13.1 Plattformutligger

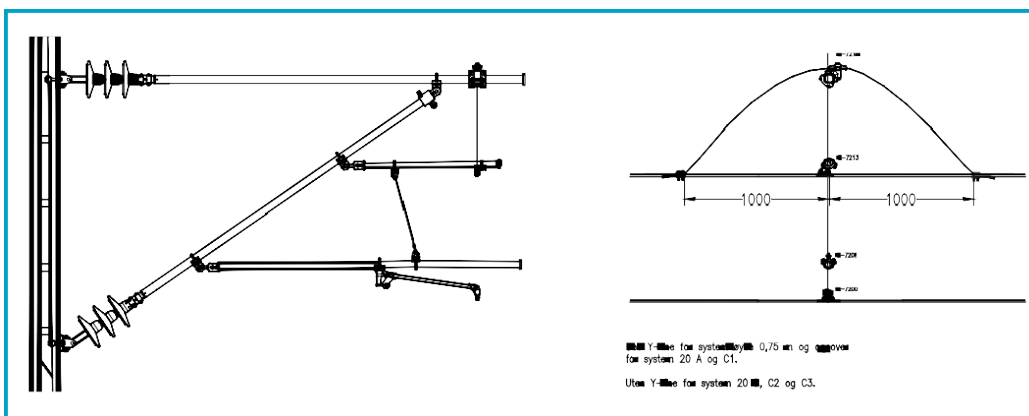
Utsnitt fra tegning EH-707420-000 (System 25) (System 20 benytter ikke diagonalstag) Plattformutliggerne benyttes for å øke minsteavstand fra plattformkant og til nærmeste anleggsdel med høyspenning. Utliggeren er jordet fra mast og ut til isolatorene i rørene.



13.13.2 Broutligger – utligger for valgfri systemhøyde (Napoleon)

Utsnitt fra skissetegning EH-707099-005

Denne utliggeren benyttes ved bruer og korte kulverter der det ikke er nok høyde til å bruke vanlig systemhøyde (1600 mm). Broutliggeren beholder systemhøyden, men den reduserer høyden på bærelinen ved at det settes inn 1 ekstra horisontalstag til bærelinen. Dette ekstra horisontalstaget holdes oppe ved at det benyttes stropp fra bærelinen og over bærelineholderen på strekkstaget.



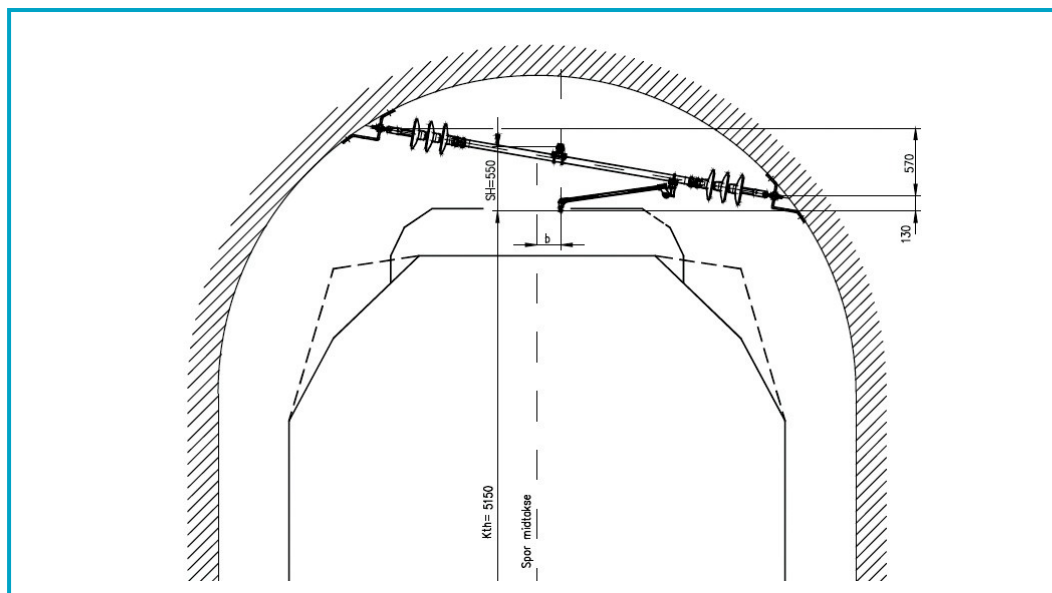
13.14 BYGGING AV KONTAKTLEDNINGSANLEGG I TUNNEL

I nyere tunneler er det som regel plass til å bygge tunnelutliggerer tilpasset System 20.

I gamle tunneler er det som regel for lite fritt profil til å få bygget et fullverdig System 20. Tunnelutliggerer krever stor plass, og som regel blir det for lav kontaktrådshøyde eller systemhøyde i forhold til systemkravet. Ofte blir det en kombinasjon av disse begrensningene og det medfører hastighetsbegrensninger for toget.

Tunnelutligger System 20

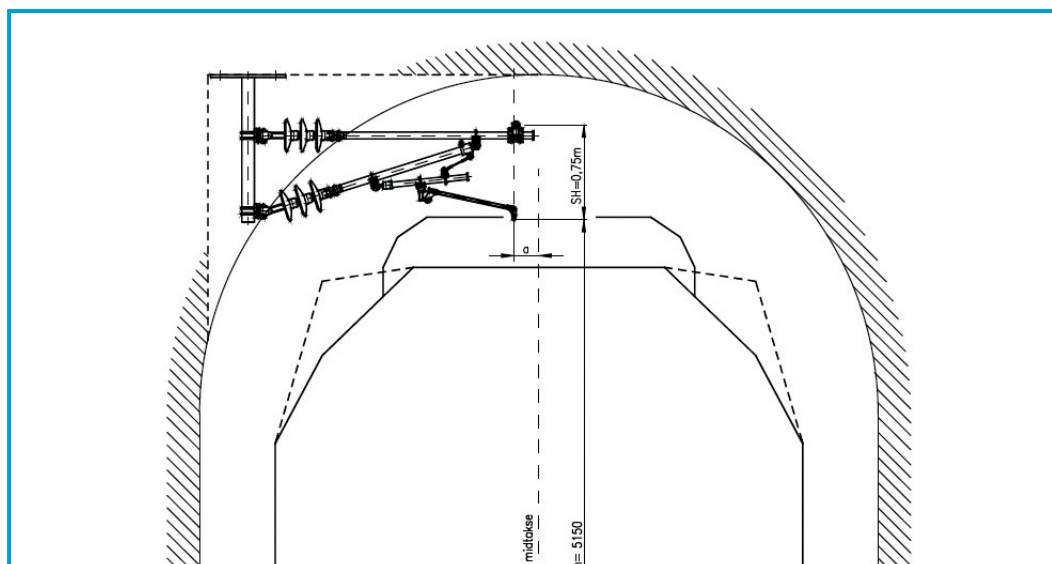
Utsnitt fra tegning EH-707152-000 utligger for hastighet inntil 160 km/t



Figur 13.22 Utsnitt fra tegning EH-707152-000

Tunnelutligger i hengemast rettlinje

Utsnitt fra tegning EH-707150-000 tunnelutligger i hengemast rettlinje hastighet 200 km/t

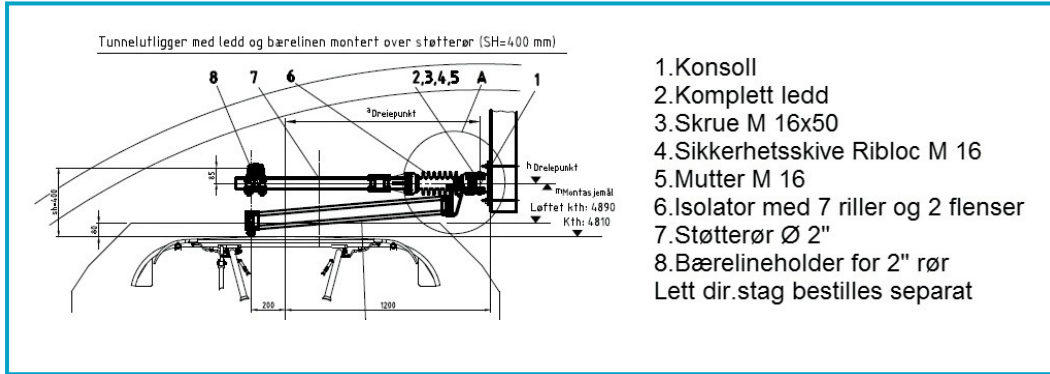


Figur 13.23 Tunnelutligger i hengemast rettlinje

Tegning EH-800120-000

Det har utviklet en utliggertype som ikke krever så stor plass i tunnelen og som har en lav systemhøyde. Med denne typen utligger oppnår man tilnærmet normal kontakttråd høyde (5,60 m) i tunnelen.

Ved hjelp av et spesielt lett direksjonsstag utført som parallelogram tåler utliggeren strekk og som trykkutligger kan den benyttes ned til kurver $R > 1200$.



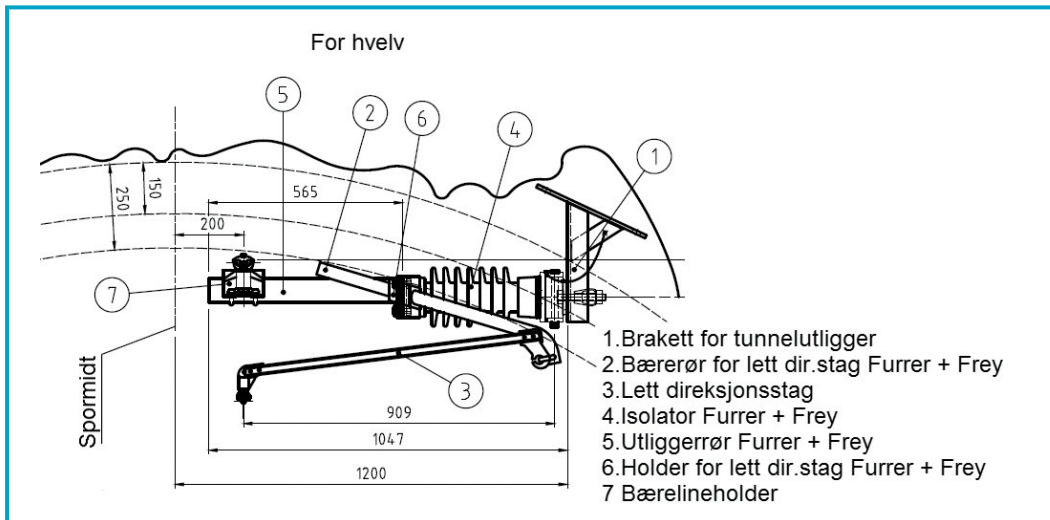
Figur 13.24 EH-800120-000 tunnelutligger

Tegning EH-707467-000

Bruksområde:

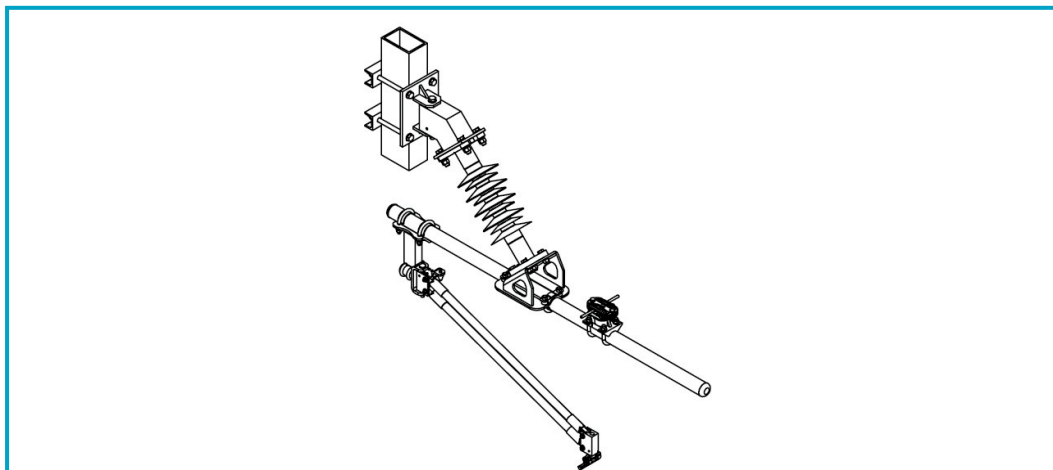
- Fornyelse og reparasjoner i eldre tunneler
- Utliggeren kan kun benyttes som strekkutligger

På grunn av kortere krepstrømsvei enn det som er normalt for tunneler må isolatorvask utføres når overslag registreres, minimum hvert 10 år.



Figur 13.25 Tunnelutligger lav systemhøyde

Tegning EH-800125-000

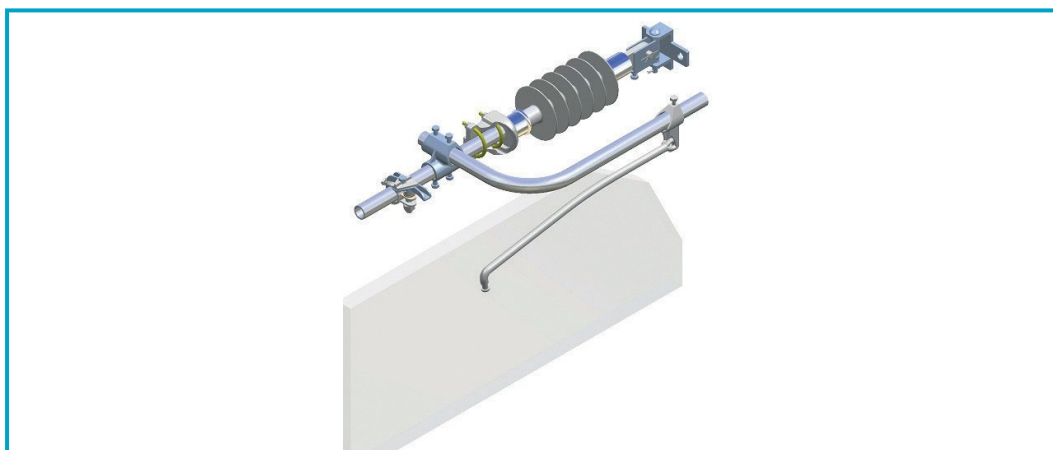


Figur 13.26

Cariboni tunnelutliggeren kan benyttes både som strekk og trykk utligger. Cariboni benytter det samme Lett direksjonsstag som Kummler + Matter

Cariboni utliggeren er spesielt egnet for bruk i dobbeltspor tunnel.

Tegning EH-800237-000



Figur 13.27 Tunnelutligger uten nisje

Denne utliggeren skal i første omgang erstatte den gamle H 8 tunnelutliggeren tegning EH-702678-000 som har gått ut av produksjon.

Av den grunn har det blitt tatt frem flere utliggerer for tunnel i de senere årene. TET H 8 skal kunne erstatte den gamle H8 utliggeren, men den krever en kortere spennlengde enn den for eksisterende utligger.

TET H 8 oppfyller kravene som er satt for erstatning av gjeldende H8 utligger.

1. Bedre dynamikk
2. Kunne settes inn i samme rom der det står en gammel H8 utligger i dag
3. Være svingbar, slik at den følger utvidelsen av kontaktledningsanlegget ved temperaturendringer
4. Kunne bidra til å fjerne faste hengere i spennet og gi plass til fleksible hengetræder for derved å unngå slitasje på bærelinens kordeller
5. Kunne øke strekket i anlegget

13.15 MONTERING AV HENGETRÅDKLEMMER I KONTAKTLEDNINGEN

Montering og etablering av hengertrådklemmer på kontakttråd og bæreline blir forklart for alle klemmetypene. Bruk av hengertrådtabellen er lik for alle klemmetypene.

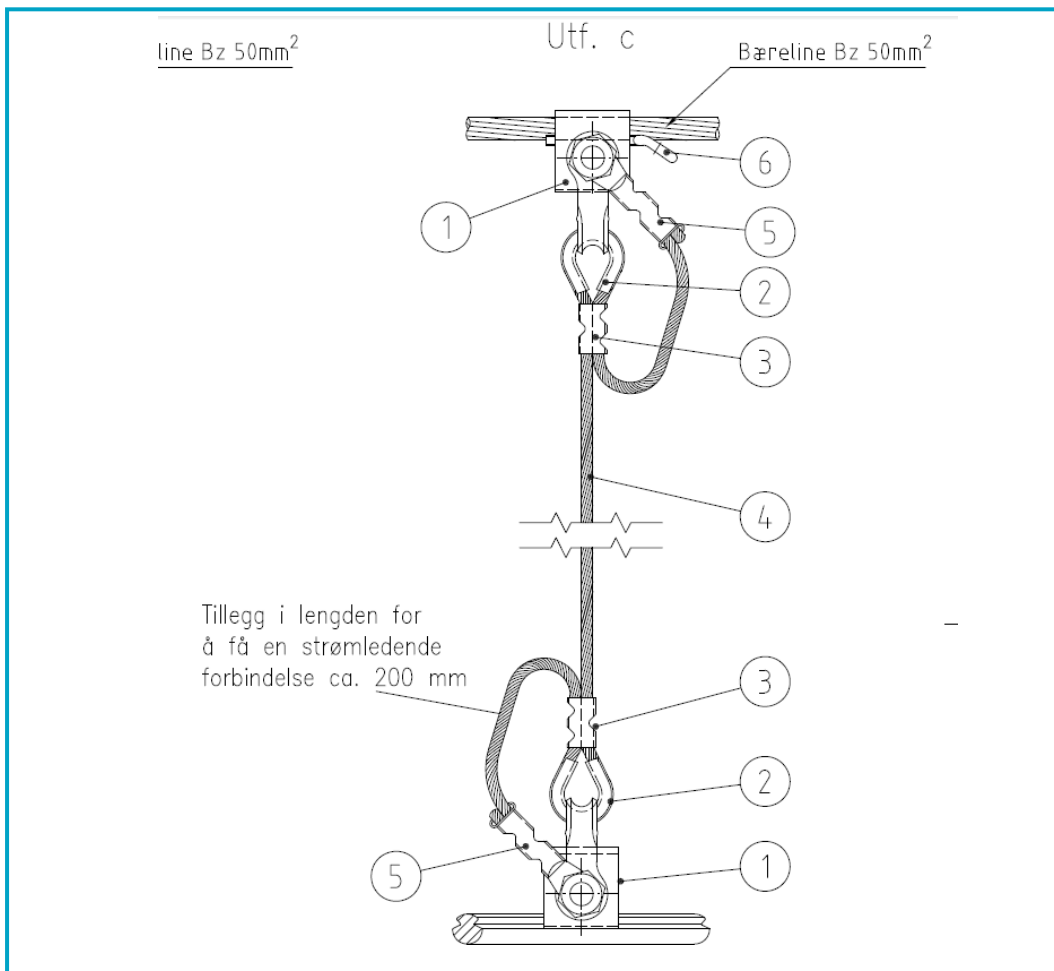
Hengertrådtabellen har oppgitt et mastenummer venstre side og et mastenummer på høyre side av tabellarket. Mellom disse er hengertrådene oppgitt som YH1 og FH1-FH2 osv. og linjen avsluttes med enda en hengertråd merket med YH1.

Dette er en spennlengde, og hengertrådene er nummerert med laveste nummer fra venstre mot høyre tabellen. YH1 er hengertråd til Y-line i utliggeren.

I hengertrådtabellen under er det en stiplet strek der lengde på Y-line skal være oppgitt. Det betyr at det ikke er Y-line ved disse 2 utliggerene. Ved montering må det påses at de to hengertrådene YH1 ikke blir forbyttet, da disse som regel har forskjellig lengde.

Ved montering blir hengertrådene til et spenn hengt opp i riktig rekkefølge på et jern med 8-10 kroker, som er festet på liftkurven. På denne måten blir det lett og holde orden på rekkefølgen av hengertrådene.

Passer det ikke å montere hengertrådene i den retningen tabellen er oppbygd, må hengertrådene monteres i rekkefølge fra høyre mot venstre. Først YH1 og deretter FH med høyeste nummer og nedover

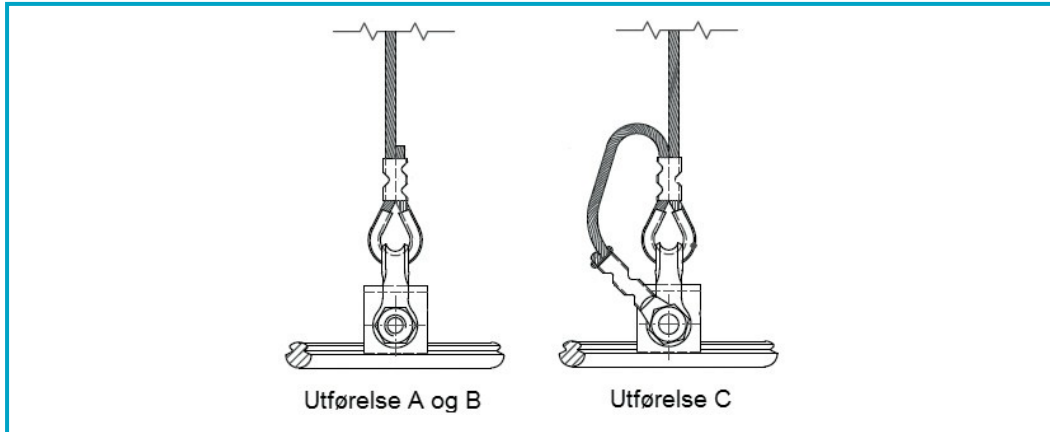


Figur 13.35 Hengertrådenes plassering i et spenn

13.15.1 Montering av Siemens hengetrådklemme på kontaktråd

Siemens hengetrådklemmen utførelse A og B festes på samme måte til kontaktledningen. Ved utførelse C så skal hengetrådtampen og kabelskoen festes som på tegningen under. Med strømgjennomgang monterer kabelskoen som på EH-707243-000

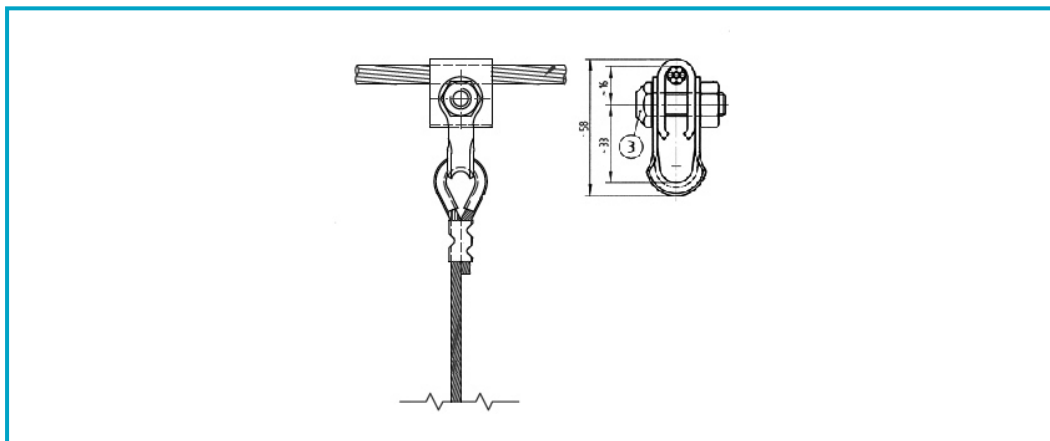
Tiltrekkingmoment 25 Nm



Figur 13.36 Hengetrådklemme utførelse på kontaktråd

13.15.1.1 Montering av Siemens hengetrådklemme utførelse B til bærelinen

Ved montering av hengetrådklemmer på bærelinen må klemmene monteres slik som på figuren under. Det gjøres ved at klemmen demonteres og Klemmekroppen henges over bærelinen og Klemmen monteres sammen igjen med hengetråden hengende i bøylene.

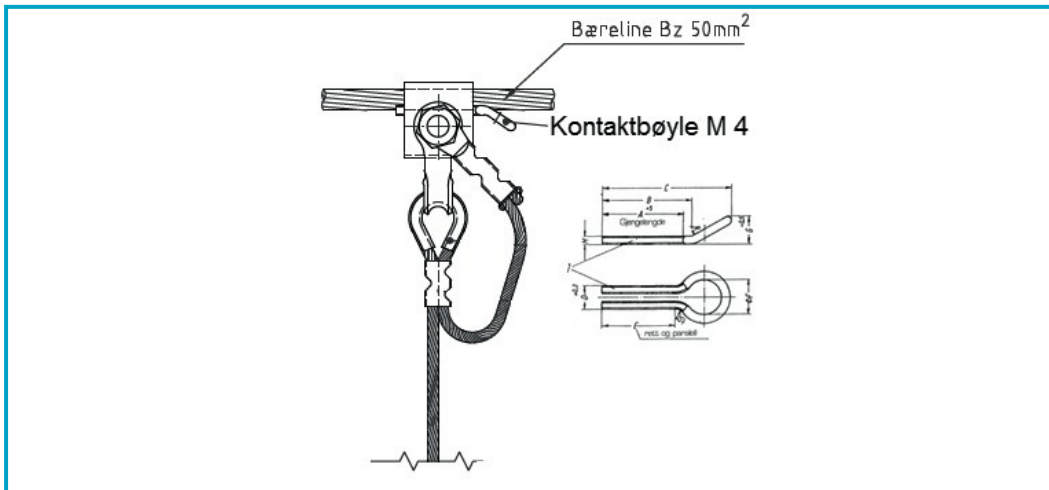


Figur 13.37 Slik skal Siemensklemmen monteres på bærelinen

Ved å montere slik at klemmen bare griper på bærelinen risikerer man at denne kan slippe taket og falle lavere enn kontaktråden og forårsake strømvaktarhvari.

13.15.1.2 Montering av Siemens hengetrådklemme utførelse C til bærelinen

Ved montering av hengetrådklemmen på bærelinen, så må klemmen demonteres og henges over bærelinen. Hengetråden henges i bøylene og den lange enden med kabelsko settes inn på skruen før klemmen monteres sammen. Før klemmen skrues fast på bærelinen, må det settes inn en kontaktbøyle mellom klemmens skruer og bærelinen for å sikre en god strømgjennomgang.



Figur 13.38 Montert hengetrådklemme utf. C på bærelinen

13.15.1.3 Montering av Siemens hengetrådklemme utførelse A til Y-line

Kontaktledningsanlegg System 20 standard A benytter Y-liner i utliggeren.

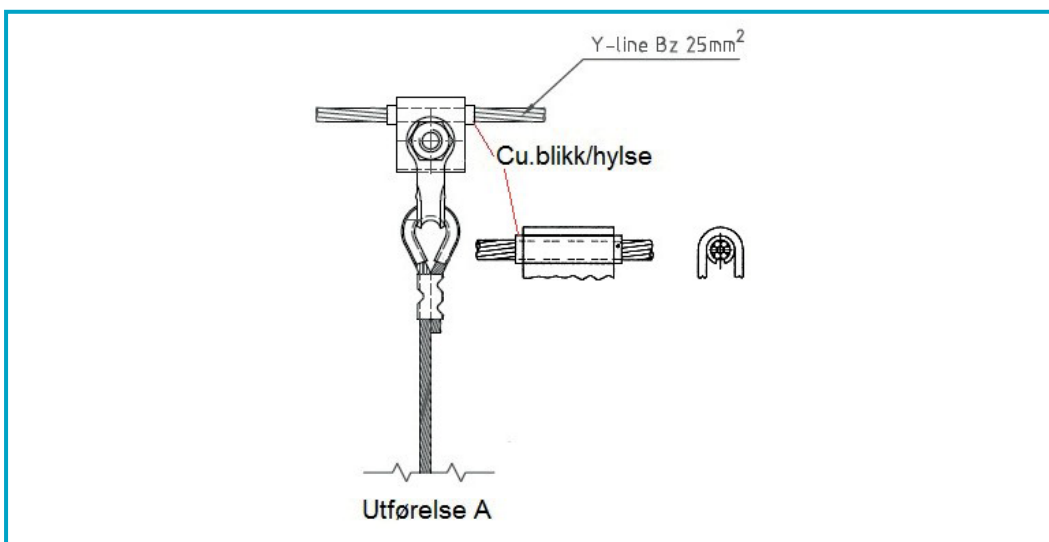
Siemens hengetrådene til (YH1) er uten strømgjennomgang.

Tverrsnittet på Y-line er 25 mm² Cu.

Dette tverrsnitt er for lite til feste av Siemens hengetrådklemmen.

Derfor må det presses på et Cu- blikk for å øke diameteren av Y-line, slik at Siemens hengetrådklemmen passer. Til pressing av Cu. blikk skal det benyttes en spesieltang.

Tegning av Cu. Blikk EH-707331-000.



Figur 13.39 Montert hengetrådklemme utf. A på Y-line

13.15.2 Montering av Flury hengerådsklemmer på kontaktråd/bæreline

Hengerådsklemmene skrues rett på bæreline og kontaktråd, etter oppgitte avstandsmål i hengerådtabellen

13.15.2.1 Hengerådsklemme montering i Y-line

Hengerådsklemmen skrues fast til Y-line uten å måtte presse på kobberblikk.

13.15.2.2 Tilpassing hengeråd i vekslingsfelt med Flury hengerådsklemme

I vekslingsfelt vil som regel ikke alle lengdene på hengerådene passe med hengerådtabellen, derfor må noen hengeråder tilpasses på stedet. Lag en del hengeråder med ferdigmontert hengerådsklemme i den ene enden med en større lengde enn det som er oppgitt i hengerådtabellen. Monter hengerådsklemmen i bærelinen og skru den fast i bærelinen med en momentnøkkel. Tiltrekingsmoment på skruen skal være 25 Nm



Monter den andre hengerådsklemmen fast på kontaktråden og stram opp hengeråden til den lengden som passer og merk av lengden med en strek og kutt hengeråden.



Stikk enden av den kuttede hengeråden ned i klemmens mansjett og press fast hengeråden.



Tiltrekingsmoment, Flury hengerådsklemme

Skruen på hengerådsklemmen skal tiltrekkes med minst 20 Nm og maks 25 Nm. OBS! Skruene skal settes inn med kobberfett ved monteringen

13.15.3 Montering av Kruch hengetråd-klemmer på kontakttråd/bæreline

Hengetråd-klemme fra Kruch skrues rett på bæreline og kontakttråd. Ved montering benyttes det 13 mm fastnøkkel og momentnøkkel.

Passer ikke lengden på hengetråden er det bare å skru opp Klemmen å fjerne eksisterende hengetråd å sette inn ny hengetråd.

Tiltrekingsmoment Kruch hengetråd-klemme

Skruen på hengetråd-klemmen skal tiltrekkes med minst 20 Nm og maks 25 Nm.

13.15.3.1 [Kontakttråd-klemme montering på Y-line](#)

Hengetråd-klemmen skrues fast til Y-line uten å måtte presse på kobberblikk.



Figur 13.40 Ferdig montert Kruch hengetråd-klemme

13.16 HENGETRÅDER

Hengetrådtabellen, side 1

Generelle opplysninger om ledningen og hvordan den skal bygges:

Det er ikke oppgitt hvilken type hengetrædklemmer som skal benyttes i hengetrådtabellen. Det er kun oppgitt vekt av hengetrædklemmer. Derfor må det avklares med den som har utarbeidet hengetrådtabellen hvilken type hengetrædklemmer som skal benyttes. Forklaringer til forkortelser som er benyttet i tabellen



Prosjekt:

Kristiansand - Mamardal, Ledning 10

Beregning av hengetræder fra Mast: 280 (km: 374,1540) til 294 (km: 374,8234)

Generelle data

Kontaktledningssystem S20 o. YSeil

Antall master, inkl. avspenningsmaster: 16

Systemdata

Bæreline:	Bz 50	Bæreline, vekt:	0,446 kg/m
Kontakttræd:	Ri 100	Kontakttræd, vekt:	0,890 kg/m
Y - line:	Bz 25	Y - line, vekt:	0,218 kg/m
Hengetræd:	Bz 10	Hengetræd, vekt:	0,089 kg/m

Strekk i bæreline: 10000 N

Strekk i kontakttræd: 10000 N

Det beregnes med nedheng.

Kt-løft ved løftet utligger: 1: 0,50 m 2: 0,50 m

Kt-løft ved hevet utligger: 2: 0,15 m

Vinkling: 0,65 m

Vekt av hengetrædklemmer: 0,195 kg

Isolatorstype:

Ledningspartlengde: 669,38 m

Lengde på fixline: 0,00 m

Forkortelser

MT: Mastetype
 A: Spennlengde
 FH: Kontakttrædhøyde
 SH: Systemhøyde (pos. = konstant systemhøyde, neg. = vannrett strekkstag)
 BF: Kt-sikksakk (Fortegn rel. til mast)
 BT: Bli-sikksakk (pos. = mast til høyre for spor, neg. mast til venstre for spor)
 MVK: Avstand forkant mast - midte spor (målt ved SO)
 pos. = mast til høyre for spor, neg. = mast til venstre for spor
 MN: Mastehelning (pos. = fra sporet, neg. = mot sporet)
 MHB: Mål for avstand mellom SO og referansepunkt på mast
 ML: Mastelengde, normalt mål for øverste utliggerkonsoll
 EH: Konsollavstand, vertikal avstand mellom øvre og nedre utliggerkonsoll
 UEL: Masteoverlengde
 UEH: Overhøyde (pos. = høyre skinne lavest, neg. = venstre skinne lavest)
 R: Kurveradius (pos. = høyrekurve, neg. = venstrekurve)
 AKP: Montasjepunkt for rør og klemmer
 FD - STR (y): Vertikal avstand mellom kontakttræd og horisontalstag
 Str: Horisontalstag
 KT: Kontakttræd
 Tegn. nr.: Tegningsnummer

Hengetrådtabellen, side 2

Her er det oppgitt hvilke data som er lagt inn i beregningsprogrammet for utarbeidelse av tabellen.



Prosjekt:

Kristiansand - Marnardal, ledning 12 (Nodeland st., sp. 1)

Beregning av hengetråder fra Mast: 290 (km: 374,6250) til 327 (km: 376,1911)

Beregning av hengetråder. Innlagte data

n	Mast-nummer	A [m]	FH [m]	SH/TH [m]	BF [cm]	BT [cm]	Mf	Spesialtilfelle
1:	290		5,55	0,70	330	-330	-	-N5 -T
2:	291	44,51	5,55	7,18	15	58	-	-T
3:	292	39,10	5,20	7,19	5	45	-	-T
4:	292A	31,99	5,05	6,69	5	44	-	-T
5:	293	38,95	5,05	6,72	-30	9	-	-T
6:	294	44,94	5,05	6,71	-30	5	-	-T
7:	295	32,86	5,06	6,72	-35	-1	-	-T
8:	296	51,72	5,11	6,78	-35	5	-	-T
9:	297	32,60	5,14	6,82	-30	18	-	-T
10:	297B	32,55	5,15	6,83	-30	18	-	-T
11:	298	33,29	5,15	6,80	-30	-4	-	-T
12:	299	25,11	5,15	6,76	-40	-33	-	-T
		62,05						

Hengetrådtabellen, side 3

På denne siden er det følgende opplysninger:

- Mastenummer.
- Type utligger trykk, strekk eller hevet.
- Kilometermerke på masten.
- Mastens plassering i forhold til spor sett i retning.
- Helling på horisontalstag.
- Helling på lett direksjonsstag.
- Sidekrefter i lett direksjonsstag.

Krefter i lett direksjonsstaglett
direksjonsstag og kontaktråd-
klemme

**Prosjekt:**

Kristiansand - Marnardal, ledning 12 (Nodeland st., sp. 1)

Beregning av hengetråder fra Mast: 290 (km: 374,6250) til 327 (km: 376,1911)

Utliggerdata

n	Mast-nummer	Utligger	Strekning [m]	Mstpl. jfr. sp.	FD - STR (y) [m]	STR-helling [%]	SH-helling [%]	FD-sidekraft [N]	Utl. hengetråd [m]
2:	291	hevet.	374668,86	Venstre	---	---	---	590	*1,135*
3:	292	strekk	374707,96	Venstre	---	---	---	675	*1,561*
4:	292A	strekk	374739,95	Venstre	---	---	---	558	*1,266*
5:	293	strekk	374778,90	Venstre	---	---	---	835	*1,111*
6:	294	strekk	374824,49	Venstre	---	---	---	633	*1,093*
7:	295	strekk	374857,35	Venstre	---	---	---	687	*1,106*
8:	296	strekk	374909,07	Venstre	---	---	---	817	*1,099*
9:	297	strekk	374941,67	Venstre	---	---	---	766	*1,079*
10:	297B	strekk	374974,22	Venstre	---	---	---	714	*1,078*
11:	298	strekk	375007,51	Venstre	---	---	---	380	*1,011*
12:	299	strekk	375032,62	Venstre	---	---	---	264	*0,990*
13:	302	strekk	375094,67	Høyre	---	---	---	-88	*0,943*
14:	304	trykk	375153,52	Høyre	---	---	---	144	*1,252*

Hengetrådtabellen, side 4

Her er alle målene som trengs for å lage hengetråder. Vær nøye med merking av hengetrådene med ledningsnummer og hvilket spenn (fra mast nr. - til mast nr.)

Type hengetråd YH1= benyttes der det er Y-line i utliggeren FH nr. = hengetråder i spenn.

Bind sammen alle hengetrådene i et spenn.

Rubrikk 1: Prosjekt: Kristiansand - Marnardal
Ledning nr. 12 Nodeland st. spor 1
Fra mast 290 (km.374,6250 til mast 327 (km.376,1911)

Rubrikk 2: Forklarende tekst i linje 1 viser til mål gitt i linje 1 i rubrikk 4.
Forklarende tekst i linje 2 viser til mål gitt i linje 2 i rubrikk 4 osv.

Rubrikk 3: Hengetråd nr. Hengetråd med bokstavbetegnelse YH er beregnet til Y-line Hengetråd med bokstavbetegnelse FH nr. er vanlig hengetråd

Rubrikk 4: Ferdig utregnede mål og avstander for hver enkelt hengetråd.



Prosjekt:									
Kristiansand - Marnardal, ledning 12 (Nodeland st., sp. 1)								Beregning av hengetråder fra Mast: 290 (km: 374,6250) til 327 (km: 376,1911)	
Hengetråder. Plassering og kuttelengder.									
Mast-nummer Y-line i m	Kuttelengde etter montasje av en kause						Mast-nummer Y-line i m		
Systemhøyde	Avstand: Innerside kause - Innerside kause						Systemhøyde		
Utligger type	Avstand: Senter bæreline - Senter kontaktråd						Spennlengde		
Y-line strekk	Avstand: Mast - Tråd						Avst. Tråd - Mast		
	Avstand: Tråd Tråd								
Tråd Nr.	FH1	FH2	FH3	FH4	FH5	FH6			
299	1,598	1,388	1,275	1,270	1,374	1,585	302		
1,600	1,352	1,142	1,029	1,024	1,128	1,339	1,600		
strekk	5,00	15,41	25,82	36,23	46,64	57,05	82,05		
---	+5,00	10,41	10,41	10,41	10,41	10,41	5,00		

13.17 UTFØRELSER AV HENGETRÅDER

Ved bygging av S 20 kontaktledningsanlegg blir det i dette dokumentet forklart hvordan man lager hengetråder ved bruk av tre forskjellige typer hengetrådklemmer.

Siemens hengetrådklemme.

Hengetråden til denne hengetrådklemmen blir laget i to utførelser med og uten strømgjennomgang, og framgangsmåten ved monteringen er forskjellig.

Arthur Flury hengetrådklemme med strømgjennomgang

Cruch hengetrådklemme med strømgjennomgang.

13.17.1 Utførelser ved bruk av Siemens hengetrådklemme

Hengetråder laget ved bruk av denne hengetrådklemma lages i 3 forskjellige utførelser.

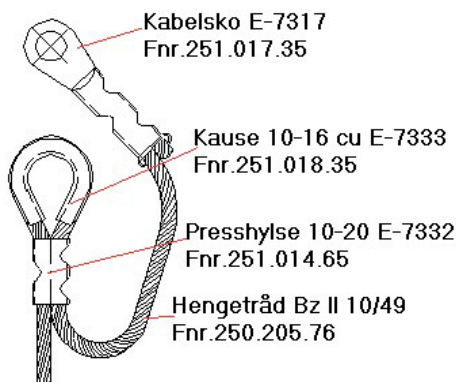
- A:Hengetråd uten strømgjennomgang, detaljer ved montering på Y-line
- B:Hengetråd uten strømgjennomgang
- C:Hengetråd med strømgjennomgang, detaljer ved montering på bæreline.

Pressverktøy for korbhylser og kabelsko

Det benyttes Pfisterer type Primat 02D mekanisk presstang og tilhørende pressbakker nr. Bz 10-K korbhylse til Primat 02D (Illustrasjonsfoto, bakkene er ikke Bz 10-K korbhylse)



Deler til bygging av hengetråder med og uten strømgjennomgang ved bruk av Siemens hengetrådklemme.



- Siemens hengetrådklemme har en byggelengde på 51 mm
- Skruen på hengetrådklemmen skal tiltrekkes med minst 20 Nm og maks 25 Nm.

Prosjekt:

Kristiansand - Mamardal, ledning 12 (Nodeland st., sp. 1)

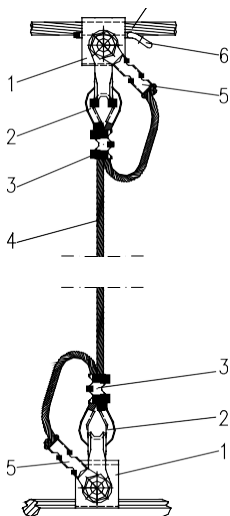
Beregning av hengetråder fra Mast: 290 (km: 374,6250) til 327 (km: 376,1911)

Hengetråder. Plassering og kuttelengder.

Mast-nummer	Kuttelengde etter montasje av en kause					Mast-nummer
Y-line i m	Avstand: Innerside kause - Innerside kause					Y-line i m
Systemhøyde	Avstand: Senter bæreline - Senter kontakttråd					Systemhøyde
Utliggertype	Avstand: Mast - Tråd					Spennlengde
Y-line strekk	Avstand: Tråd - Tråd					Avst. Tråd - Mast
Tråd Nr.	FH1	FH2	FH3	FH4	FH5	FH
290	1,523	1,453				291
---	1,277	1,207				---
0,700	1,345	1,275				1,600
Avsp. m.	25,00	34,43				43,86
---	25,00	9,43				9,43
291	1,705	1,723	1,835	2,039		292
---	1,459	1,477	1,589	1,793		---
1,600	1,527	1,545	1,657	1,861		1,950
hevet.	9,03	18,05	27,08	36,10		39,10
---	9,03	9,03	9,03	9,02		3,00

13.17.1.2 Hengetråd med strømgjennomgang utførelse C

- Begynn med å montere kause i hengetråden, men stikk og dra i hengetråden slik at den stikker 205mm på utsiden av presshylsa
- Press fast hylsen Les av kuttelengden på linje 1 (måles fra kausens innside) og avsett en tynn tusjstrek på hengetrådlinen på dette målet og legg til 205 mm og kapp til lengden
- Stikk enden av hengetråden inn i presshylsa og dra hengetråden så langt at merket på hengetråden flukter med presshylsa. Lag en knekk på tampen ved dette merket. (da vil ikke tampen så lett gli, da hengetråden strammes rundt kausen)
- Sett inn kausa og stram hengetråden rundt kausa.
- Kontroller at målet på linje 2 stemmer. (Innside kause-innside kause)
- Press fast hylsa
- Sett kabelsko på de endene som stikker ut fra presshylsa, for å fylle ut kabelskoen brukes en bit hengetråd
- Press fast kabelskoen, monter hengetrådsklemme på en ende av hengetråden



Figur13.46 Hengetråd med strømgjennomgang

13.17.2 Hengetrådklemme, hengetrådutførelse

Tegning EH-707470



Den gjør det enkelt å lage hengetråder fordi det er bare å stikke hengetrådens ende inn i Klemmens hylse og presse den fast i Klemmen med tre press og strømforbindelsen er opprettet.

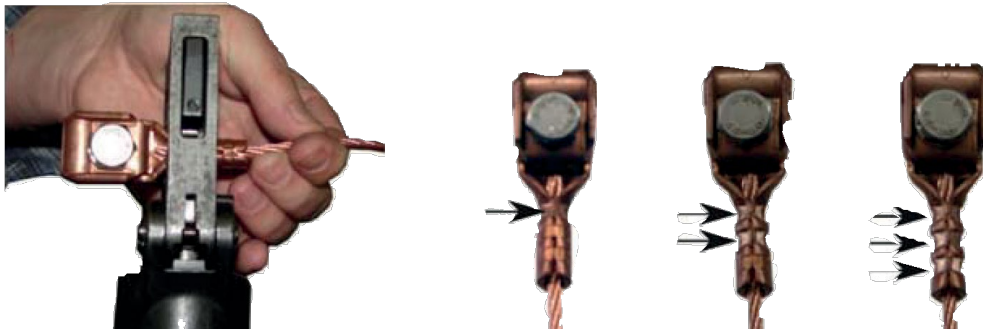
Arthur Flury hengetrådklemme består av to klemmehalvdeler, der den ene halvdel er gjenget og halvdelene monteres sammen med en skrue. Det er bare å skru fast klemmen til riktig moment uten å bruke andre nøkler til mothold.

Det er lagt inn andre verdier i hengetrådtabellen for denne Klemmen, da det er forskjell på lengden mellom disse klemmene.

Flury hengetrådklemme har en byggelengde på 28 mm.

Hengetråder laget ved bruk av Flury hengetrådklemme

Ved bruk av Flury hengetrådklemme gir det en hengetråd med strømgjennomgang.



- Stikk hengetråden inn i mansjetten på Klemmen til den stopper mot Klemmen
- Press fast hengetråden i klemmens mansjett med 3 stk. press. Begynn pressingen fra bolten i klemmen og ut mot hengetråden.
- Les av kuttelengden i linje 2 (innside kause – innside kause) i tabellen, og kutt hengetråden og monter hengetrådklemme 2
- Stikk hengetråden inn i mansjetten på Klemmen til den stopper mot klemmen
- Press fast hengetråden.
- Sett på strekning/stasjon ledningsnummer og hengetrådnummer

Hengetråd laget med Kruch hengetrådklemme

Tegning EH-800203-000

Hengetrådklemme fra Kruch er med strømgjennomgang til bruk i kontaktledningsanlegg. Denne hengetrådklemmen er konstruert slik at den ferdigkuttete hengetrådlengden føres inn i Klemmene og skrues fast i midtstilling på riktig lengde (se bilde under til høyre).

I denne posisjonen holder Klemmen hengetråden på plass i riktig lengde. Husk å sette skruehodet mot spormidtd.

Ved montering benyttes det 13 mm fastnøkkel og momentnøkkel.

Passer ikke lengden på hengetråden er det bare å skru opp Klemmen å fjerne eksisterende hengetråd å sette inn ny hengetråd.



Figur 13.47 fra v. ferdig montert hengetråd, Hengetrådklemme og fastmontert hengetråd i Klemmen

14 TVERRGÅENDEKONSTRUKSJONER

Åk og hengemaster blir benyttet på stasjonsområder og på strekninger med flere spor. Der er det som oftest trangt og det er ikke plass til master mellom sporene.

Dette kapitlet handler om hvordan man skal bruke EH. tegninger både detaljtegninger og sammenstillingstegninger for åk type 12,14 og 40 ved byggingen. Eksempler og utsnitt av sammenstillingstegninger i kapitlet er for åk type 12. Det er samme framgangsmåten ved bygging av åk type 14 og 40.



Figur 14.1 Åk montert på Spydeberg stasjon

14.1 KVALITETSKRAV TIL ÅK, LASKER OG RAMMER

Bane NOR stiller krav til kvalitet og utførelse ved produksjon av åk-rammer, hengemaster og skjøter, samt hvordan åk-rammene skal lagres og behandles ved montering og heising. Kravspesifikasjonene finner du i dette dokumentet:

Teknisk Spesifikasjon. EH-800003-000

14.1.1 Mottakskontroll

Ved bygging av åk er det viktig at alle rammer er uten feil og skjevheter. Sink i galvanisering må være glattet ut for å unngå at man skjærer seg under montasje. Derfor må en på et prosjekt ha god mottakskontroll som oppdager eventuelle feil og påpeker disse manglene til produsenten ved mottak på byggeplassen. Noen ganger kan det være lurt å ta en forhåndskontroll hos leverandør.

14.1.2 Lagring og transport

Ved lagring skal åk-rammene legges opp på et opprettet underlag. Stables de i flere lag, skal det legges inn bord eller plank mellom hvert lag. Dette skal gjøres for å unngå at rammevangene skal bli skeive ved langvarig lagring og at de blir enklere å ta igjen når de skal monteres sammen. Ved løfting av åk skal ikke kjetting eller bar wire nyttes.



Figur 14.2 Lagring av åk på Tomter stasjon

14.2 ÅKVARIANTER

I Bane NOR benyttes det 3 ulike åk-varianter på nye anlegg og de betegnes som:

- Åk type 12 = høyde 80 cm x bredde 70 cm
- Åk type 14 = høyde 120 cm x bredde 70 cm
- Åk type 40 = høyde 40 cm x bredde 45 cm

I dette kapitlet er det brukt utsnitt fra detalj og sammenstillingstegninger for åk type 12. Det er samme framgangsmåte ved bygging av type 14 og 40 åk.

Hver åk-variant har sin detalj og sammenstillingstegning. Sammenstillingstegninger viser hvilke åk-rammer og skjøtelasker som skal benyttes ved bygging av de forskjellige åk-lengdene og hvordan rammene skal monteres sammen.

Det som skiller de forskjellige åk-variantene fra hverandre er høyde og bredde på rammene. Dimensjonen på vinkeljern og rundstål er likt på de 3 åk-variantene.

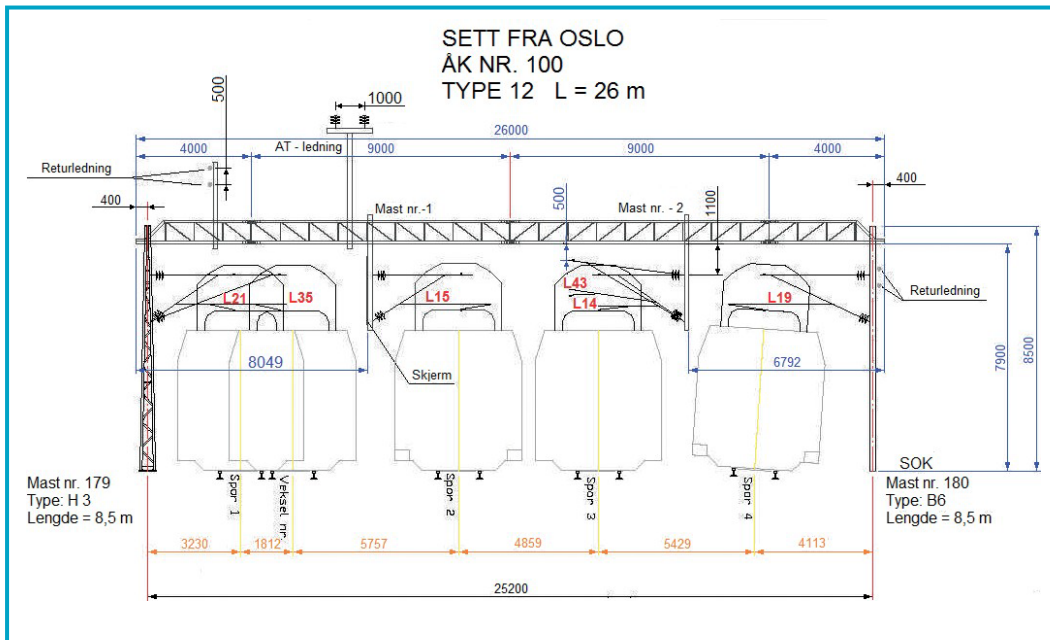
Åk-variant må også ta hensyn til hva som skal monteres inn. Større laster krever sterkere åk. Typiske ekstralaster er:

- Skjermer på hengemaster
- Belysning
- Returlledning
- Forbigangs- eller mateledning
- AT-ledere
- Fiberoptiske kabler

Snø- og islaster er beregnet inn allerede i konstruksjonen. Det kan forekomme ulike kombinasjoner av de overnevnte lastene.

14.3 ÅKSKISSE

Før en kan begynne å bygge et åk må en ha en åk-skisse eller måle opp lengden. Som regel blir det utarbeidet åk-skisser ved prosjekteringen av et anlegg. Da skal det være en åk-skisse for hvert åk på strekningen. I figuren under er det et eksempel på en slik skisse. Alle skisser skal sees i stigende kilometer med ryggen mot Oslo.



Figur 14.3 Eksempel informasjon i en åk-skisse

I åk-skissen over er det gitt følgende opplysninger:

- Mastenummer (179 og 180)
- Avstand fra senter mast 179 til senter mast 180 (13900 = 25,20m)
- Byggelengde på åket (26 m)
- Lengde på de forskjellige åk-rammene
- Montasjehøyde for åk-konsollene i begge mastene
- Avstand senter mast midt spor
- Avstand senter spor 1, veksler nr, spor 2, spor 3 og spor 4
- Montasjemål hengemast til spor 2 og spor 3
- Montasjemål for midt utliggerkonsoll i hengemastene spor 2 og 3
- Det samme er oppgitt for øvre utliggerkonsoll i mastene 179 og 180
- Ledningsnummer og spornummer
- Oppgitt monteringshøyde for åk-konsoller i mastene

For å bygge dette åket mangler vi fortsatt noen opplysninger:

- Hvilken åk-utførelse skal det bygges etter?
- Hvilke typer enderammer og mellomrammer skal benyttes i åket?
- Hvilke typer skjøtelasker skal benyttes i over og undergurt ved sammenbyggingen av åket?

I tilfeller der det ikke finnes åk-skisse, må lengden på åket beregnes etter mål fra senter mast 1 til senter mast 2. Dette er bestemmende for hvilken åk-utførelse som skal velges i henhold til tegninger.

14.4 TEGNINGSNUMMER PÅ ÅK-RAMMER OG SAMMENSTILLINGSTEGNINGER

I tabellen under er det henvisning til detaljtegninger for hver rammetype og skjøtelasker. Videre er det tatt med konsollene til feste av åket til masten, og sammenstillingstegningene for de forskjellige åk-typene.

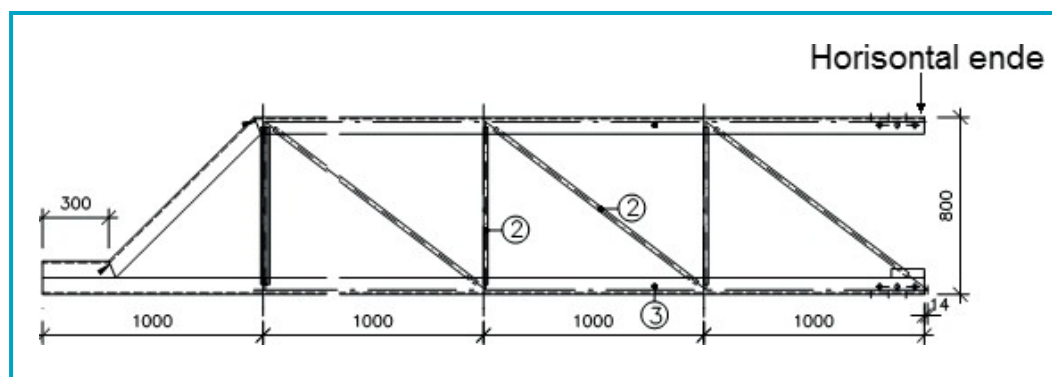
ÅK-RAMMER OG SKJØTELASKER FOR DE ULIKE ÅKTYPENE	EH TEGNINGER		
	12	14	40
Enderamme type Horisontal	EH-707447-000	EH-707451-000	EH-800073-000
Enderamme type Vertikal	EH-707446-000	EH-507450-000	EH-800075-000
Mellomramme	EH-707448-000	EH-707452-000	EH-800074-000
Skjøtelasker	EH-707453-000		
Åkkonsoll	EH-707095-000		EH-800079-000
Åkkonsoll Bjelkemast	EH-800106-000		
Sammenstillingstegning (byggetegning)	EH-707445-000 Lengde 11-33 m	EH-707449-000 Lengde 28-43 m	EH-800076-000 Lengde 10-16 m

14.5 ÅK-RAMMER

Et åk er satt sammen av følgende åk-rammer:

- Enderammer, av disse er det 2 typer, horisontal og vertikal ende de produseres i lengdene 4000 eller 5000 mm
- Mellomrammer settes inn mellom enderammene i åket.
- Mellomrammer produseres i lengdene 3000, 6000 og 9000 mm.

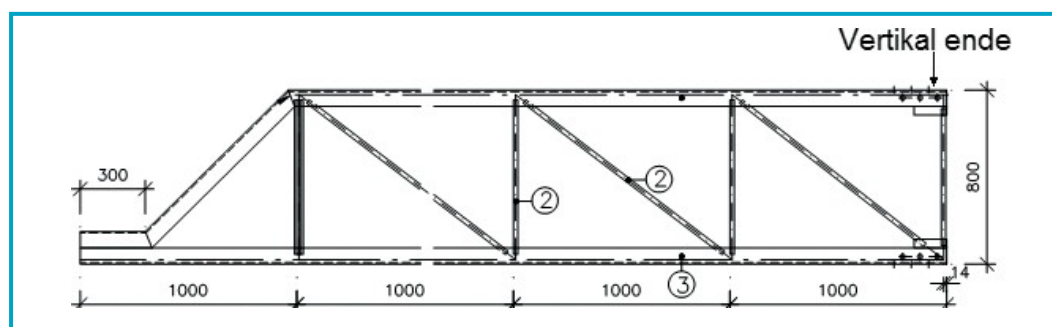
14.5.1 Enderamme åk 12 type med horisontal ende



Figur 14.4 Enderamme type H (horisontale endestag)

Enderammen med horisontal ende kjennetegnes ved at det er åpen ende på rammen i vertikalplanet. Det er ikke stag mellom øvre og nedre rammevange på enden, kun i horisontalplanet.

14.5.2 Enderamme åk 12 type utførelse med vertikal ende



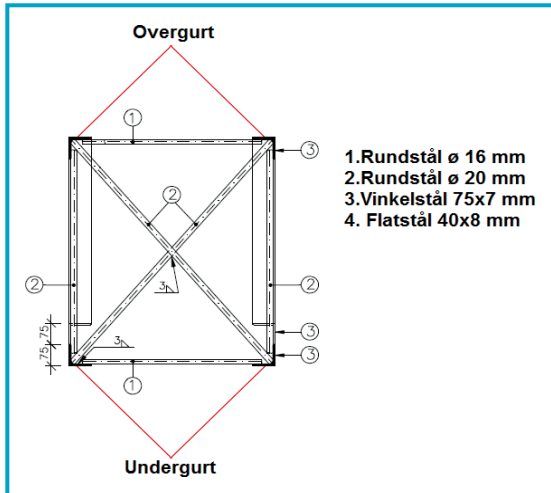
Figur 14.5 Enderamme type V (vertikale endestag)

14. TVERRGÅENDE KONSTRUKSJONER

Ende ramme med vertikal ende kjennetegnes ved at det er åpen ende på rammen i horisontalplanet. Det er ikke stag mellom øvre og nedre rammevange på enden, kun i vertikalplanet.

Rammer skal ikke monteres slik at to vertikale eller horisontale ender møtes i en skjøt.

14.5.3 Enderammer har forsterkninger mot vridninger



Figur 14.6 Forsterkning av enderamme

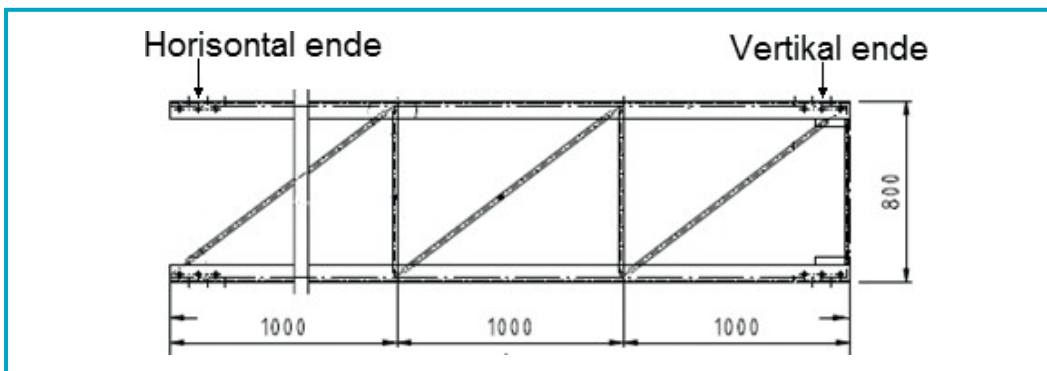
Alle enderammer er forsterket med rundstål som er sveiset diagonalt i et kryss mellom overgurt og undergurt. Dette for at åket skal tåle vridningskrefter.

Krysset er montert på den enden som skal monteres i masten.



Figur 14.7 Diagonalstagene som blir benyttet til forsterkning av enderammer

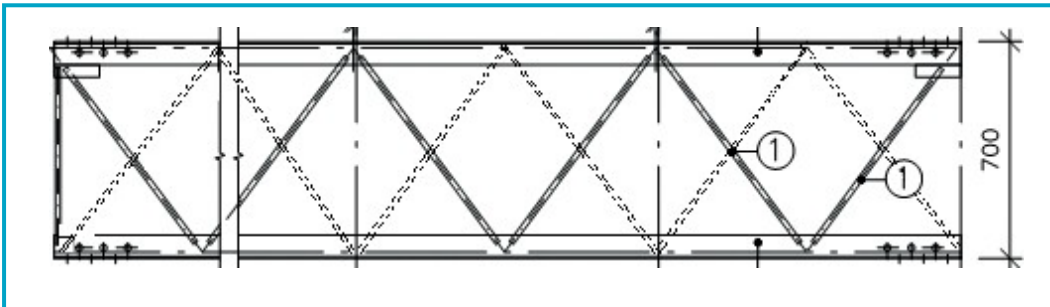
14.5.4 Mellomrammer



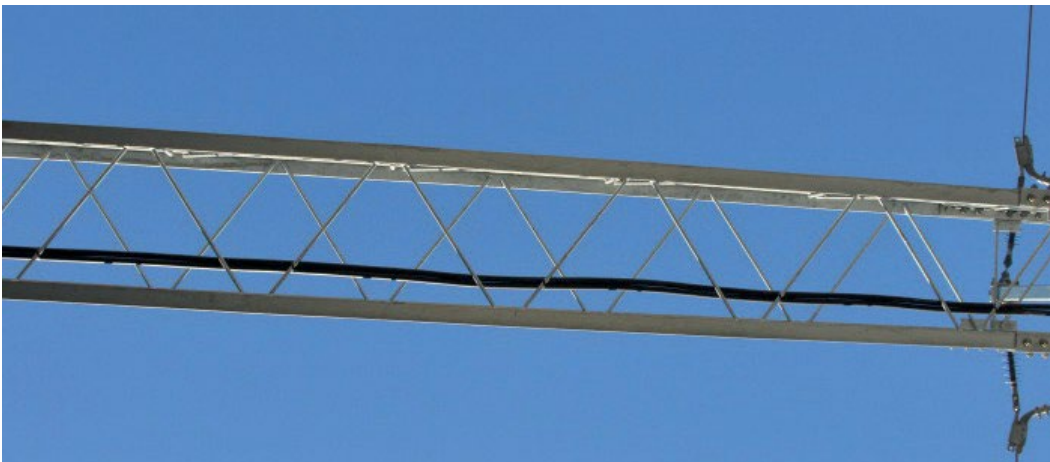
Figur 14.8 Mellomramme sett fra siden

14.5.5 Åk-rammer, forbindelse over og underside

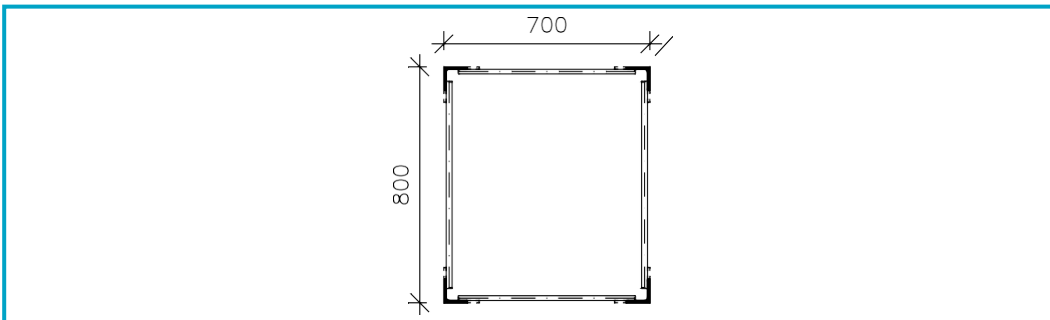
Åk-rammene er forbundet med stag av rundjern i denne formasjonen. Stiplet linje viser hvordan stagene er montert i undergurt. Heltrukket linje viser stagenes montasje i overgurt. Prinsippet er at du danner kryss og at sikksakk-mønsteret er (kontinuerlig) sammenhengende gjennom hele åket.



Figur 14.9 Åk-ramme sett fra under eller overside



Figur 14.10 Åk sett fra undersiden



Figur 14.11 Mellomramme til åk type 12 sett fra enden

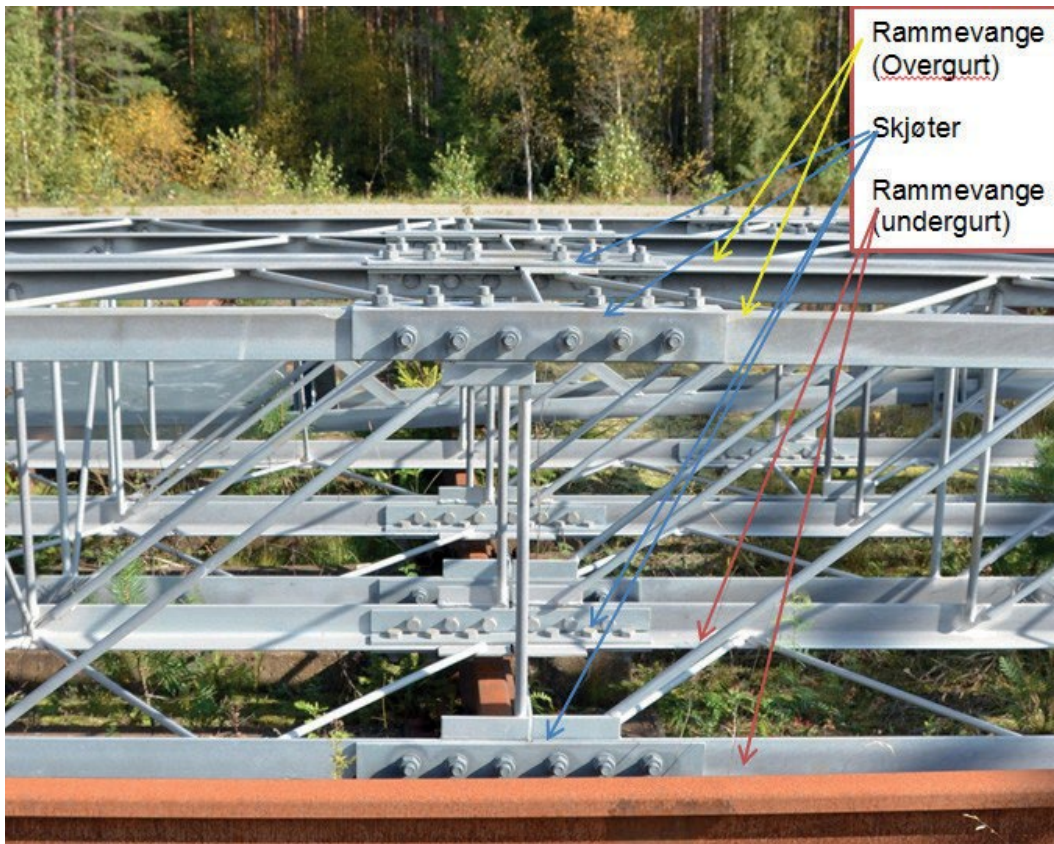
14.6 SKJØTELASKER

Skjøtelasker benyttes til å montere sammen åk-rammene til et åk av en bestemt lengde, se detaljtegning EH-707453-000.

Det er samme type skjøtelasker som benyttes ved bygging av de 3 åk-typene 12, 14 og 40. Skjøtelaskene lages i 4 forskjellige utførelser og forskjellen på de ulike laskene er avstanden mellom de innerste hullene til laskeskruene. Sammenstillingstegningen og plukklisten til åket viser hvilke skjøtelasker som skal benyttes ved byggingen av åket og i hvilke skjøter de skal benyttes på åket.

Skjøtelaskene har disse utførelsene:

- I= L90
- II= L97
- III=L98
- IV=L99

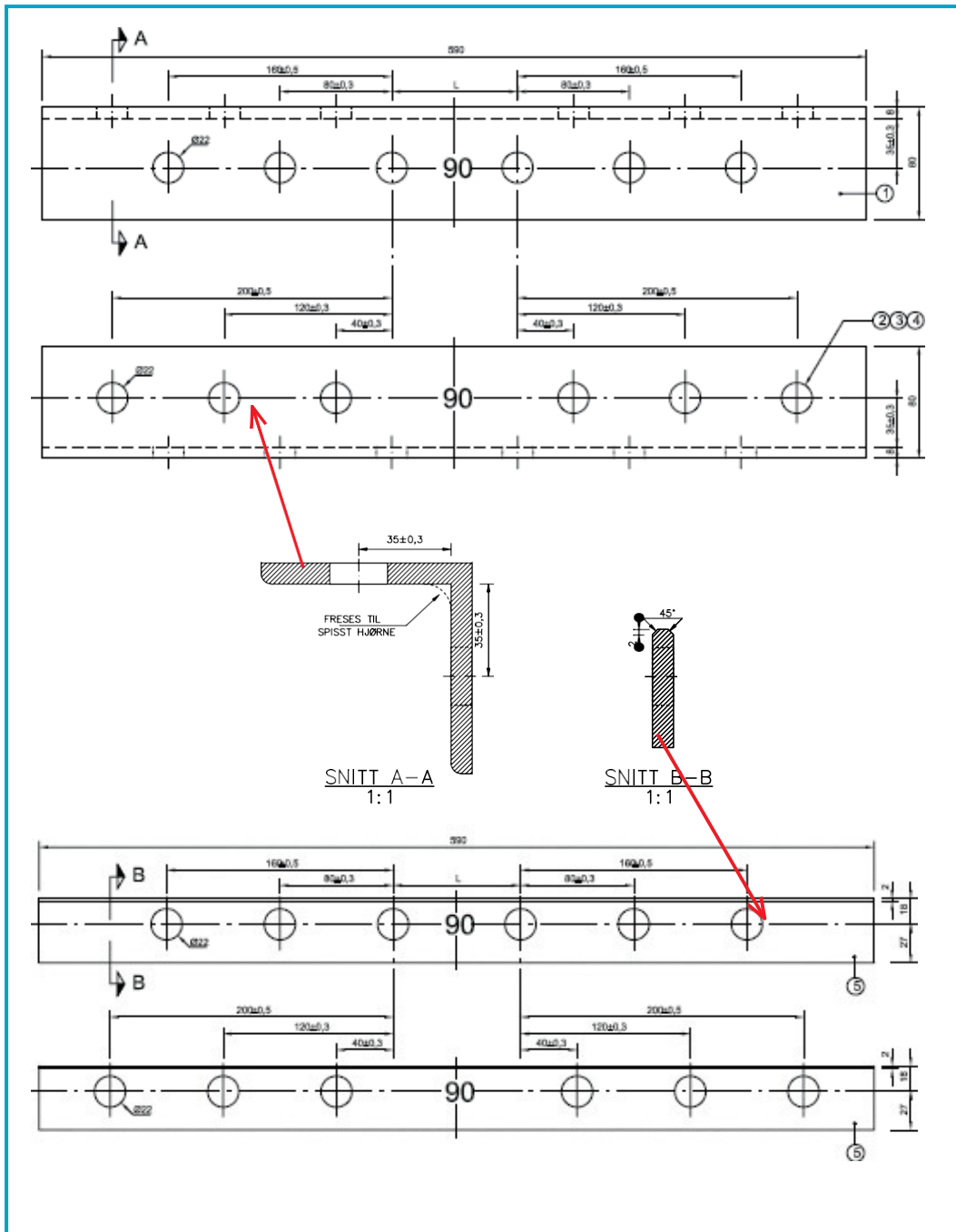


Figur 14.12 Åk-rammer med skjøtelasker

14.6.1 Detaljtegning av skjøtelasker EH-707453-000

Skjøtelasker består av et vinkeljern med 6 hull som settes utenpå rammevangene snitt AA. Det er 2 flatjern med hull som monteres på innsiden av rammevangene snitt BB for hver lask. Skjøten skrues sammen med \varnothing M 20x50 mm bolter og tilhørende skiver.

Avstanden mellom de innerste hullene til laskeskuene er angitt ved tall i tegningen og preget inn i lasken. Lange åk krever større krumming dette medfører at det er høyere tall på disse skjøtelaskene i overgurten.



Figur 14.13 Detaljtegning for skjøtelask

14.6.2 Vekt på forskjellige åk-rammer og lasker tilåk

Det er viktig å vite vekten på et åk fordi det skal løftes opp og festes til masten.

Til å løfte opp åket i masten brukes en kran. Hvor stor kran som må benyttes er avhengig av vekten på åket.

ÅK-RAMMER OG LASKER TYPE 12			
RAMME	TYPE	LENGDE	VEKT
Ende H	1	4000 mm	185,0 kg
Ende H	2	5000 mm	230,8 kg
Ende V	1	4000 mm	186,4 kg
Ende V	2	5000 mm	232,4 kg
Mellomramme	1	3000 mm	142,9 kg
Mellomramme	2	6000 mm	280,2 kg
Mellomramme	3	9000 mm	417,4 kg
Skjøtelask	1	90 mm	11,6 kg
Skjøtelask	2	97 mm	11,6 kg
Skjøtelask	3	98 mm	11,6 kg
Skjøtelask	4	99 mm	11,6 kg
Delene skrues sammen med bolter = M20x50mm m/ rund skive og mutter s8,8			

ÅK-RAMMER OG LASKER TYPE 14			
RAMME	UTF.	LENGDE	VEKT
Ende H	1	5000 mm	295,7 kg
Ende V	1	5000 mm	295,7 kg
Mellomramme	1	6000 mm	362,7 kg
Mellomramme	2	7000 mm	422,6 kg
Mellomramme	3	9000 mm	542,2 kg
Skjøtelask	1	90 mm	11,6 kg
Skjøtelask	2	97 mm	11,6 kg
Skjøtelask	3	98 mm	11,6 kg
Skjøtelask	4	99 mm	11,6 kg
Delene skrues sammen med bolter = M20x50mm m/ rund skive og mutter s 8,8			

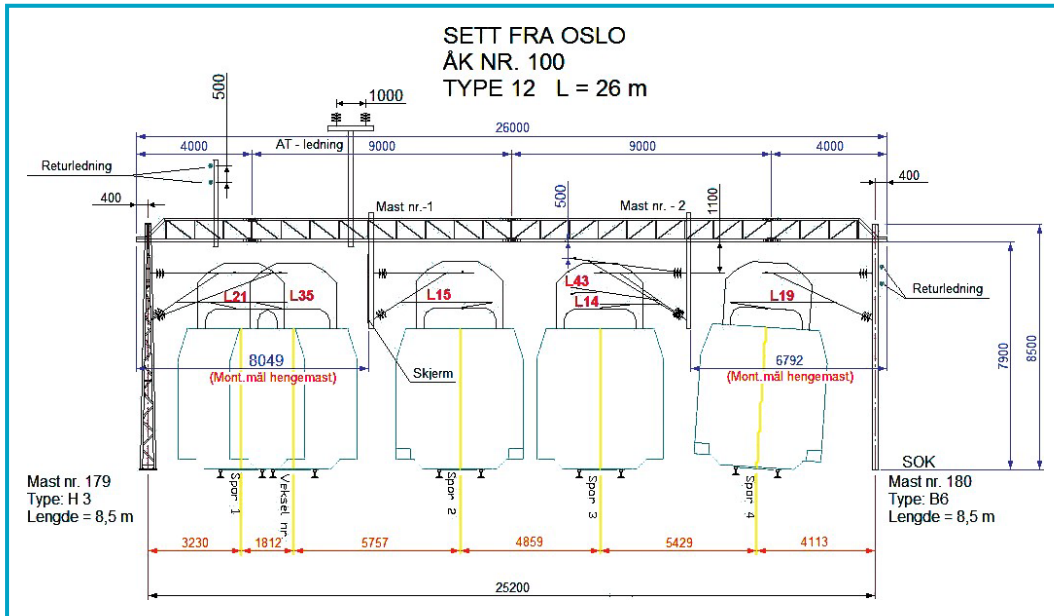
ÅK-RAMMER OG LASKER TYPE 40			
RAMME	UTF.	LENGDE	VEKT
Ende H	1	3000 mm	123,3 kg
Ende H	2	4000 mm	164,4 kg
Ende V	1	3000 mm	123,3 kg
Ende V	2	4000 mm	164,4 kg
Mellomramme	1	3000 mm	123,3 kg
Mellomramme	2	4000 mm	164,4 kg
Skjøtelask	1	90 mm	11,6 kg
Skjøtelask	2	97 mm	11,6 kg
Delene skrues sammen med bolter = M20x50mm m/ rund skive og mutter s 8,8			

14.7 BYGGING AV ÅK

Før vi kan bygge åk må vi ha:

- Åk-skisse eller mål senter mast- senter mast.
- Sammenstillingstegning med åk-tabell.

Ved bygging av åk bør det benyttes åk-bukker til å legge åk-rammene på under monteringen Disse bukkene er til stor hjelp for å få den riktige krummingen og å holde rammene i vater under sammenskrivingen av åket. Se på åk-skissen under er det oppgitt byggelengde på åket.



Figur 14.14 Eksempel på åk-skisse

Som det framgår av åksskissen er avstanden mellom senter mast 179 og senter mast 180 = 25,20 m. I åktabellen er det oppgitt hvilken total lengde åket må ha for å dekke denne avstanden.

14.7.1 Bruk av åktabellen

Slik leses åktabellen.

- I åksskissen figur 14.14 er senter – senter avstand mellom mastene oppgitt til og være 25200 mm = 25,20 m.
- I tabellen under er det i rad senter- senter mast oppgitt to lengdeverdier i hver kolonne. Innenfor dette lengdemålet er det oppgitt byggelengde i raden under.
- Finn kolonnen som dekker 25,2 m.
- Det er en kolonne som dekker avstand mellom 24,5m – 25,5 m, så her er opplysningene om hvordan åket skal bygges. Les radene nedover i kolonnen.
- Åklengde som skal bygges er 26 m og det skal bestå av de åk-rammene som er oppgitt i kolonnen.
- I den nederste raden i kolonnen er det oppgitt utførelse XVI. Dette er opplysning om at åket skal bygges sammen etter sammenstillingstegning og utførelse XVI.

14. TVERRGÅENDE KONSTRUKSJONER

ÅK TYPE 12												
Senter-senter mast	9,5-	10,5-	11,5-	12,5-	13,5-	14,5-	15,5-	16,5-	17,5-	18,5-	19,5-	20,5-
	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5	20,5	21,5
Lengde (m)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Enderamme H	4000	500	500	4000	500	500	400	5000	500	400	5000	5000
		0	0		0	0	0		0	0		
Enderamme V	4000	400	500	4000	400	500	400	4000	500	400	4000	5000
		0	0		0	0	0		0	0		
Mellomramme	3000	300	300	3000	300	300	300	3000	300	600	6000	6000
		0	0		0	0	0		0	0		
L2 (mellomramme)				3000	300	300	600	6000	600	600	6000	6000
					0	0	0		0	0		
L3 (mellomramme)												
UTF.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ÅK TYPE 12												
Senter-senter mast	21,5- 22,5	22,5 -	23,5 -	24,5- 25,5	25,5 -	26,5 -	27,5 -	28,5- 29,5	29,5 -	30,5 -	31,5- 32,5	
		23,5	24,5		26,5	27,5	28,5		30,5	31,5		
Lengde (m)	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
Enderamme H	4000	500	500	4000	500	500	400	5000	500	400	5000	
		0	0		0	0	0		0	0		
Enderamme V	4000	400	500	4000	400	500	400	4000	500	400	4000	
		0	0		0	0	0		0	0		
Mellomramme	6000	600	600	9000	900	900	600	6000	600	600	6000	
		0	0		0	0	0		0	0		
L2 (mellomramme)	9000	900	900	9000	900	900	600	6000	600	900	9000	
		0	0		0	0	0		0	0		
L3 (mellomramme)							900	9000	900	900	9000	
							0		0	0		
UTF.	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	

Åket som skal bygges har denne total lengden og består av disse åk-rammene

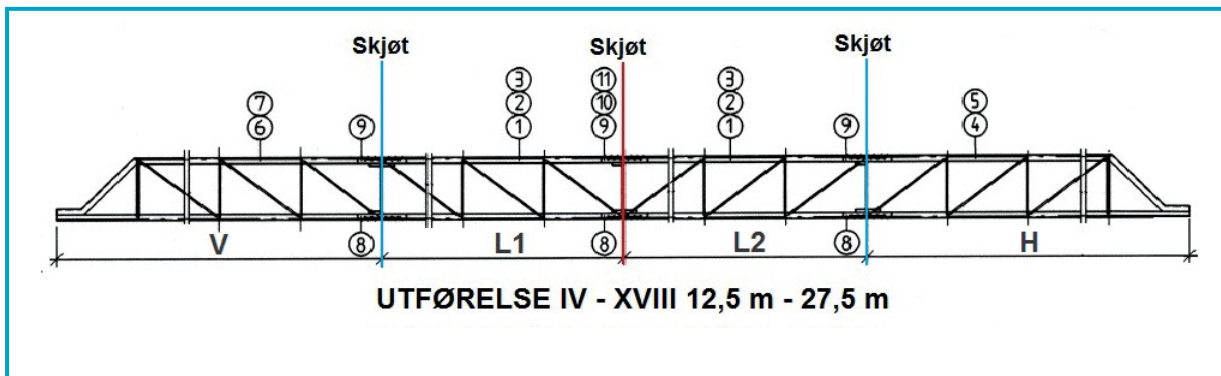
Total byggelengde = 26m

- 1.stk Enderamme H 4000 mm
- 1.stk Enderamme V 4000 mm
- 1.stk Mellomramme 9000 mm
- 1.stk L2 = mellomramme 9000 mm
- 1.stk L3 = mellomramme

Utførelse XVI viser sammenstillingstegning (hvordan åk-rammene skal monteres sammen)

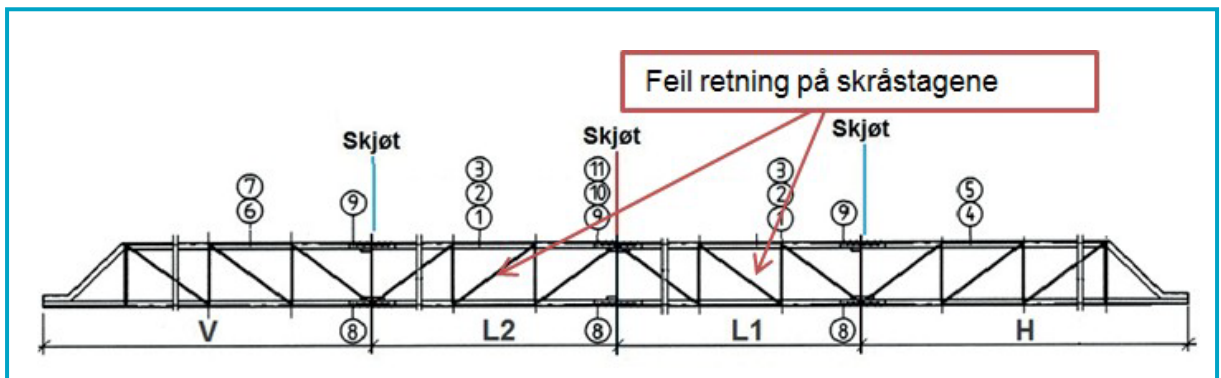
Åket skal settes sammen av 4 rammer og da blir det 3 skjøter i åket plukklisen er det detaljert oversikt på hvilke åk-rammer og hvilke typer skjøtelasker som skal benyttes ved sammenbyggingen.

Legg merke til at vekslingen av retningen på skråstagene skal være i skjøten mellom L1(mellomramme) og L2 (mellomramme) Denne vekslingen er merket med rødt på tegningen.



Figur 14.15 Riktig montering av åk-rammer skråstagene veksler riktig

I figuren under er åket sammensatt av de åk-rammene som er oppgitt i plukklisten og lengden er 15 m. Men åk-rammene er satt inn feil slik at skråstagene i åket peker i forskjellig retning på alle åk-rammene ved sammenbyggingen. Sett fra siden skal åkets stag danne en V midt på åket, eller så nær midten som mulig i en skjøt.



Figur 14.16 Feilmontering av åk-rammer, skråstagene står feil

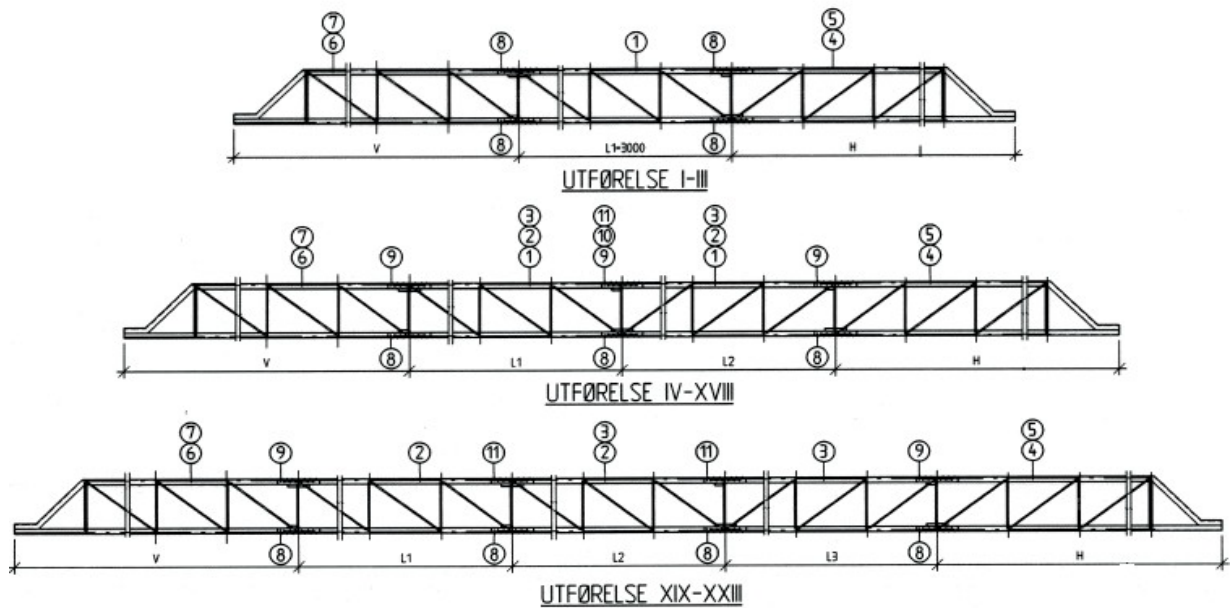
14.7.3 Sammenstillingstegning ved bygging av åk utførelse I - XXIII

Utsnitt fra tegning EH-707445-000 benyttes ved bygging av åk mellom 11m – 33 m.

Det er 3 forskjellige sammenstillingstegninger som dekker disse lengdene.

Åk med lengde fra og med – til og med:

- I – III = 11 - 13 m
- IV – XVIII = 14 - 28 m
- XIX – XXIII = 29 – 33 m



Figur 14.17 Sammenstillingstegning for åk utf. I-XXIII

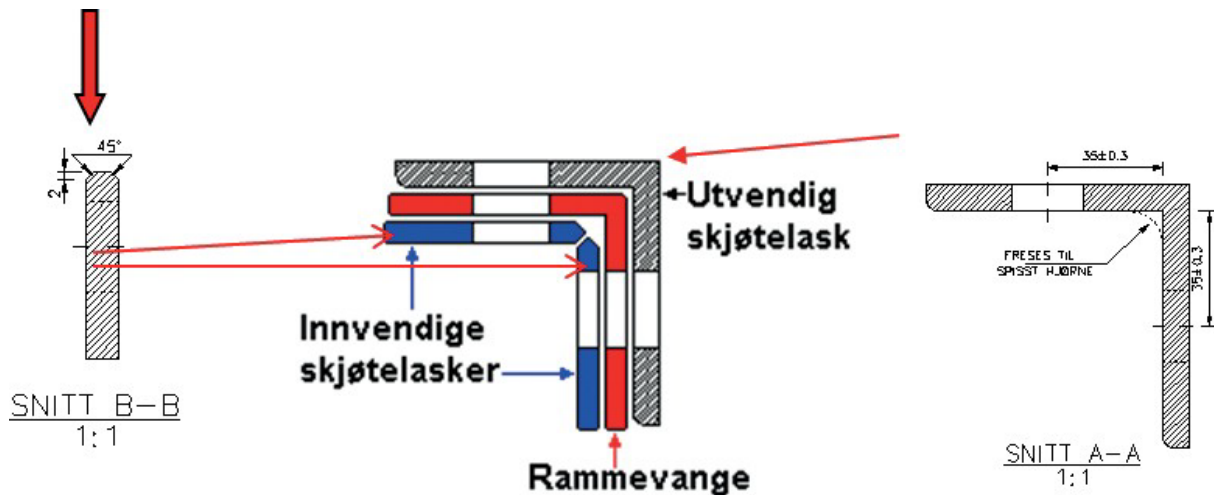


Figur 14.18 Lagring av åk. Legg merke til plankene som blir benyttet som beskyttelse

14.7.4 Montering av skjøtelasker

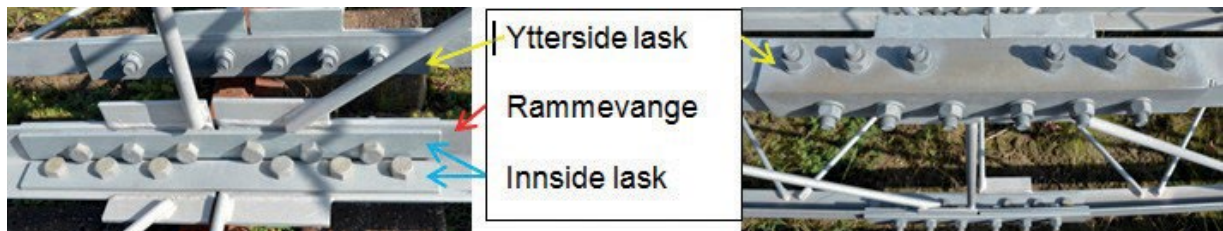
Legg åk-rammene i riktig rekkefølge og med skråstagene i riktig retning.

1. Begynn å montere L-90 skjøtelaskene i undergurten. (de to nedre rammevangene)
2. Legg de flate laskene (i skjøtelasksettet snitt B-B) med den siden som er slipt i 45° vinkel på kanten (som er merket med pil på skissen) inn i vinkelen av rammevangen. (se skisse)
3. Bolt \varnothing 20 mm X 50 mm med rund skive og mutter. Boltens gjenger og mutter skal være smurt med talg el. olje før montering. (Skal trekkes til med oppgitt moment)



Figur 14.19 Montering av skjøtelasker i åket

4. Legg vinkeljernet (snitt A-A) utenpå rammevangen og sett inn bolten fra innsiden av skjøtelasken og gjennom lasken og åk-rammen slik at mutteren blir montert på yttersiden av lasken.



5. Det skal være rund skive under mutteren på bolten. Er skiven svakt buet skal høyeste punkt møte mutteren for å få en sprengeffekt.



6. Juster åk-bukkene til riktig krumning etter hvert som skjøtelaskene monteres i overgurten. (de to øvre rammevangene)
7. Før skjøtelaskene skrues fast, må en sikte langs med åket og se at rammene har samme retning.

(rammene skal ikke forandre retning ved skjøtelaskene, slik at åket blir krokete)



Figur 14.20 Siktelinje langsmed åk før sammen skruing

14.7.5 Tiltrekningsmoment på skruer

Skruene skal være så hardt tildratt at det ikke er fare for at den løsner.

Som sikring bør hver mutter låses til boltene med at det lages kjørnemerke i bolt og mutter. (Skader gjengene på skruen slik at mutteren ikke kan skru seg opp)

Skruene skal være innsatt med olje / talg før tiltrekking, dette gjøres for og oppnå riktig moment. Tiltrekningsmoment på skruene skal ca. 250 Nm.

Skjøtene er ikke friksjonsskjøter. Siden åkene er galvaniserte vil boltene alltid ende opp med å ta skjærkrefter fordi sinken deformerer seg når belastningen blir stor nok og siger. Det er da vesentlig at disse er i henhold til spesifikasjonene.

14.8 BEREGNING AV MONTASJEMÅL FOR ÅK KONSOLLER

Referansepunktet ved beregning av montasjemål er: SOK på det sporet som ligger høyest i terrenget. Avstanden refererer til overkant festekonsoll til åk i masten.

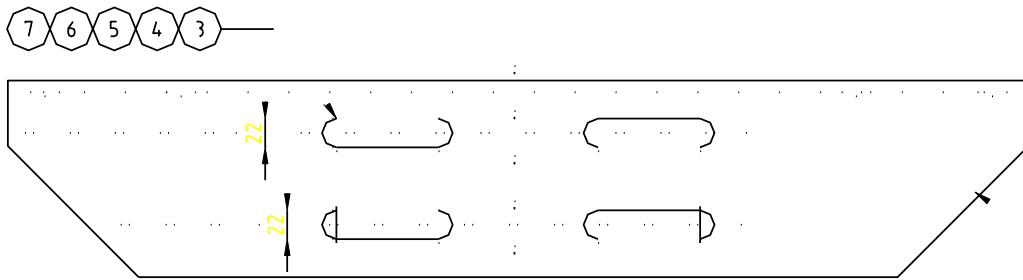
	Kontakttråd høyde	= 5,60 m
+	Systemhøyde utligger (i åk på stasjoner som regel)	= 1,30 m
+	Tillegg for hevet seksjonsutligger	= 0,50 m
+	Elsikkerhetskrav mellom bæreline og undergurt åk	= 0,50 m
=	Montasjemål overkant åk-konsoll i mast	= 7,90 m

14.9 FESTEKONSOLL FOR ÅK TYPE 12 OG 14 PÅ H OG B-MASTER

Tegning EH-707095-000

Festekonsoll for åk type 12 og 14 leveres komplett med konsoller sikringsjern og bolter. Det er mastetype som er bestemmende for utvalg av tilbehør.

UTFØRELSE	MASTETYPE	VEKT (KG)
I	H- 1-5	45,9
II	B- 3-6	45,8
III	B-1-2 og B 10-14	45,2



Figur 14.21 Utsnitt fra EH-707095-000 åktype 12 og 14

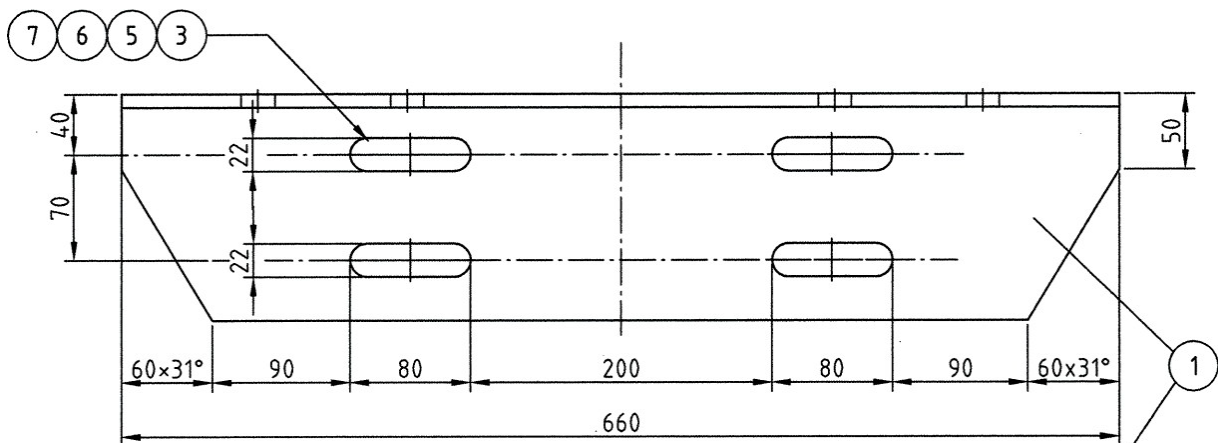
14.9.1 Festekonsoll for åk type 12 og 14 på bjelkemaster HEB 200-280

(Kilde: Tegning EH-800106)

Konsollen leveres komplett med skruer. Vær oppmerksom på at lengden på boltene er tilpasset bredden på HEB mastene. Oppgi type HEB- mast ved bestilling.

14.9.2 Festekonsoll for åk type 40 på H og B-master

Tegning EH-800079-000



Figur 14.22 Utsnitt fra EH-800079-000 åktype 40



Figur 14.23 Heising av åk på granddal stasjon

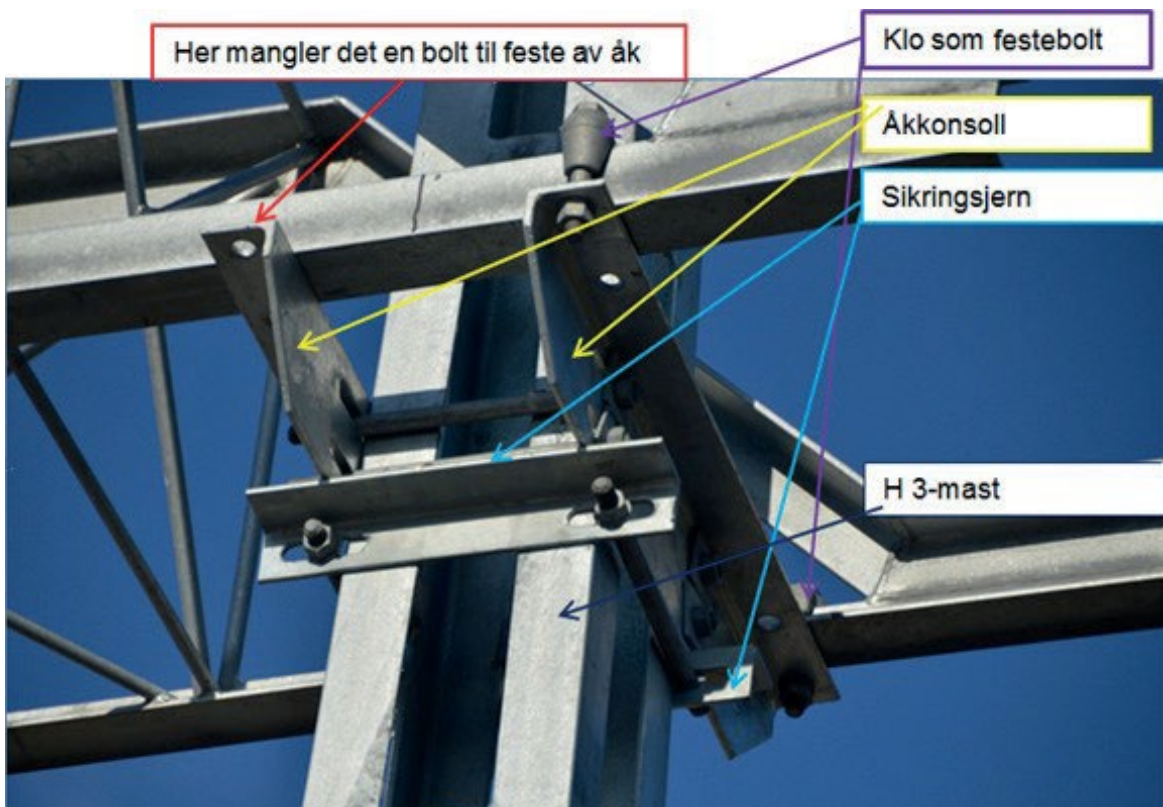
14.9.3 Monteringskrav festekonsoller åk

Konsollene festes til masten med gjennomgående bolter. Dette er for å hindre at konsollen kan gli nedover masten.

14.9.4 Festing av åk til konsoll imast.

Alternativ 1 er som regel festes åket til konsollen med 2 stk Klo EH-707166-000 på hver ende. Men da må mastene stå vinkelrett på lengderetningen til åket. Er det vridning på mastene er det svært vanskelig å benytte klo.

Alt.2 Feste åket til konsollen med vinkeljern (Pos 2 75x75x8x780) med 2 stk. bolter M 20x250 ved hver mast.



Figur 14.24 Feste av åk til mast

Sikringsjernet skal hindre at selve åk-konsollen ikke kan vippe eller sige nedover masten. For å vurdere behovet for sikringsjern må man se om det er mulig for boltene å gli utover i slissesporene på konsollen. Det er derfor viktig å presisere at det alltid skal benyttes gjennomgående bolter på B- og H master for åk-konsoller. På bjelkemaster (HEB-master) finnes det andre metoder får låsing av åk-konsoll. Der benytter man festemateriell med friksjonsheft.

14.10 HENGEMASTER OG SPIR

Hengemaster er master som utliggerer blir festet til i åk. Som navnet tilsier, er disse festet til åket og henger ned fra åket mot sporet. Hengemastene på plasseres i riktig avstand fra spor og lengden på masten er også viktig i forhold til fritt profil.

Spir er en mast som blir festet i åket med ulike lengder over åket. De blir som oftest benyttet til feste av forbigangs/forsterkningsledning og returledninger på stasjoner



Figur 14.25 Hengemaster og spir montert i åk Spydeberg stasjon

14.10.1 Utførelser av hengemaster og spir

Tegning: EH-705193

Hengemastene som benyttes, blir laget med hul profil (HUP) med følgende dimensjon:

HUP.150 mm x100 mm x 5 mm NS 5951

De leveres i følgende lengder.

UTFØRELSE II	UTFØRELSE IV	UTFØRELSE VI	UTFØRELSE VIII	UTFØRELSE IX
Åk type 11	Åk type 12	Åk type 13	Åk type 14	Åk type 14
3,00 m	3,10 m	3,30 m	3,50 m	4,00 m
Dimensjon	Dimensjon	Dimensjon	Dimensjon	Dimensjon

Til spir i åk benyttes som regel hengemast utførelse II

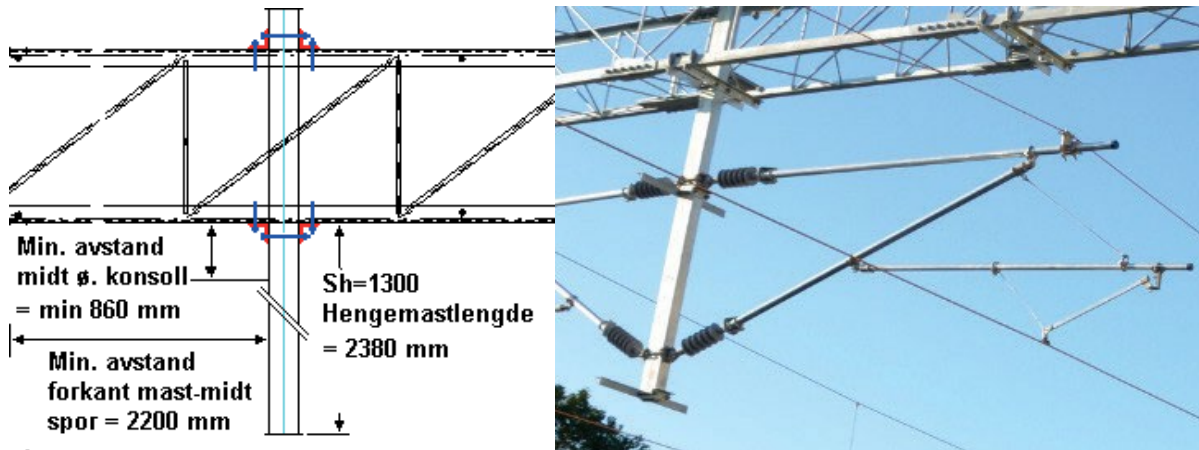
14.10.2 Festejern for hengemast og spir i åk type 12 og 14

FESTEJERN TIL ÅK TYPE 12, 14 OG 40 KOMPLETT	
Åk type 40	Åk type 12-14
Tegning EH-800077-000	Tegning EH-705192-000
	Utførelse IV
Vekt= 41,09 kg/m	Vekt = 57,8 kg/ m



Figur 14.26 Montert hengemast og spir på åk

14.11 MONTERING AV HENGEMAST TIL ÅK



Figur 14.27 Viktige mål ved plassering av hengemast i åk

Hengemastene blir festet til åket som vist på figur 14.27 med 2 festejern i øvre og nedre rammevange med gjennomgående bolter på hver side av hengemasten. Festejernene for hengemasten blir skrudd fast i åket med klo til innfesting i over og undergurt.

Plassering av hengemasten er oppgitt i åkskissen, normalt skal denne avstanden være 2500 mm fra spormidtt til forkant hengemast. Det er ikke tatt hensyn til skråstagene i åk forbindningen eller skjøter (se figur 14.27). Derfor kan det være vanskelig å få montert hengemasten nøyaktig på 2500 mm.

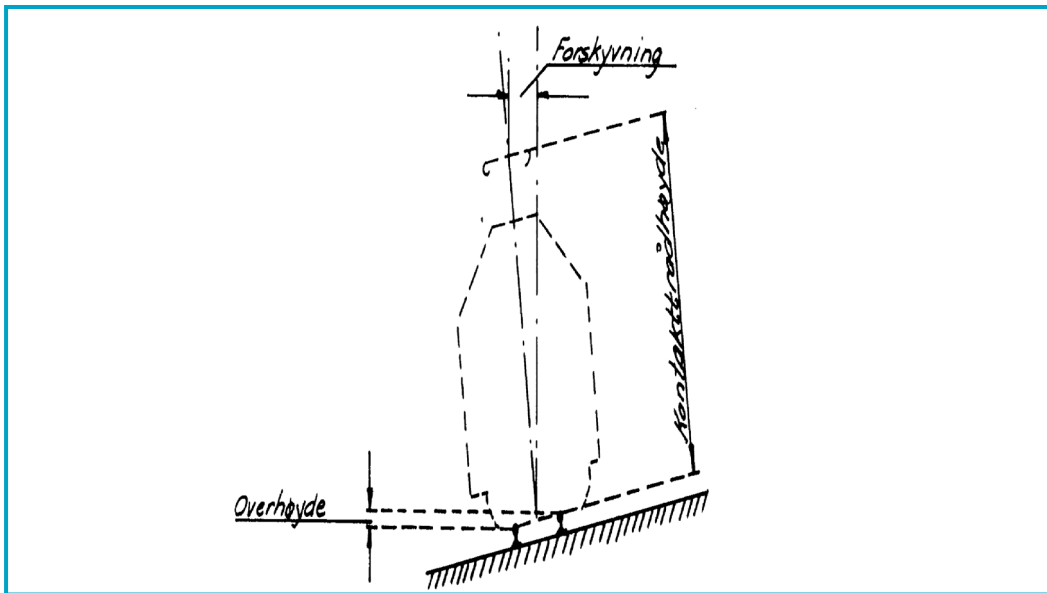
Mål inn den korrekte avstanden fra spormidtt etter at hengemasten er montert, slik at det blir korrigert i programmet Sicat CanDrop før utarbeidelse av tabellverk for fremstilling av utliggere.

Minste avstand midt spor – forkant hengemast = 2200 mm uten overhøyde på sporet. Er det seksjonsutligger i hengemasten er det framkant seksjonsjern som er minsteavstand. På stasjoner er det ofte trangt og lite plass, spesielt ved veksler. Derfor bør lengden på hengemasten målt fra undergurt tilpasses systemhøyden på kontaktledningen. Det er bedre at den overskytende lengden på hengemasten stikker over åket, enn at denne lengden kommer inn i definert profilfritt rom.

Avstanden mellom bæreline og undergurt i åk skal være min. 500 mm på nye anlegg. Det bør i tillegg tas hensyn til at det skal benyttes hevede utliggere på stasjonen. Ved ombygging på stasjoner og bruk eksisterende åk kan det være vanskelig å få denne avstanden, men isolasjonsavstanden skal overholdes.

Minste tillatte avstand fra: midt øvre konsoll til undergurt åk = 860 mm da kan det benyttes løftet utligger i hengemasten med normal heving 500 mm. Ved å sette denne minsteavstanden opprettholdes isolasjonsavstanden = 250 mm fra bærelinen i utligger til undergurt åk, selv om det er hevet seksjonsutligger i hengemasten.

14.11.1 Tabell 71 - Masteavstand fra spormidtd



Figur 14.28 Utsnitt fra tabell 14

Tabell 71 blir benyttet ved bygging av kontaktledningsanlegg. Tabellen er det beste hjelpemidlet ved plassering av master og hengemaster ved sporet inne på stasjoner. Alle avstandene er basert på normale normer for bygging av spor som for eksempel normal overhøyde ved ulike kurveradier. Tabellen tar hensyn til forskyvning av perpendikulæren i midt spor ved forskjellig kontakttrådshøyde i kurver på grunn av overhøyde (tabell 14). Montasjemål til hengemaster er oppgitt på åkskissen.

TABELL NR: 71 MASTEAVSTAND FRA SPORMIDTE. GJELDENE FOR STÅLMASTER PÅ STASJONER													
KURVE- RADIUS	MINSTE AVSTAND MIDTE SPOR FORKANT MAST				NORMAL AVSTAND MIDTE SPOR – MIDTE MAST H OG B MASTER SMALSIDE MOT SPOR H OG B MAS- TER BREDSIDE MOT SPOR								
	INNERSIDE KURVE		YTTERSIDE KURVE		INNERSIDE KURVE		YTTERSIDE KURVE		INNERSIDE KURVE		YTTERSIDE KURVE		
	UTEN O.H.	MED O.H.	UTEN O.H.	MED O.H.	UTEN O.H.	MED O.H.	UTEN O.H.	MED O.H.	UTEN O.H.	MED O.H.	UTEN O.H.	MED O.H.	
∞ - 5001		2,55				3,00					2,80		
5000 - 1701	2,55	2,65	2,55	2,55	3,00	3,05	3,00	3,00	2,80	2,95	2,80	2,80	
1700 - 1001		2,75											3,15
1000 - 601	2,60	2,85	2,60	2,65	3,00	3,25	3,05	3,05	2,85	3,15	2,85	2,85	
600 - 401	2,65	2,95											3,05
400 - 251	2,70	3,05	2,65		3,10	3,45	3,05		2,90	3,25	2,85		
250 - 141	2,80	3,15	2,75	2,65	3,20	3,55	3,15	3,05	3,00	3,35	2,95	2,85	
140 - 100	2,90	3,25	2,85	2,75	3,30	3,65	3,25	3,15	3,10	3,45	3,05	2,95	

Figur 14.29 Tabell 71 – masteavstand til spormidtd

I tabellen er alle mål i meter.
Overhøyde etter normalblad B 7a

Minste avstand: midte spor – midte mast utregnet til 0,40 m mellom profil A og forkant mast. Normal avstand: midte spor – midte mast utregnet til 0,50 m mellom profil A og forkant mast. Avstandene forkant mast til midt mast er satt lik:

- H og B master – smalside mot spor = 0,30 m
- H og B master – bredside mot spor = 0,10 m

14.12 UTLIGGER-ÅK (ÅKUNGE)

Utligger-åk benyttes på steder hvor det er trangt og liten plass til mast på utsiden av sporet. I masten som bærer utliggeråket er det som regel montert en utligger for nærmeste spor. Ved bygging av utligger-åk skal det benyttes H 6 master som er beregnet til dette.

TEGNINGSNR	LENGDE (M)	BREDDE (MM)
EH-800094-000	11,0	644
	11,5	664
	12,0	684
	12,5	704
	13,0	724

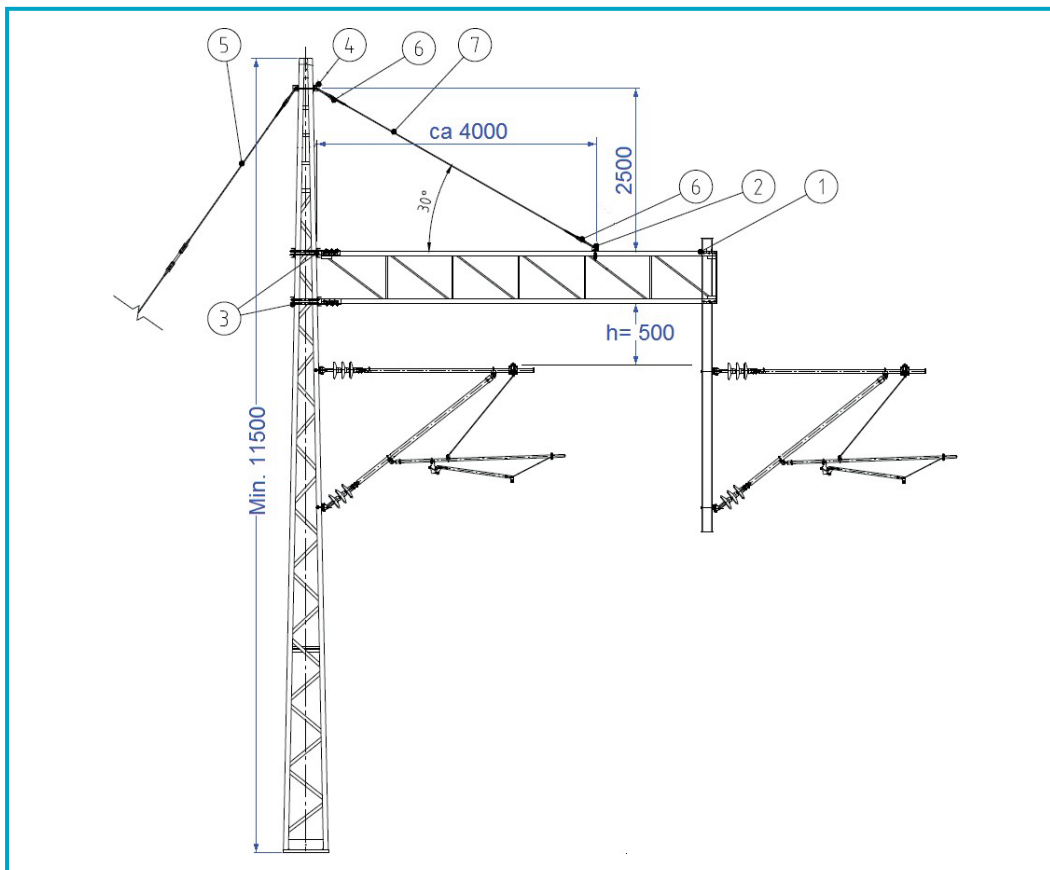
Figur 14.30 Master til utliggeråk

14.12.1 Sammenstillingstegning utligger-åk

EH-707507-000

Ved bygging av utligger-åk skal kreftene som masten og åk-rammen blir påført være beregnet. Er det store krefter på grunn av kurve eller flere ledninger i åket, kan det bli aktuelt og bygge utliggeråket med avstivingsbarduner se pos. 5 og 7.

Masten bør da ha en lengde på minst 11,5 m over SOK dette for å få en vinkel på bardunen til åk-ungen pos. 7 på ca. 30°. Kurvebardunen pos 5 bør ha en vinkel på ca. 45°.



Figur 14.31 Utsnitt fra EH-707507-000

POS.NR.		TEGNINGSNUMMER
1	Åk 12 mellomramme 6000	EH-707448-000
2	Festejern på åk-unge, komplett	EH-707508-000
3	Festejern for utligger-åk type 12	EH-707495-000
4	Festejern på mast, komplett	EH-707509-000
5	Bardunering, komplett	EH-707162-000
6	Stagtvinge 3 t	
7	Bronseline Bzll 50 mm ²	



Figur 14.32 Utliggeråk

Legg merke til at utliggeråket bærer returledning for begge spor og at det i tillegg er en fix på den ytterste utliggeren. Skjæreredet er ikke tatt med i styrkeberegningene og må derfor fjernes.

14.13 DEMONTERING OG NEDTAKING AV GAMLE ÅK

Ved ombygging av stasjoner er det mange utfordringer å løse ved utbygging av åk.

I de gamle åkene er bærelinen festet til isolatorer ovenpå åket, kontakttråden er festet til utliggeren under åket. Derfor må det gamle åket frigjøres fra ledningene før det kan løftes opp. Før åket løftes opp så klippes bærelinen og skjøtes sammen på undersiden av åket, på denne måten beholdes kontakttråden hel. Som regel så byttes ett og ett åk og eksisterende kontaktledningsanlegg tilpasses det nye åket.



Figur 14.33 Gammelt åk type 3

Før gamle åk fjernes må vekten bestemmes og avstand fra åk til plassering av kran. Dette må gjøres for å velge riktig størrelse på kranen og riktig type stropper som skal benyttes til løftet. Det er ikke ofte at vekt på åk og deler er oppgitt i gamle åk tabeller. Under er det en tabell med på vekt på et åk type 3 med lengde 33,5 m-40,5 m. Ved å benytte denne tabellen til å beregne vekt, gir det en metervekt på ≈ 95 -100 kg for åk type1-3. I tillegg må vekt på åk-rammer, isolatorer og rør tas med i beregningen av vekten på åket.

Åk type 3	33,5	34	34,5	35	35,5	36	36,5	37	37,5	38	38,5	39	39,5	40	40,5
L mm	34150	34650	35150	35650	36150	36650	37150	37650	38150	38650	39150	39650	40150	40650	41150
O mm	3575	3825	4075	2825	3075	3325	3575	3825	4075	2825	3075	3325	3575	3825	4075
Antall mellomfelt a 3000 mm	9	9	9	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11
Antall hengerammer/ ledninger	5/10														
Total vekt i kg.	3212	3249	3287	3390	3505	3541	3587	3623	3663	3756	3782	3833	3869	3906	3944

Figur 14.34 Vekt på åk type 3 lengde 33,5 – 40,5 m

15 STRØMBRUER OG STRØMSTIGER

Ved å bygge System 20 beregnet for hastighet 200 km/h, må strømbruer og strømstiger utføres slik at de er fleksible og gir god elektrisk overføringsevne. I System 20 er det også viktig å vite hvor i kontaktledningsanlegget strømbruer og strømstiger monteres. Det skal ikke befinne seg Klemmer i det som er definert som Klemmefritt rom i kontaktledningsanlegg. Definisjon av Klemmefritt rom er også med i dette kapitlet.

15.1 SYSTEMTEGNINGER

Kapitlet er basert på følgende tegninger:

- EH-707255-000 Dobbel strømbro og stige for to kontaktledningsparter.
- EH-707256-000 Elektrisk forbindelse C- og S- form ved loddavspent kontaktråd og bæreline.
- EH-707257-000 Enkel strømbro og stige for to kontaktledningsparter.
- EH-707232-000 Avspenningsfelt over tre spennlengder. Mastene i ytterkurve, enkelt spor.
- EH-707233-000 Avspennings/vekslingsfelt over tre spennlengder. Mast i innerkurve, enkelt spor.
- EH-707234-000 Avspenningsfelt over tre spennlengder. Rettlinje, dobbelt spor.
- EH-707235-000 Avspennings/vekslingsfelt over tre spennlengder i kurve, dobbelt spor.
- EH-707236-000 Avspenningsfelt over tre spennlengder. Mastene på rettlinje, dobbelt spor
- EH-707237-000 Seksjonsfelt over 3 spennlengder mastene i kurve dobbeltspor
- EH-707238-000 Seksjonsfelt over 3 spennlengder mastene i ytterkurve, enkeltspor
- EH-707239-000 Seksjonsfelt over 3 spennlengder mastene innside kurve, enkeltspor

15.2 STRØMBROER OG STRØMSTIGER

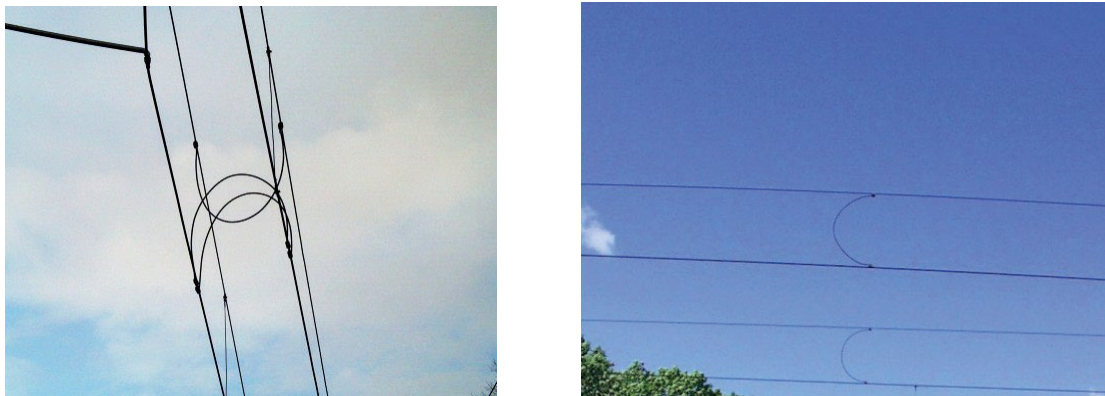
Bane NORs kombinerte strømbro og stige er i to utførelser.

Dobbel strømbro/stige tegning EH-707255-000

Enkel strømbro/stige tegning EH-707257-000

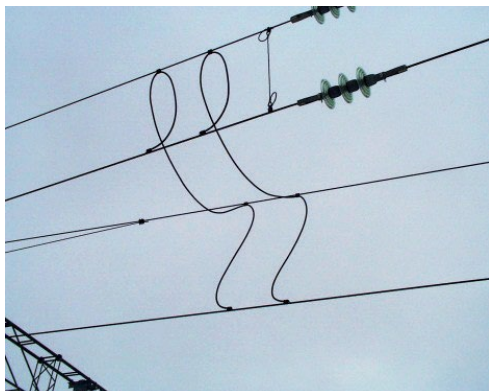
Man bør også se på tegning EH-707256, dette er en tegning som sier lengden på strømbro / stige i seksjonsfelt.

Den kombinerte strømbroen og strømstigen, som brukes på system 20 er helt forskjellig fra tidligere systemer.



Figur 15.1 Strømbro til venstre og strømstige til høyre

På System 20 anlegg lages den kombinerte strømbroen og av en av en hel lengde Cu.70 mm² fleksline, det er utarbeidet en egen tabell og tegning til dette EH-707257



Figur 15.2 kombinert strømbro og stige

Typebetegnelse for Cu 70 mm²/189 uisolert glødet, hvor 189 er antall tråder.

Før fastpressing av strømbroen/stigen må kontakttråd og bæreline pusses godt. Deretter skal det påføres kontaktfett på ledninger og Klemmer. På E-press og C-press benyttes den samme pressbakken Pfisterer med nummer DB-3.

15.3 PFISTERER HYDRAULISK PRESSVERKTØY

Ved pressing av C og E-pressklemmer skal det brukes Karl Pfisterer Klemmer og pressverktøy. Det kan benyttes andre hydrauliske pumper enn den Pfisterer leverer, men de må gi et oljetrykk på 850 bar. Dette gir åpning for at vi kan benytte det hydrauliske anlegget, for eksempel i kurven på en LM. Da benytter man en trykkforsterker som gir et oljetrykk på 850 bar. Trykket mellom pressbakkene er på 240 kN.

15.3.1 Hydraulisk pressverktøy fra Karl Pfisterer

El-nr. og produktnummer er oppgitt for bestilling av deler eller verktøy direkte fra leverandør



Presshode Type III DB

El-nr.20 996 13

Nr.305 678 009



Pressbakker Type DB-3

El-nr. 20 996 42

Nr. 302 131 131



Pressbakker type DB-3 L

El.nr.20 996 43

Nr. 302 246 246

Benyttes til å klippe/løsne C og E pressklemmer.

15.3.2 C-pressklemme 70 flex/50 mm²

Tegning EH-707328



C-pressklemmer leveres i to forskjellige utførelser:
C-pressklemme med helt mellomstykke.

På den ene enden av klemmen er det preget inn hvilken pressbakke som skal benyttes, tverrsnitt avgreningsline og tverrsnitt bæreline



C-pressklemme med todelt mellomstykke.

C-pressklemmer til Cu-flexliner har som regel et todelt mellomstykke. Flexliner har et nummer større linetverrsnitt enn vanlig line, da fyllfaktoren er høyere på linene med mange tråder.

Bærelinen i system 20 har et tverrsnitt på 50 mm² Bz III. Til pressing av 70 mm² Cu-flex skal C-pressklemmen være merket DB-3 50/70 f

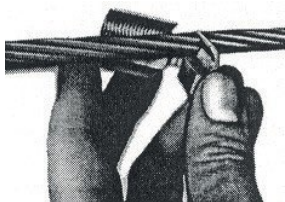
Fyllfaktor er et begrep som definerer det frie rommet mellom trådene i lina. Det er også årsaken til at pressklemmer og kabelsko ikke går om hverandre selv om tverrsnittet er oppgitt til å være det samme.

15.3.3 Alternative C- og E-pressklemmer og bakkeoversikt

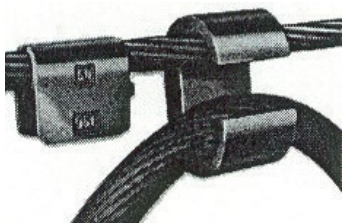
Flexliner av Cu har en linediameter som er et nummer større enn vanlig Cu-line.

BÆRELINJE 50 MM ²			KONTAKTLEDNING 100 MM ²		
Strømstige/bru	C-pressklemme	Bakker	Strømstige/bru	E-pressklemme	Bakker
70 mm ² cu flex	50-95	DB3	70 mm ² cu flex	95-80/100	DB3

15.3.4 Montering av C-pressklemme

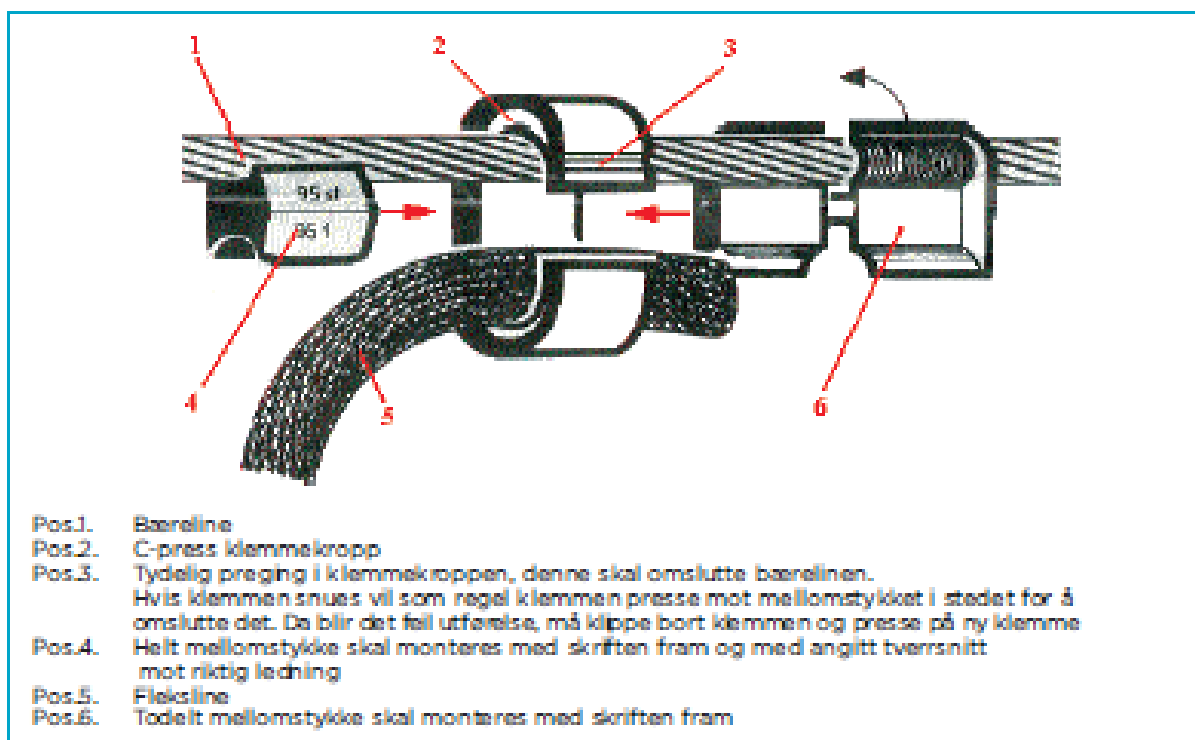


- Plastposen med klemmen åpnes først på montasjestedet
- Bærelinen pusses godt, og innsettes med kontaktfett
- Det todelte mellomstykket anbringes og brettes rundt bærelinen



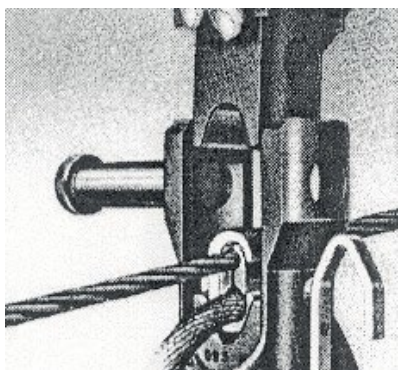
- C-klemmen henges på bærelinen, med den halvdelen som har en tydelig markering av godstykkelse opp
- Puss flexlinen og sett den inn med fett, og legg den inn i C-delen
- Sky på plass mellomstykket med skriften fram og press fast

Figur 15.3 Montering av C-pressklemme



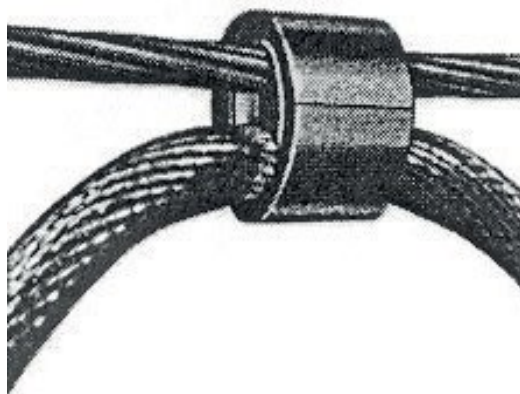
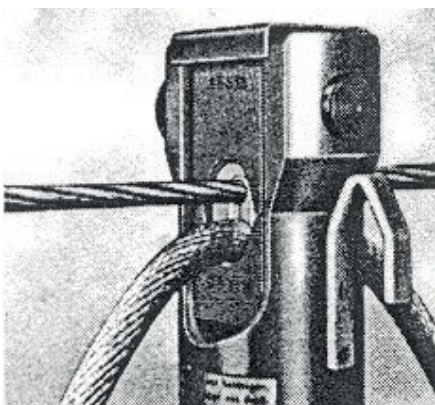
Figur 15.4 Montering av C-pressklemme

15.3.5 Pressing av C-pressklemme



- Kontroller at verktøyinnsatsen stemmer med kodennummeret på klemmen
- Verktøyinnsats-underdel settes på plass i presshodet
- Presshodet føres på plass over klemmen
- Verktøyinnsats-overdel settes inn i presshodet og sikres med stengebolten. OBS! Pass på at stengebolten er skjøvet helt inn, hvis ikke kan presshodet ødelegges

1. Kontroller at hele C-pressklemmen er omsluttet av verktøyinnsatsen, og start innpressingen
2. klemmen presses til verktøyinnsats over og underdel går til anslag mot hverandre. Forsett pressingen til presshodets overtrykksventil løses ut.
3. Tilbakeslagsventilen åpnes
4. Presshodet åpnes og fjernes fra klemmen
5. Fredigpresset C-pressklemme



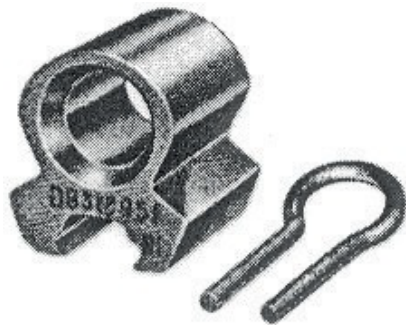
15.4 E-PRESSKLEMME TIL KONTAKTLEDNING 70 FLEX/ 100-120 MM² RIS

Tegning EH-707327-000

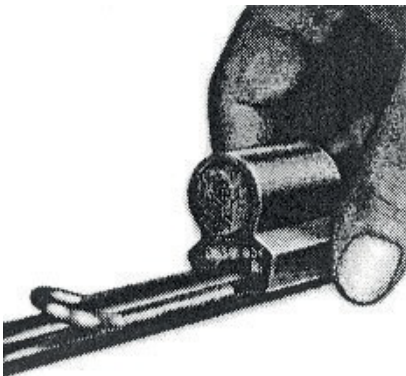


Figur 15.5 E-pressklemme

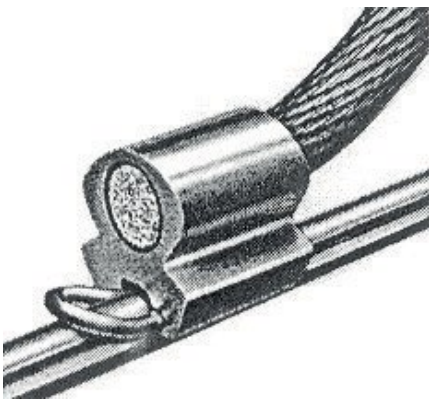
15.4.1 Montering av E-pressklemme



1. Kontakttråd og fleksline pusses og settes inn med kontaktfett.
2. Åpne plastposen med klemmekropp og kontaktbøyle.
3. Kontroller at klemmen passer til de valgte ledertverrsnitt.



4. Kontaktbøylene presses på plass i rillen på kontakttråden.
5. Klemmekroppen føres inn på bøylene fra den enden



6. Begynn pressingen og følg med på at pressbakkens underdel presser likt på klemmekroppens underdel. Dette må gjøres for at E-pressklemmen skal festes rett over ryggen på kontaktledningen.

15.5 PLASSERING AV STRØMBROER/STIGER IKL-ANLEGGET

Ved innsetting av strømbro/stige i kontaktledningsanlegget er det regler som må følges. Bane NORs EH. tegninger over avspennings, vekslings og seksjonsfelt viser hvor den kombinerte strømbro/stige skal presses i hver ende av ledningen.

- Avspenning og vekslingsfelt skal ha enkel strømbro/stige i hver ende
- Seksjonsfelt skal ha dobbel strømbro/stige i hver ende av feltet

Der det skal monteres strømbro/stige skal den vertikale avstanden mellom bæreline og kontaktledning være minst 800 mm.

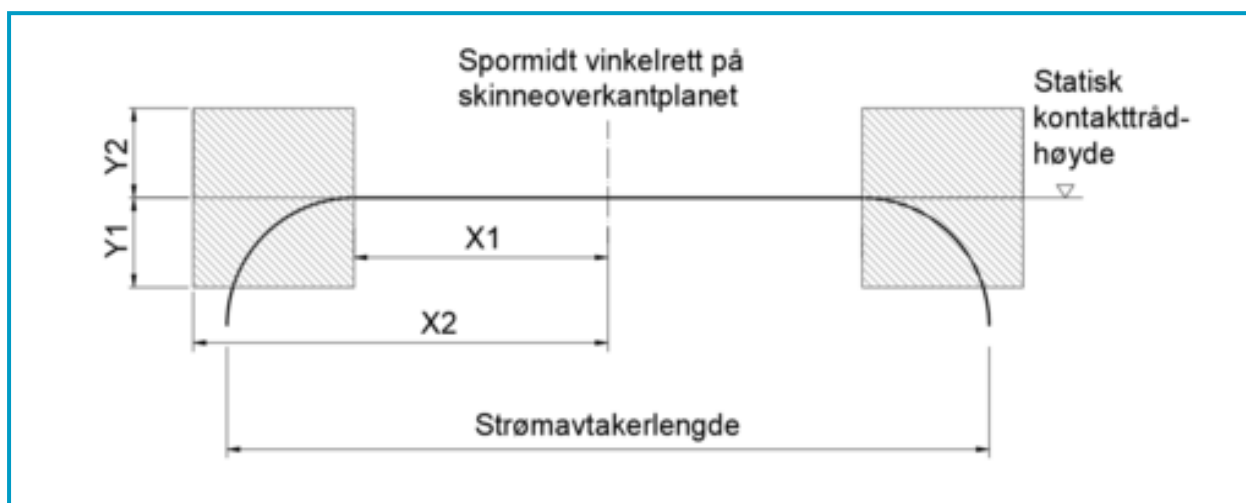
15.5.1 Klemmefritt rom

Klemmefritt rom i kontaktledningsanlegg baserer seg på ulike faktorer. Strømvatagerbredde, fritt profil for strømvatager og oppløft av tråd er de viktigste elementene. Dette er i Teknisk regelverk definert til å være: Fra 600 mm til 980 mm ut på hver side av midte strømvatager. Høyden på det klemmefrie rommet er i utgangspunktet gitt av systemtype og hastighet. Det er videre definert at klemmefritt rom har en høyde på 210 mm over og 210 mm under statisk kontaktrådshøyde. Se fig. 15.6

I det klemmefrie rommet skal det ikke befinne seg kontaktråd klemmer, strøpstiger, strømbruer eller krysshengere.

Hengetrådklemmer kan plasseres i klemmefritt rom, men da må man sette hengetrådklemmen slik at skruhodet peker mot midten av strømvatageren.

Det tillates hengetrådklemmer i Y-line ved behov.



Figur 15.6 Definert klemmefritt rom

Dimensjoner for Klemmefritt rom		
Strømvatagerlengde	Horisontalt intervall mm fra spormidt	Vertikalt intervall mm fra statisk kontaktrådshøyde
1 600 mm	x1 = 450; x2 = 875	y1 = -210; y2 = 210
1 950 mm	x1 = 600; x2 = 1 050	y1 = -210; y2 = 210
1 800 mm	x1 = 600; x2 = 980	y1 = -210; y2 = 210

Strømvatagerlengde i Norge er 1800mm

15.6 UTREGNING AV LENGDE PÅ FLEKSLINE TIL STRØMBRO/STIGE

For å beregne nødvendig lengde av en strømbro/stige må man ta hensyn til ledningenes avstand til hverandre.

- Horizontal avstand mellom bærelinene for de to ledningene (Tabell 1)
- Vertikal avstand mellom kontaktråd og bæreline i begge ledningene (Tabell 2)
- Temperaturutvidelse i ledningene (Tabell 3)

For å beregne lengden av flexlinen vi skal benytte i den kombinerte strømbro/stige, skal tabell 1 og 2 benyttes. Ved fastpressing skal tabell 3 benyttes.

15.6.1 Tabell 1

I tabell 1 er det avstanden mellom bærelinene i ledning 1 og ledning 2 betegnet som c-målet.

Ved å måle avstanden fra fixpunkt til der forbindelsen skal være på ledning 1 og ledning 2, får man utgangspunktet for å finne "a". Avstandene legges sammen og brukes til oppslag i tabell 1 i kolonnen for "a".

For eksempel:

Avstanden mellom bærelinene for ledning 1 og 2 = 100 cm. Dette gir da «c»

Avstand til fix-punkt	Ledning 1	= 450 m
	Ledning 2	= 650 m
	Samlet avstand ("a")	= 1100 m

Bruk av tabellen med eksempelet over:

Gå inn i tabellen der "a" = 100, følg denne kolonnen ned til 1100 m i samlet avstand. Der disse to møtes, vil du finne en teoretisk linelengde. Man må i tillegg ta høyde for bruk av klemmer, legg til $K_c = 15$ cm. Den reelle linelengden blir da $137 \text{ cm} + 15 \text{ cm} = 142 \text{ cm}$.

OBS! C- og S- forbindelser anbringes kun på de stedene der den vertikale avstanden mellom kontakt og bæreline er > 80 cm.

TABELL 1.									
"A"	"C" ER DEN MÅLTE AVSTANDEN MELLOM BÆRELINENE I CM								
	40	60	80	100	120	140	160	180	200
400	52	67	87	106	125	144	164	183	203
500	58	73	90	106	127	146	165	185	204
600	66	79	95	113	131	149	168	187	207
700	72	85	100	117	134	152	171	190	209
800	79	91	105	121	138	156	174	192	211
900	86	97	110	126	142	159	177	195	214
1000	95	105	117	132	148	164	185	199	218
1100	102	112	123	137	152	169	186	203	221
1200	110	118	130	143	157	173	190	207	225
1300	117	125	136	149	163	178	194	211	228
1400	126	134	144	156	170	184	200	216	233
1500	134	141	151	162	175	190	205	221	237

15.6.2 Tabell 2

I tabell 2 skal vi ta hensyn til de vertikale avstandene mellom bæreliner og kontakttråd i begge ledningene, H1 og H2. Disse måles ute i anlegget. Det er to måter å montere lunene på avhengig av tallverdiene på H1 og H2. Formene kalles C-form og S-form og benyttes for følgende H-verdier.

- C-form for avstander mellom 80 og 100 cm
- S-form for avstander over 100 cm

Når man har målt H-verdiene og funnet ut hvilken utforming som skal velges, går man inn i tabell 2 for å finne hvilken K-verdi som skal legges til på kuttelengden. Dette skal gjøres for begge H-verdiene. K-målet endrer seg med den vertikale avstanden mellom bæreline og kontakttråd.

TABELL 2											
TILLEGGSLENGDE K (CM) FOR C- HENHOLDSVIS S- FORBINDELSE I AVHENGIGHET AV AVSTAND H (CM) MELLOM BÆRELINER OG KONTAKTRÅD PÅ MONTASJESTEDET											
	C-FORBINDELSE			S-FORBINDELSE							
H =	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
K =	17	16	15	19	18	17	16	15	15	14	13

Kuttelengde av flexlinen til strømbro/stige = c (etter tabell 1) + Kc + H1 + K1+ H2 + K2

(Tallene 1 og 2 henviser til ledning 1 og ledning 2)

Kuttelengden = avstand mellom C-pressklemme 2-3 +(2x k) + (2x H) =

Press fast flexlinen til hovedlederen med C-press 2 og C-press 3.

Til slutt presses hovedlederen fast til bærelinen C-press 4, avstanden mellom c-pressklemme 3 og 4 bør være lik avstanden mellom c-pressklemme 1 og 2

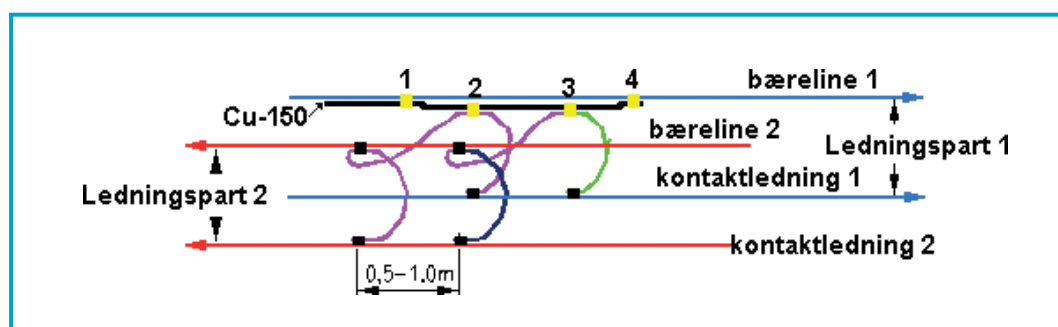
Overgang fra 150 mm² cu til 2x70 mm² cu fleks kombinert strømbro/stige

Skal tilkoblingen også danne forbindelse med en annen ledningspart, skal denne koblingen utføres etter alternativ 2. Ved en slik kobling må det beregnes et tillegg i lengde på flexlinen.

Fordi ledning 1 og ledning 2 beveger seg i hver sin retning ved temperaturendringer må denne lengdeendringen legges til ved beregningen av total lengden av flexlinen.

Beregning av lengden av flexlinene og forskyving av pressklemmene se montering av strømbro/ strømsstige

Tegning EH-707255-000-001.



Figur 15.7 Skisse for utførelse av strømbro /stige med to ledningsparter

15.6.2.1 Eksempel på utregning av kuttelengde uten ~~temperat~~ending

Ledning 1	Avstand fra fixpunkt	=	450 m
+ Ledning 2	Avstand fra fixpunkt	=	650 m
=	Avstand mellom fix punktene	=	1100 m

Avstand bæreline - kontaktråd ledning 1 H1 = 90cm
Avstand bæreline - kontaktråd ledning 2 H2 = 120cm
Avstand mellom bærelinene i ledningene 1 og 2 C = 100 cm

Bruk formelen over og regn ut:

Kuttelengde uten temperaturendring = 137cm+15cm + 90cm+16cm + 120cm+18cm = 396cm

Total lengde av flekslinen som skal benyttes til strømbro/stige er nå regnet ut.

Eksempel: Avstanden mellom C-pressklemme 2-3 = 50 cm
 Avstanden mellom bæreline og kontaktråd = 120 cm.

Kuttelengde = 50 + (2 x 18) + (2 x 120) = 50 + 36 + 240 = 326 cm

Forbindelsen skal utføres i S- forbindelse.

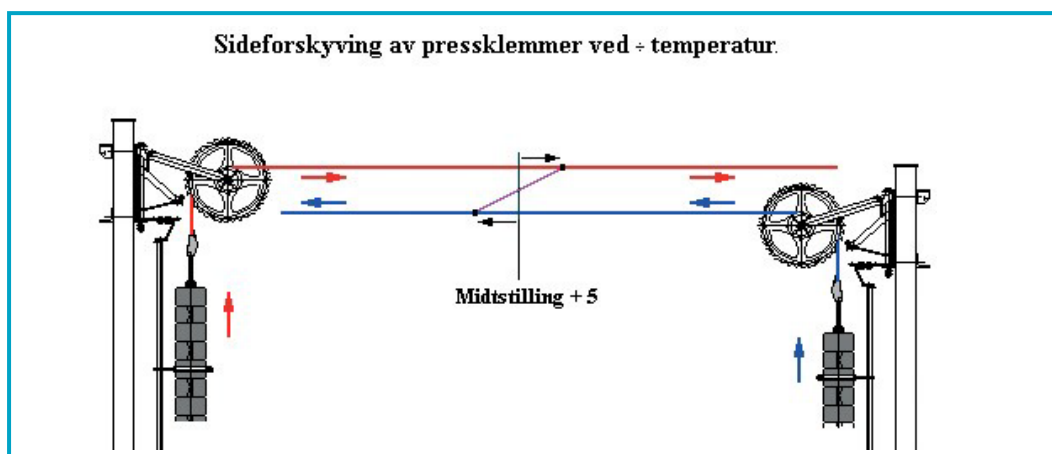
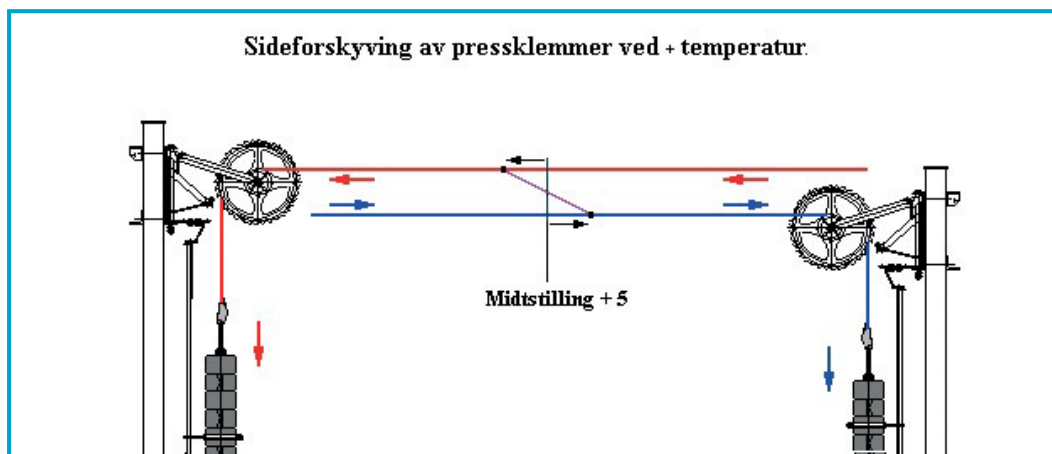
I og med at ledning 1 og ledning 2 er loddavspente så vil de vandre i lengderetning avhengig av temperatur. Derfor så må det tas hensyn til denne vandringen ved monteringen av strømbro/ stige.

Den forskyvningen som skal benyttes er oppgitt i tabell 3.

15.6.3 Tabell 3

Tabell 3 angir hvor mye C-pressklemmene skal sideforskyves i forhold til hverandre på ledning 1 og ledning 2, avhengig av avstand "a" fra Tabell 1 og temperaturer. Ved +5°C skal Klemmene monteres vinkelrett på hverandre. Er det en annen temperatur ved monteringen så må det passes på at sideforskyvingen av C-pressklemmene blir utført i riktig retning og avstand i forhold ledningsvandringen ved denne temperaturen.

NB! Ved plussgrader vil ledningen vandre mot loddetsatsen og ved minusgrader fra loddetsatsen.



Eksempel:

Hva blir forskyvningen ved +25 grader og lengde "a" fra Tabell 1 lik 1100 m?

Ved å gå inn i tabell 3 for + 25 grader og "a" = 1100 m, finner man sideforskyvning på 38 cm.

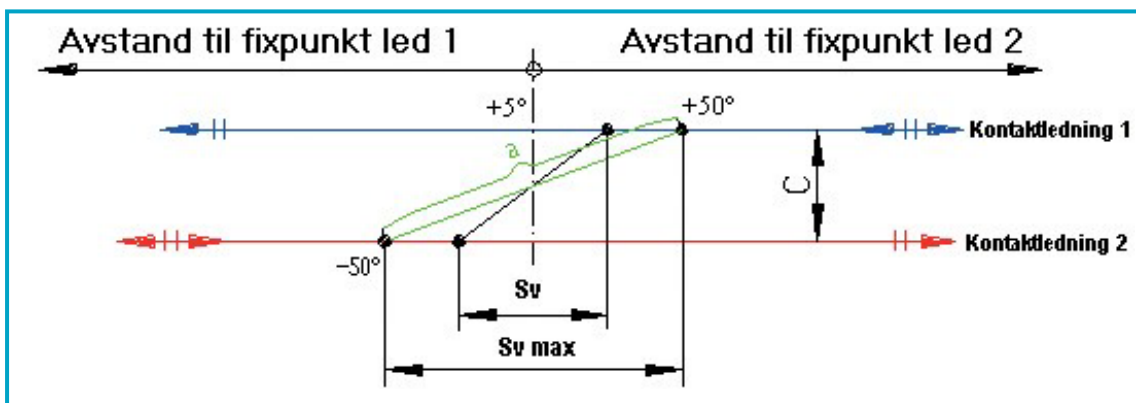
38 cm viser hvor mye ledningen forskyver seg fra -15 grader til +25 grader. Dette betyr at du skal forskyve pressforbindelsen med 38 cm, skal du feste pressforbindelsen på ledning 1 i punkt "a", og deretter måle deg 38 cm mot loddavspenningen før du fester pressforbindelsen på ledning 2. Da vil pressforbindelsen stå rett ovenfor hverandre ved en temperatur på +5 grader (0-punkt).

TABELL 3

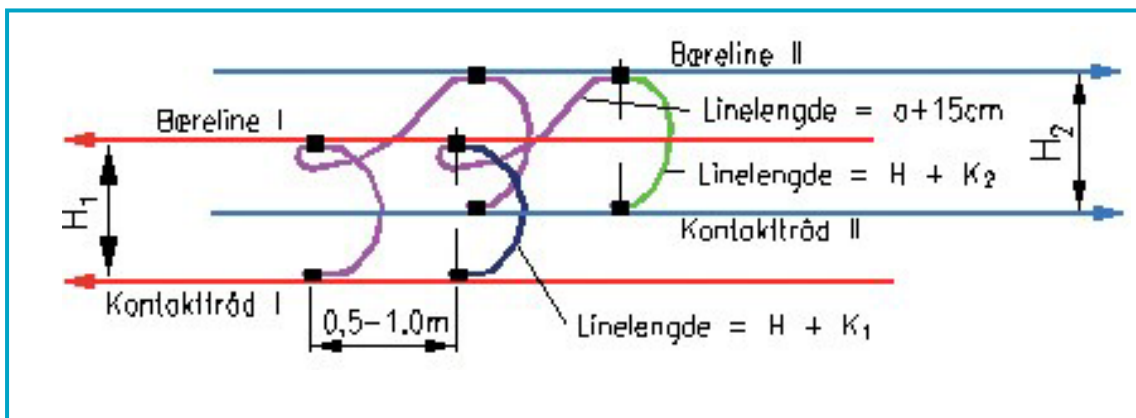
"A"

KLEMMEPUNKTENES SIDEFORSKYVNING SV I CM VED FORSKJELLIGE TEMPERATURER I KONTAKTLEDNINGSPARTEN(0 – PUNKT = +5°)

	KLEMMEPUNKTENES SIDEFORSKYVNING SV I CM VED FORSKJELLIGE TEMPERATURER I KONTAKTLEDNINGSPARTEN(0 – PUNKT = +5°)									
	+ 5°	+ 10° ELLER + 0°	+ 15° ELLER - 5°	+ 20° ELLER - 10°	+ 25° ELLER - 15°	+ 30° ELLER - 20°	+ 35° ELLER - 25°	+ 40° ELLER - 30°	+ 45° ELLER - 35°	+ 50° ELLER - 40°
400	0	4	7	11	14	17	21	24	28	31
500	0	5	9	13	17	22	26	30	34	39
600	0	6	11	16	21	26	31	36	41	46
700	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54
800	0	7	14	21	28	34	41	48	55	62
900	0	8	16	23	31	39	46	54	62	69
1000	0	9	17	26	34	43	51	60	68	77
1100	0	10	19	29	38	47	57	66	75	85
1200	0	11	21	31	41	51	62	72	82	92
1300	0	12	23	34	45	56	67	78	89	100
1400	0	12	24	36	48	60	72	84	96	108
1500	0	13	26	39	51	64	77	90	102	115



I skissen under er det tegnet inn hvordan ledningslengden skal fordeles under pressingen.

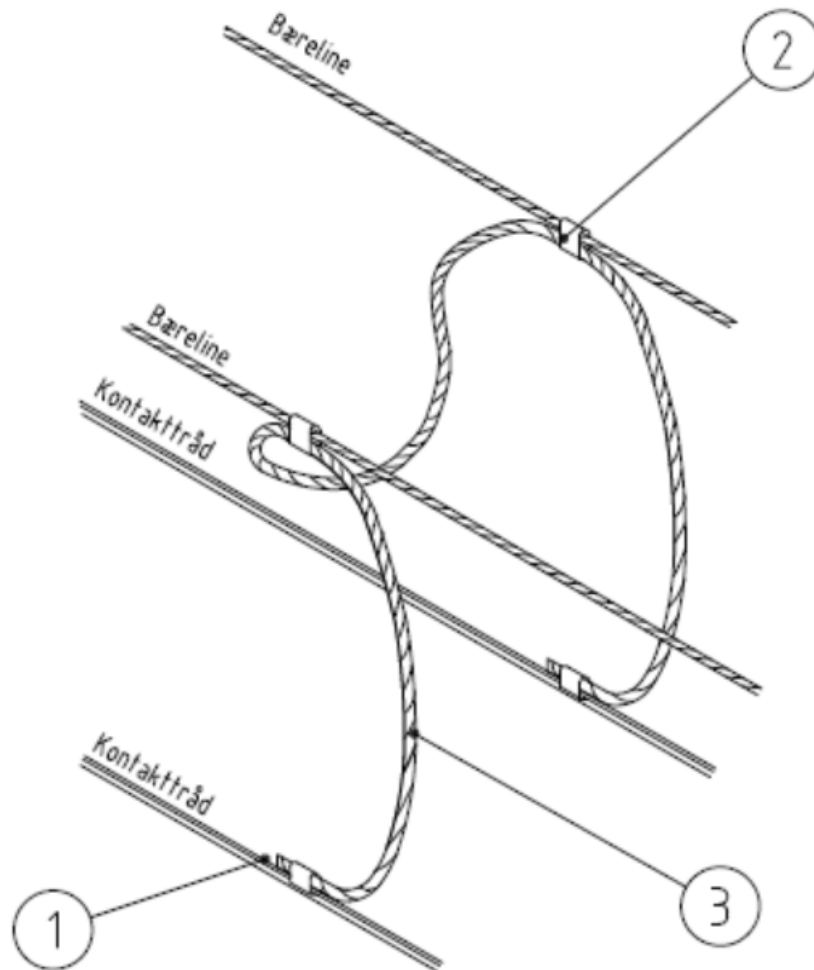


15.6.4 Utførelse enkel strømbu

Tegning EH-707257-000

Det er denne utførelsen det henvises til i tegningsarkivet ved plassering av strømbuer i avspenning- og vekslingsfelt. Det skal være en i hver ende av vekslingsfeltet.

Mål og tversnitt etter E-7256.



Det er denne utførelsen det henvises til i tegningsarkivet ved plassering av strømbuer i avspenning- og vekslingsfelt. Det skal være en i hver ende av vekslingsfeltet.

Pos. 1 = KP E-presklemme 70 flex/ 100-120 mm² Ris bakker: DB3

Pos. 2 = KP C-presklemme 70 flex/50 mm² bakker:DB3

Pos. 3 = Fleksibel 70 mm² cu 189 kordeler. Lengde utregnet etter tabell. Husk temperatur forandringene!

15.6.5 Utførelse dobbel strømbru

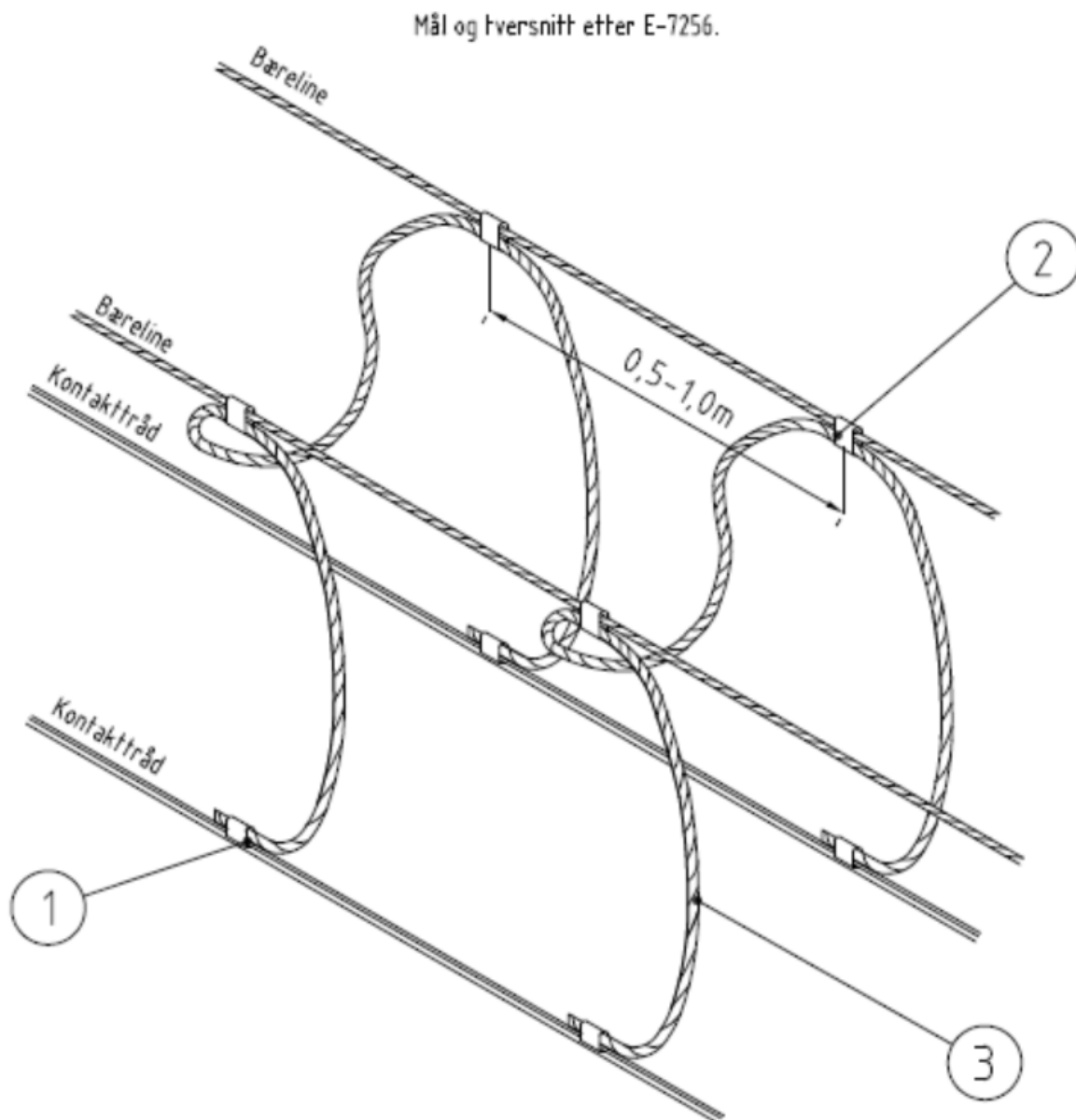
Tegning: EH-707255-000

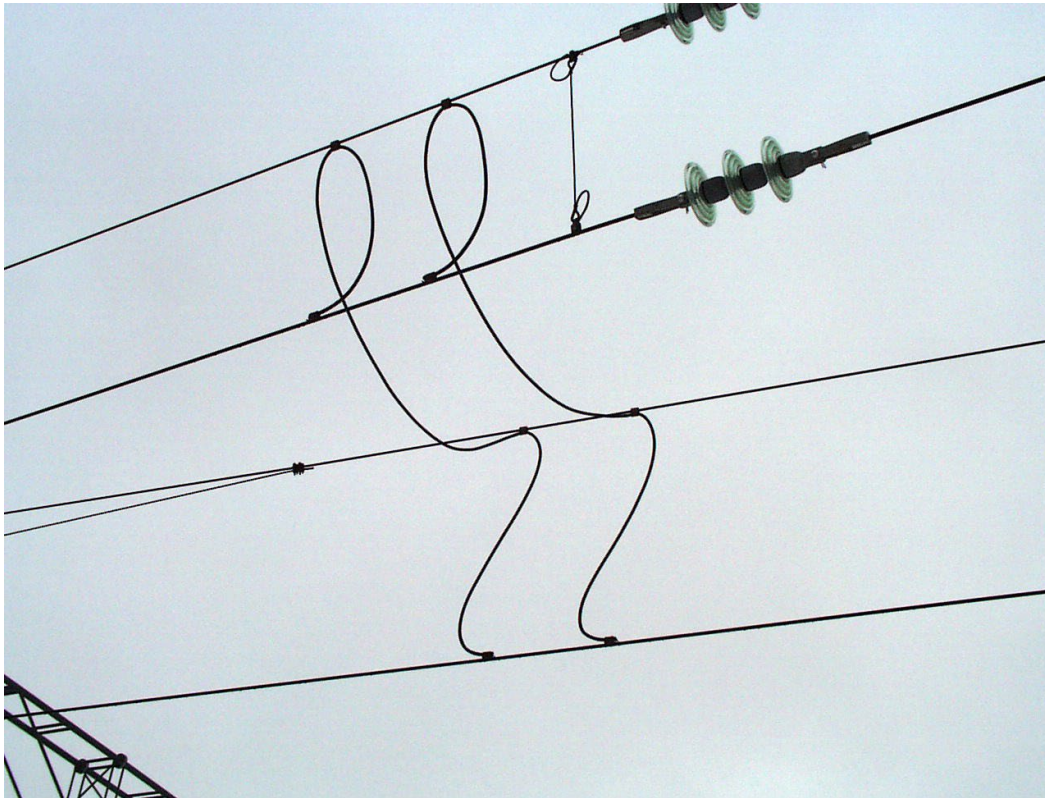
Dobbel strømbru skal brukes i seksjonsfelt. Bruker du dobbel strømbru, må dette benyttes i begge ender av feltet.

Pos. 1 = E-pressklemme 70 flex/ 100-120 mm² Ris bakker: DB3

Pos. 2 = C-pressklemme 70 flex/50 mm² bakker: DB3

Pos. 3 = Fleksibel 70 mm² cu 189 kordeler. Lengde utregnet etter tabell





Figur 15.8 Dobbelt strømbro/stige.

Prinsippkisse for hvordan dobbelt strømbro/stige skal utføres.

16 AVSPENNINGER

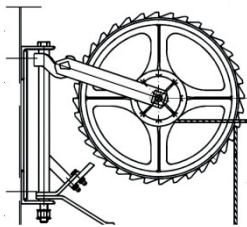
For at kontaktledningsanlegget skal fungere best mulig ved kjøring av tog, må monteringen av loddavspenninger være utført i henhold til systembeskrivelse og tabellverk. Hovedvekten i dette kapitlet er lagt på montering og justering av avspenningen. Fast og fix-avspenninger er også behandlet her.

På en kontaktledning er det som regel en loddavspenning i hver ende, og den har et fix-punkt midt på ledningen (fastpunkt). Korrekt montering og justering av loddavspenningen er avgjørende for at kontaktledningsanlegget skal kunne holde samme strekk i kontakttråd og bæreline ved temperaturendringer over hele sin lengdeutbredelse.

Det skilles mellom to typer avspenninger, bevegelig- og fastavspenning. Begrepet langt endefelt i en avspenning indikerer at det er mulig for et elektrisk lokomotiv å kjøre helt inn til endebutt. Bevegelige avspenninger kan være utført med:

- Lodd
- Fjær
- Hydraulikk

16.1 LODDAVSPENNING, SYSTEM 20 OG 25



Figur 16.1 Loddavspennings-hjul med utvendig lineføring

Loddavspenningen er beregnet for kontaktledningsanlegg som har egenskaper som tilfredsstiller høy strekningshastighet kreves det større presisjon ved monteringen. Kontakttråd og bæreline er montert i hver sin loddats og er derfor separert. Det har fordeler når det oppstår skader på anlegget. Den store trommelen på loddavspenningshjulet er "tannete", og det sitter en låsehake i loddhjulskonsollen. Ved et brudd i ledningen, vil loddavspenningshjulet falle ned i haken og loddatsen blir dermed låst fast i konsollen.



Figur 16.2 Loddavspenning med utveksling 1:3 med utvendig loddlineføring

Loddavspenningshjulet er konstruert med en utveksling på 1:3 mellom vekt på loddatsen og strekket i ledningene. På denne måten får vi en kortere og lettere loddats. På denne måten får vi kortere og lettere loddats, men til gjengjeld en lengre vandringsvei (loddatsen).

16.2 ARBEIDSSOMRÅDE

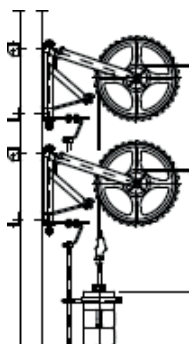
Presisjon ved montering av loddavspenning er viktig. Monteringen avgjør om loddavspenningen klarer å holde samme strekk i kontaktledningsparten uavhengig av ledningslengde og vekslende trådtemperatur.

Loddavspenningen er beskrevet med 3 viktige deler:

- Loddavspenningshjul med tilhørende konsoll
- Avspenningsjern for loddavspenning
- Linelengder og L-mål tabellen

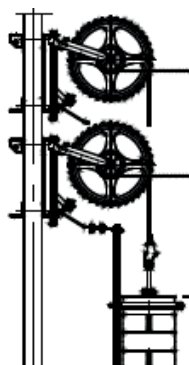
16.2.1 Prinsippene for loddavspenningshjul

Det er to forskjellige typer loddavspenningshjul som benyttes til montering i master. De blir benevnt som loddavspenningshjul med innvendig eller utvendig loddlineføring.



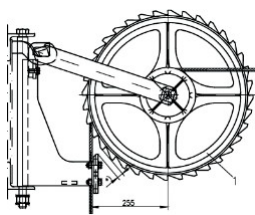
Innvendig loddlineføring

Loddlinen skal løpe rundt loddavspenningshjulets store trommel i den retningen at linen naturlig henger over loddavspenningshjulets overside, slik at loddlinen henger ned på siden nærmest masten. Avspenningslinen skal løpe rundt trommelen, og ende opp på trommelens overside.



Utvendig loddlineføring

Loddlinen skal løpe rundt loddavspenningshjulets store trommel i den retningen at linen naturlig henger over loddavspenningshjulets overside, slik at loddlinen henger ned på siden lengst fra masten. Avspenningslinen skal løpe rundt trommelen, og ende opp på trommelens underside.



Tunnel loddlineføring

Loddlinen skal løpe rundt loddavspenningshjulets ytre trommel i den retningen at linen naturlig henger over loddavspenningshjulets overside, slik at loddlinen henger ned på siden nærmest tunnelveggen. Avspenningslinen skal løpe rundt trommelen, og ende opp på trommelens overside.

OBS!! Det er lengden på loddavspenningshjulets gaffel og hvilken vei tennene på hjulet løper som skiller de 3 utførelsene. Hver utførelse har derfor ulike oppheng som monteres til avspenningskonsollen.

Mastetype (H, B eller HEB- bjelkemaster) avgjør hvilken type loddlineføring med tilhørende loddhjul som skal benyttes i avspenningen.

Ved montering av loddats i H-mast som har en konisk utførelse skal en velge loddavspenning med utvendig loddlineføring. H-master har en konisitet på 20 mm per meter og dersom føringsringen til loddatsen henger seg fast i mastens fagverk så vil det bli feil kontakttrådthøyde på ledningsparten ved temperaturendringer og fare for at tog river ned ledningen.

På B-master bredside og bjelkemaster kan begge typer loddlineføring benyttes.

Vær oppmerksom på at mastekonsollen leveres i tre forskjellige utførelser. Det er mastetype og mastelengde som er bestemmende for valg av hvilken konsollutførelse som skal benyttes. Lengdene på avspenningsliner og loddliner er forskjellige på hver utførelse. Tabellene for L-mål/ vindingsforhold er tilpasset de ulike typene loddavspenningshjul og det temperaturområdet de skal fungere i. Ledningslengden må også være med i denne betraktningen.

16.3 KRAV TIL KONTAKTLEDNINGSANLEGGETS TEMPERATUROMRÅDE

Kontaktledningsanlegg skal dimensjoneres for et gitt temperaturområde på minimum 70K.

Alle loddliner og L-mål samt ledningslengder må tilpasses dette ellers vil ikke loddetsatsen kunne fungere. Loddens utførelse og vandring er med på å definere ledningslengden innenfor det gitte temperaturområdet. Det er på forhånd oppgitt en normaltemperatur (snittverdi) slik at man kan montere satsen riktig etter «dagens» temperatur.

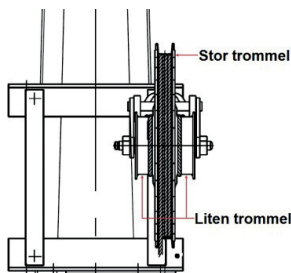
(1) Kelvin, symbol K, SI-enhet for temperatur, brukes også for å uttrykke et temperaturintervall eller en temperaturdifferanse. (Store norske leksikon)

16.4 SYSTEM 20 LODDAVSPENNING I ET GITT TEMPERATUROMRÅDE

Loddetsatsen skal holde samme strekk i ledningen innenfor et skifte i temperatur på 70 K og en ledningspart = 750 m. Temperaturen måles på kontaktråd, ikke luft. Alle L-mål er utarbeidet etter normaltemperatur på +5° C. L-mål=Avstand fra underkant avspenningsline til topp loddspøyle. Som ved justering av utliggere er også loddavspenningen avhengig av temperaturen i kontaktråd/bæreline ved justering av L-målet.

Riktig L-mål tabell er oppgitt i tegning EH-707254 innvendig loddlineføring. og EH-707469 utvendig loddlineføring. EH-707254 er L mål: Kth pluss 500mm

For at justering etter L-mål tabellen skal bli riktig, må alle linene til loddavspenningen være kappet riktig etter en forhåndsbestemt lengde.



Avspenningslinene (liten trommel):
Kontakttråd og bæreline har samme kuttelengde.

Loddetsatslinene (Stor trommel):
Loddetsatslinene har forskjellige kuttelengder fordi avspenningen til bærelinen normalt er montert 0,70 m høyere i masten enn loddetsatsen for kontaktråden. Ved ferdig justert loddavspenning skal loddetsatsene henge i samme høyde.

Figur 16.3 Loddavspenningshjul med trommelanvisning

Etter opplysninger fra produsent av ledningen vet vi at Cu-ledningen krymper og utvider seg 0,000017 m for hver grad i temperatur forskjell pr. meter.

Formel:

$$A \times B \times C = D$$

Der:

A = Kobberets utvidelseskoeffisient

B = Ledningslengde fra fast til bevegelig avspenning

C = DT = Temperatur område (differansen på 70)

D = Lengdeutvidelse i meter

Eksempel med tall:

$$A \times B \times C = D$$

$$(0,000017 \text{ m}) \times (\text{ledningslengde fra fastpunkt til bevegelig avspenning}) \times (\text{temperatur differanse})$$

$$= (0,000017 \text{ m}) \times (700 \text{ m} \times 90 \text{ grader})$$

$$= 1,071 \text{ m}$$

Dette er vandringen på ledningen. Omsetningsforholdet på loddavspenningshjulet = 1:3 (dette gjelder både vekt og lengde)

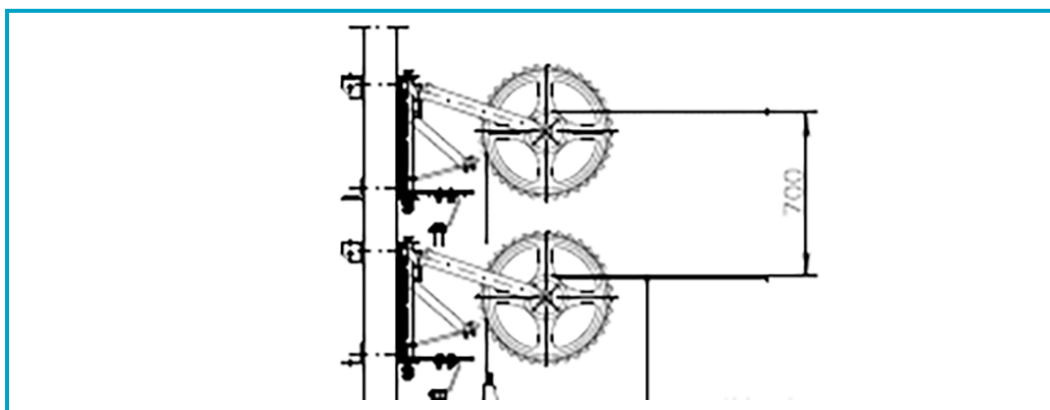
$$\text{Loddsatsens bevegelse: } 1,071 \text{ m} \times 3 = 3,213 \text{ m}$$

Derfor skal en ta hensyn til hva som er minimum og maksimums temperaturer i det området loddsatsen monteres. Ved å ta dette med i beregninger av tabellverket vil arbeidsområdet til loddsatsen bli optimalt.

16.5 DETALJTEGNINGER AV LODDAVSPENNINGER

16.5.1 Loddavspenningshjul, innvendig loddlineføring

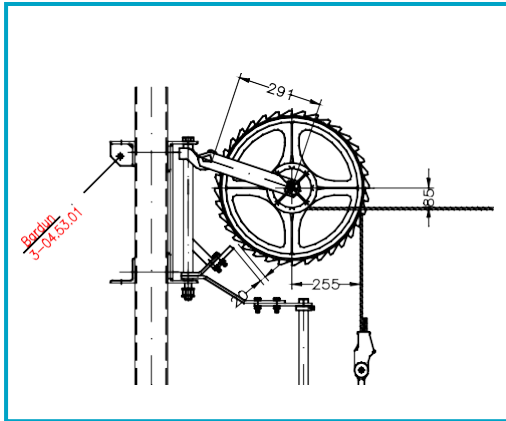
Detaljtegning: EH-707254-000 Skal ikke benyttes på H-master.



Figur 16.4 Bæreline og kontaktråd med innvendig lineføring

16.5.2 Utvendig loddlineføring

Detaljtegning EH-707469-000



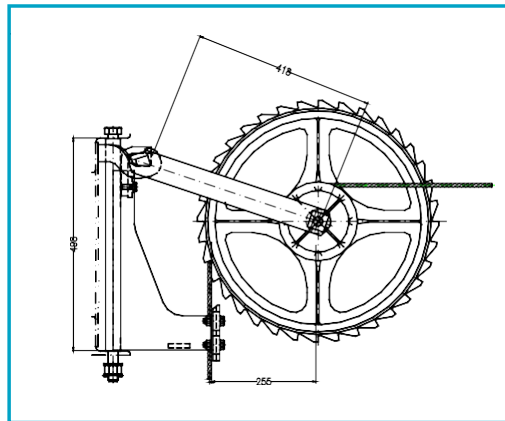
Figur 16.6 Utvendig lineføring

16.5.3 Loddavspenningshjul til tunnel

Detaljtegning: EH-707321-000



Figur 16.8 Loddhjul i tunnel



Figur 16.9 Montasje av loddhjul

16.5.4 Deler til loddavspenningskonsoller til System 20

Det er 5 forskjellige typer avspenningskonsoller, som blir brukt ved bygging av System 20.

Konsoller til H-mast	tegning EH-707306-000
Konsoller til B-mast	tegning EH-707306-000
Konsoller til HEB-mast	tegning EH-800103-000
Konsoller til tunnelvegg utf.A	tegning EH-707323-000
Konsoller til tunnelvegg utf.B	tegning EH-707323-000

Det benyttes samme mastekonsoll til avspenningshjulets feste, enten det er til innvendig eller utvendig loddlineføring. For etterfølgende mål forutsettes det at mastefot står i skinneoverkant (SOK).

16.5.5 Konsoll til loddavspenningshjul B-mast med lengde 8m - 9,5 m

Tegning EH-707306

De ulike jernene har lengde som oppgitt på tegningen til venstre. Jernene har 5 cm lange slissehull.

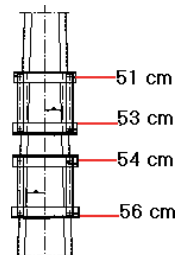
Midt slisse til midt slisse har disse målene.

Øvre jern øvre konsoll: 41 cm

Nedre jern øvre konsoll: 43 cm

Øvre jern nedre konsoll: 44 cm

Nedre jern nedre konsoll: 46 cm



16.5.6 Konsolljern til loddavspenningshjul H-mast med lengde 8m - 10,0 m

Tegning EH-707306

Konsolljerna har lengde som oppgitt på tegningen til venstre. Jernene har 5 cm lange slissehull

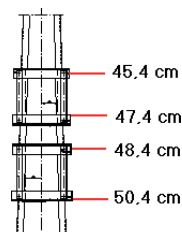
Midt hull til midt hull har disse målene.

Øvre jern øvre konsoll: 38,2 cm

Nedre jern øvre konsoll: 40,2 cm

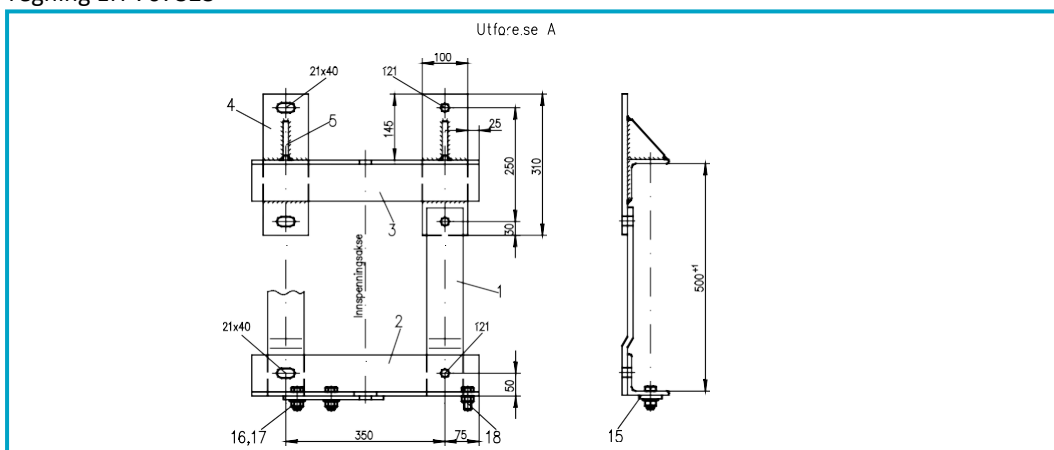
Øvre jern nedre konsoll: 41,2 cm

Nedre jern nedre konsoll: 43,2 cm



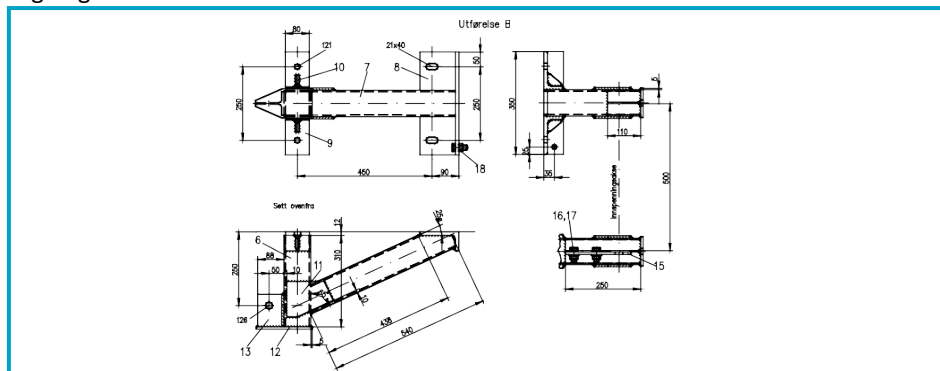
16.5.7 Tunnel konsolljern utførelse A

Tegning EH-707323



16.5.8 Tunnel konsolljern utførelse B

Tegning EH-707323



16.5.9 Konsolljern til loddavspenningshjul til bjelkemast type HEB

Tegning. EH-800103

Alle konsolljern har samme kuttelengde: 44,8 cm hull og slissehull \varnothing 22 med 5 cm slissehull

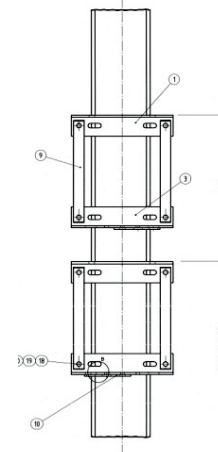
Midt hull til midt hull har disse målene.

Øvre jern øvre konsoll: 29,0 cm

Nedre jern øvre konsoll: 29,0 cm

Øvre jern nedre konsoll: 29,0 cm

Nedre jern nedre konsoll: 29,0 cm

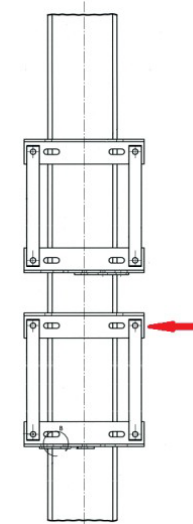


16.6 MONTERING AV MASTEKONSOLLER TIL LODDAVSPENNINGSHJUL

Montasjemålet må beregnes for hvert enkelt tilfelle. Montasjemålet er avstanden fra laveste skinne og til øverste jern i nedre konsoll, som er utgangspunktet ved monteringen. (Se rød pil på tegningen) Opphenget til loddavspenningshjulet kan monteres enten på høyre eller venstre side i mastekonsollen. Loddavspenningshjulet til kontaktråden skal monteres nærmest sporet i nedre konsoll.

For å beregne montasjehøyden er det nødvendig å ha med utliggertabellen for ledningen som skal monteres inn i loddavspenningen. Les av beregnet kontaktrådshøyde for kjørbare utligger i masten før ledningen går til avspenning.

På figur 16.10 over viser referansen til overkant festejern



Figur 16.10 Montering av mastekonsoller til loddavspenningshjul

Formel:

Kontaktrådshøyde i kjørbare utligger forrige mast	5,60
+ heving (løft)	0,5
+ 1/2 overhøyde	0,075
+ K = utvendig (23,5cm) eller innvendig (13,5cm))	0,135
= Monteringsmålet for øvre jern nedre konsoll	= 6,31

K er avhengig av lengden på gaffelen for loddhjulet og 13,5 cm er da for innvendig loddlineføring og 23,5 cm er da for utvendig.

Normal avstand mellom øvre og nedre konsoll på fri linje = 0,70 m

16.6.1 Sammenstillingstegninger som skal benyttes ved montering av mastekonsoll

- Ved montering i B3 – B-6 master EH-707304-001-002
- Ved montering i H-master EH-707304-002-001
- Ved montering i bjelkemaster HEB EH-800101-000-000

Beregning av montasjemål konsoll innvendig loddlineføring:

I eksemplet under skal vi beregne montasjemålet for ledning: Sira-Moi ledning 125. Denne ledningen er avspent i mast 3354 og på motsatt ende i mast 3372

- Avspenningen for ledning 125 er i mast 3354 (se side 3 i utligger tabellen)
- Forrige mast er 3355, kontaktråd høyden er 4,96 m (se side 3 i utligger tabellen)



n	Mast-nummer	MT	A [m]	FH [m]	SH [m]	BF [cm]	MVK [m]	MN [mm/m]	MHB [m]	ML [m]	EH [m]	UEL [m]	UEH [mm]	R [m]	Spesialtilfelle
1:	3354	D		5,46	0,70	30	3,15	28	0,179	0,00	0,00	0,00	0	0	-OSIRA-MOI_LE
			39,98												
2:	3355	A		4,96	1,60	-10	3,37	16	0,125	0,00	0,00	0,00	0	0	
			49,78												
3:	3356	A		4,96	1,60	-30	-3,17	16	0,155	0,00	0,00	0,00	0	0	-L70
			45,68												
4:	3357	D		4,96	1,60	-30	-3,18	24	0,263	0,00	0,00	0,00	0	0	-L90
			40,36												
5:	3358	D		4,98	1,60	-30	-3,26	16	0,271	0,00	0,00	0,00	0	0	-L90
			38,32												
6:	3359	D		5,01	1,60	-30	-3,23	26	0,217	0,00	0,00	0,00	0	0	-L90
			38,26												
7:	3360	D		5,04	1,60	-30	-3,08	19	0,255	0,00	0,00	0,00	0	0	-L90
			40,07												
8:	3361	D		5,08	1,60	-30	-3,18	19	0,180	0,00	0,00	0,00	0	0	-L90

Kontaktrådshøyde i kjørbar utligger forrige mast	5,60
+ heving (løft)	0,5
+ 1/2 overhøyde	0,075
+ K (utvendig (23,5cm) eller innvendig (13,5cm))	0,135
= Monteringsmålet for øvre jern nedre konsoll	= 6,31

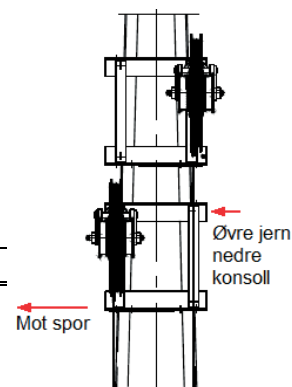
Normal heving av loddavspenningen = 0,50 m

Nøyaktig overhøyde finner en ved å vatre og måle høydeforskjellen mellom skinnestregene ved masten.

K= Lengden på gaffelen til avspenningshjulet og at avspenningslinen løper på oversiden av den lille trommelen

k = 13 cm

Kontaktrådshøyde i kjørbar utligger forrige mast	4,960 m
+ normal heving (løft)	0,500 m
+ overhøyde 0,140 x 0,5	0,070 m
+ k (13,5 cm)	0,135 m
= Montasjemål innvendig loddline	= 5,670 m



16. AVSPENNINGER

16.6.1.1 Montasjemål konsoll utvendig loddlineføring

Kontakttråd høyde forrige mast	5,600 m
+ normal heving (løft)	0,500 m
+ overhøyde 0,140 x 0,5	0,070 m
+ k (23,5 cm)	0,235 m
= Montasjemål utvendig loddline	= 6,405 m

K= Lengden på gaffelen til avspenningshjulet og at avspenningslinen løper på undersiden av den lille trommelen

16.6.1.2 Montasjemål konsoll tunnel loddlineføring

Kontakttråd høyde forrige mast	5,600 m
+ normal heving (løft)	0,500 m
+ overhøyde 0,140 x 0,5	0,070 m
+ k (13,5 cm)	0,135 m
= Montasjemål tunnel loddline	= 6,305 m

16.6.1.3 Montasjemål av konsoll i sløyfeledninger

Ved montasje av lodd og fastavspenninger i slike ledninger, må den være hevet i forhold til det løftet som er beregnet for ledningsføringen av avvikssporet i sporvekselen.

På stasjoner er det ofte for liten plass, slik at ledningen må gå til avspenning i masten etter utliggerpunkt 1. I denne masten er hevingen 15 cm i utliggeren, og hevingen i avspenningen må være i samsvar med denne. Blir avspenningen hevet for høyt vil den også løfte avviksledningen i utliggerpunkt 1.

16.7 SYSTEM 20, KUTTETABELL FOR LODD OG AVSPENNINGSLINER

Loddavspenningslinene som benyttes er fleksibel og myk og har betegnelsen:

DIEPA stål line 50 mm² 171 trådet uten fiberinnlegg. Det er linelengdene som må benyttes for at L-måltabellen skal stemme ved sluttjustering av bæreline og kontaktråd.

TYPE LODDHJUL LINEFØRING	LODDLINJE KONTAKTRÅD	LODDLINJE BÆRELINJE	AVSPENNINGSLINJE LITEN TROMMEL
Innvendig loddlineføring	5,40 m	6,10 m ¹	5,80 m
Utvendig loddlineføring	5,80 m	6,50 m ¹	6,20 m
Innvendig tunnel	3,30 m	3,80m ²	4,70 m

¹Kuttelengde ved normal konsollavstand = 70 cm

²Denne lengden varierer med avstanden mellom konsollene i eksemplet over er konsollavstanden 50 cm

16.7.1 Grunninnstilling av loddavspenningshjul ved montering

Den innstillingen loddavspenningshjulene og linene skal ha ved montering, før loddene blir hengt/lagt på loddstangen. Dette er loddavspenningsens grunninnstilling ved strekking av kontaktråd og bæreline. Kontaktledningsanlegg ute i fri luft grunninnstilling +5 °C.

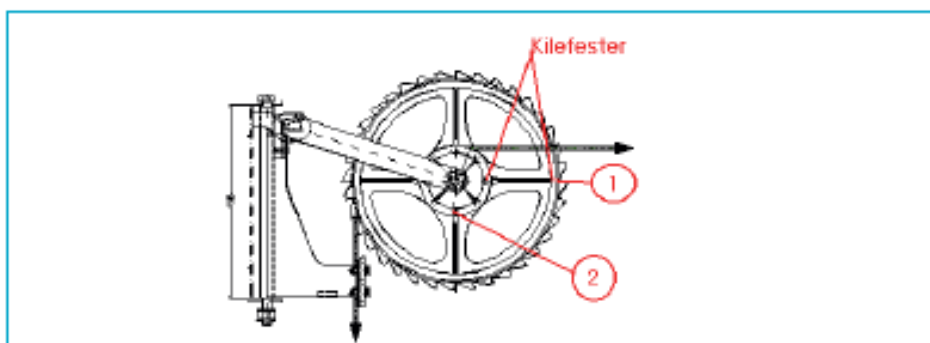
I tunnel + 10 °C der tunellen dekker minimum (750 m) en halv ledningslengde. Summen av vindingene på den store og lille trommelen skal være:

Utvendig loddlineføring: 3,5 omdreininger - stor trommel 1,75 + liten trommel 1,75

Innvendig loddlineføring: 3,0 omdreininger - stor trommel 1,50 + liten trommel 1,50

Tunnel (Innvendig loddlineføring): 3,0 omdreininger - stor trommel 1,50 + liten trommel 1,50

Tellemåten for antall omdreininger på den lille trommelen skal forskyves med en ¼ omdreining etter kilefestet, det vil si begynne å telle omdreininger en ¼ omdreining etter kilefestet.



Figur 16.11 Grunninnstilling av loddavspenningshjul ved montering

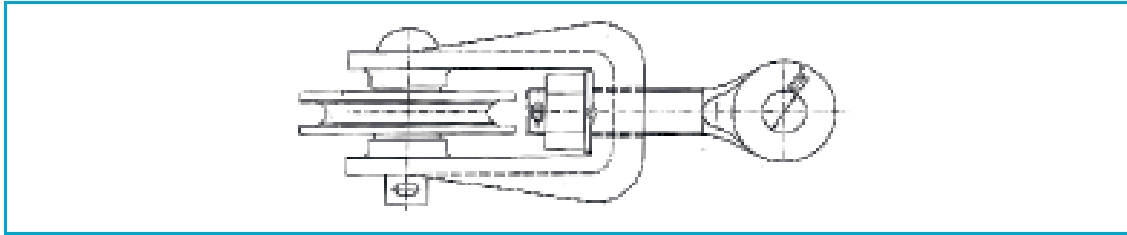
1. Her begynnelsen for å telle vindinger på stor trommel
2. Her begynnelsen for å telle vindinger på liten trommel

HUSK! 1 hull i kilene til loddavspenningshjulene
2 hull i kilene til kileklemmene

16.8 ØVRIGE KOMPONENTER

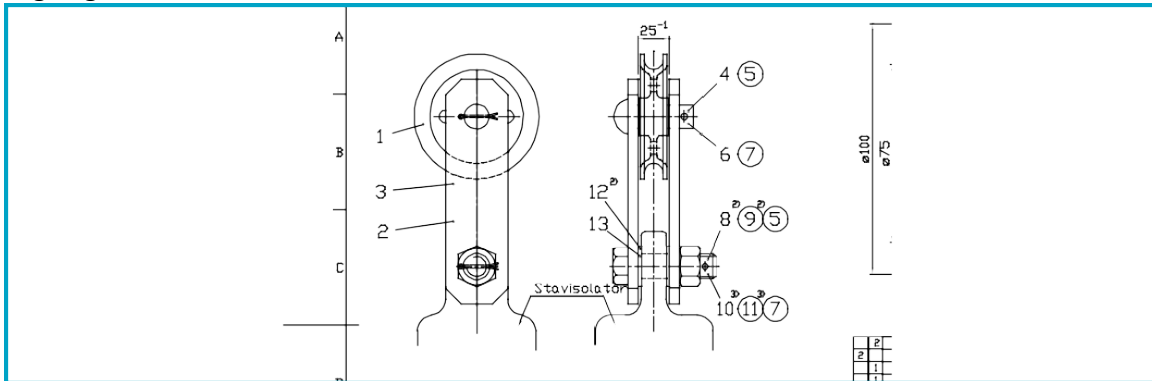
Trinse med gaffel av aluminium for avspenningsline

Tegning EH-707247



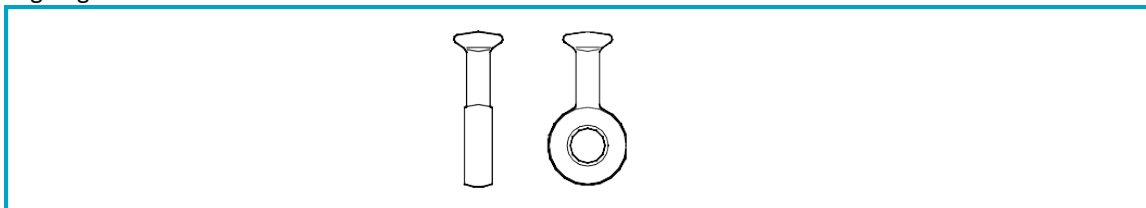
Trinse for loddavspenningsline, utf. A komplett

Tegning EH-707246



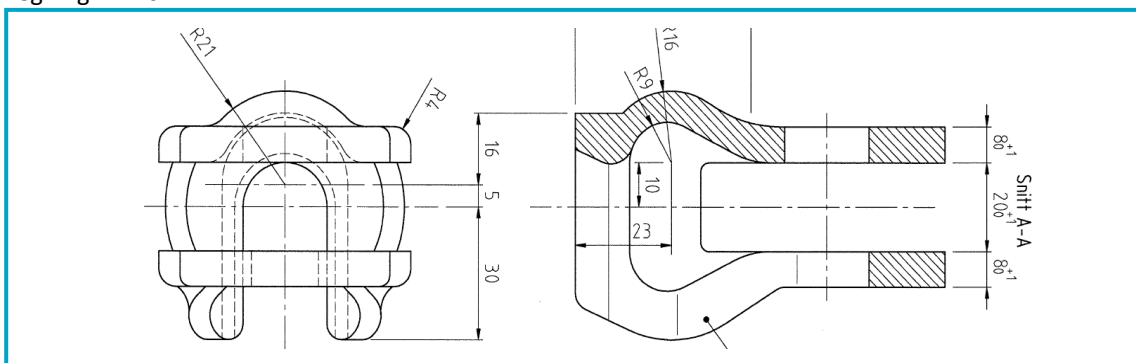
Kjedeforbinder for isolator i avspenning

Tegning EH-707282



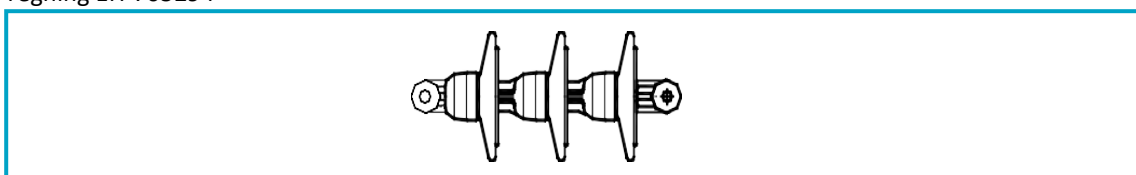
Gaffel for kjedekobling

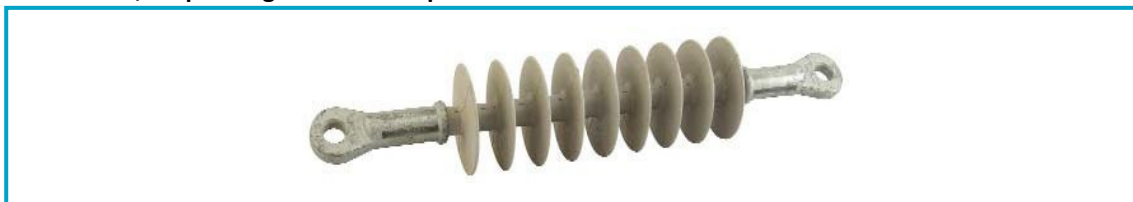
Tegning EH-707247



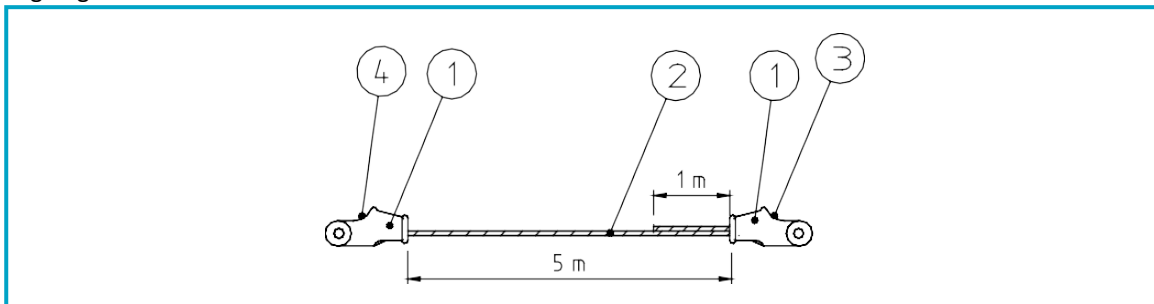
Stavisolator, avspenningsisolator-glass

Tegning EH-705294



Stavisolator, avspenningsisolator-kompositt**Loddavspenningsline**DIEPA stålline 50 mm² 171 trådet uten fiberinnlegg**Avspenningsline**

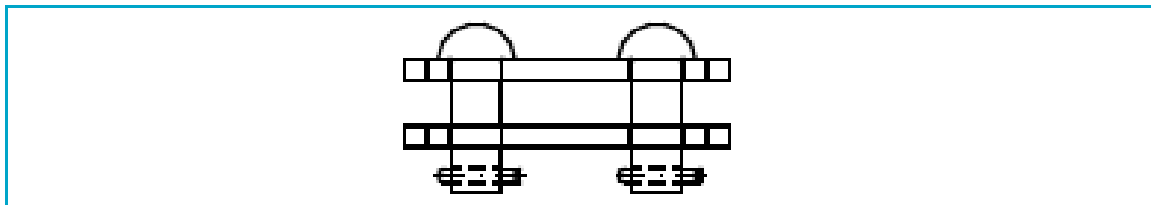
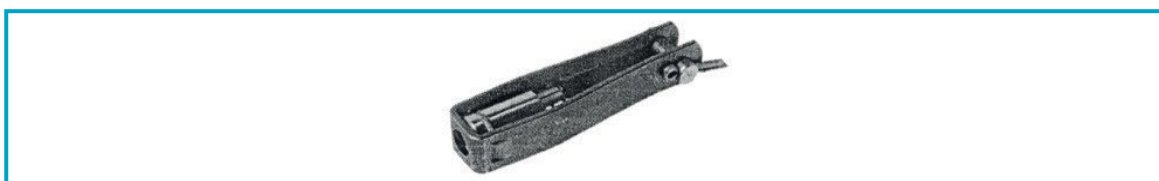
Tegning EH-707469-000



1. Kilklemme
2. Bz II 50 mm²
3. Kile med 2 hull
4. Cupalblikk i begge Klemmer

Dobbelt mellomstykke

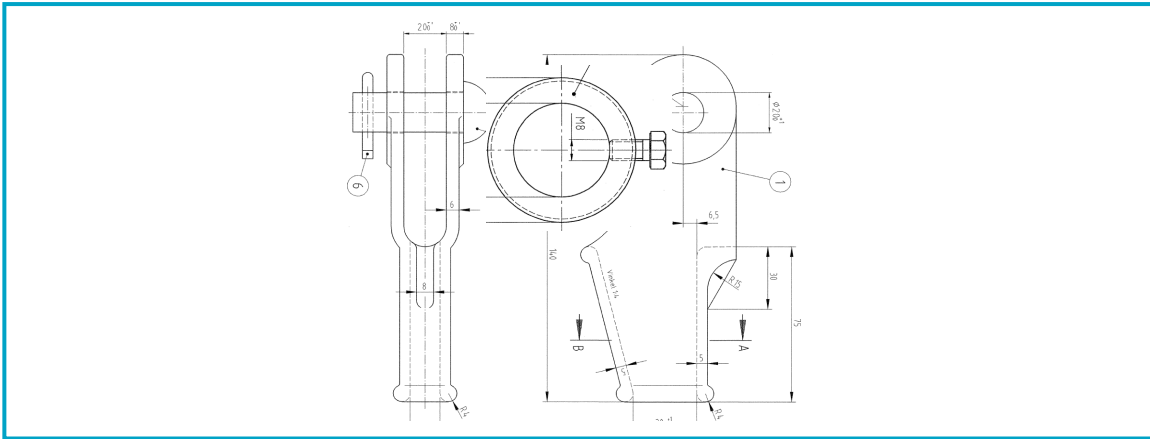
Tegning EH-707288

**Endestreklemme, snapklemme**

Tegning EH-707108-000 Endestreklemme Cu-Bz 50 mm²
 Tegning EH-707085-000 Endestreklemme Cu 100 mm²

Kilklemme

Tegning EH-707334-000

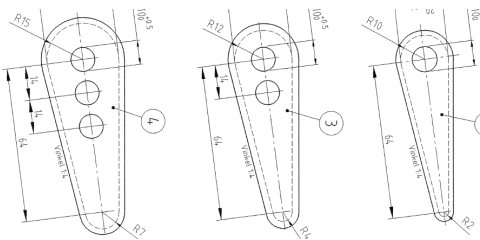


- Utf. a Kontakttråd: 80, 100, 120 mm²
- Utf. b Bæreline: 50-70 mm² Cu Bz
- Utf. c Line: 35 mm² Cu Bz

Her kreves cupalblikk når det settes inn liner eller trader av kobber. Er Kilklemme av galvanisert materiale bortfaller dette.

Kiler

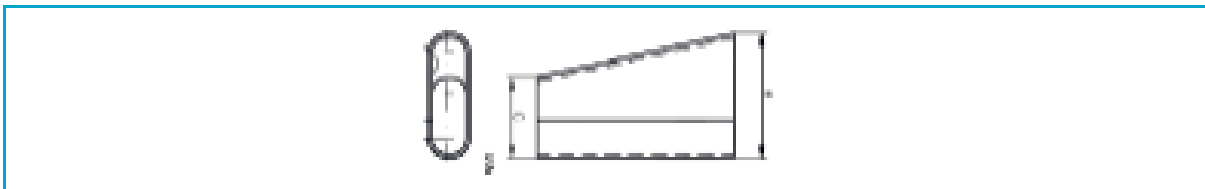
Tegning EH-707285-000



- 1 hull 80, 100, 120 mm²
- 2 hull Bæreline: 50-70 mm² Cu Bz
- 3 hull 35 mm² Cu Bz

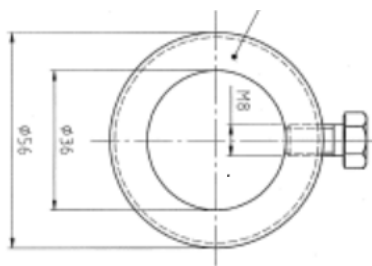
Cupalblikk for Kilklemme

Tegning EH-707286-000 Utf. a 35-70 mm²



Låsering til rør til føring av loddats

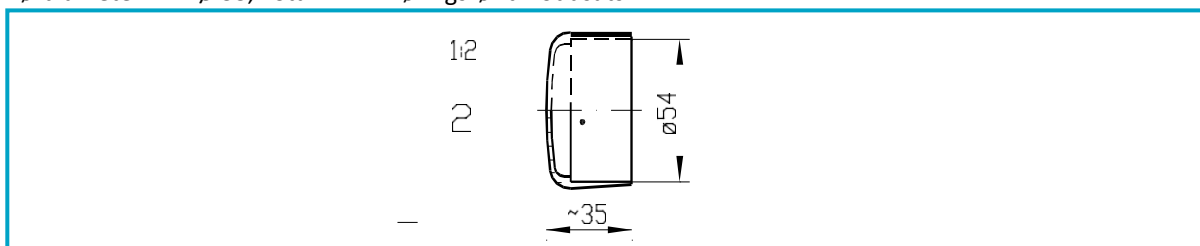
Tegning EH-707250-000

**Endekapper til loddføringsrør**

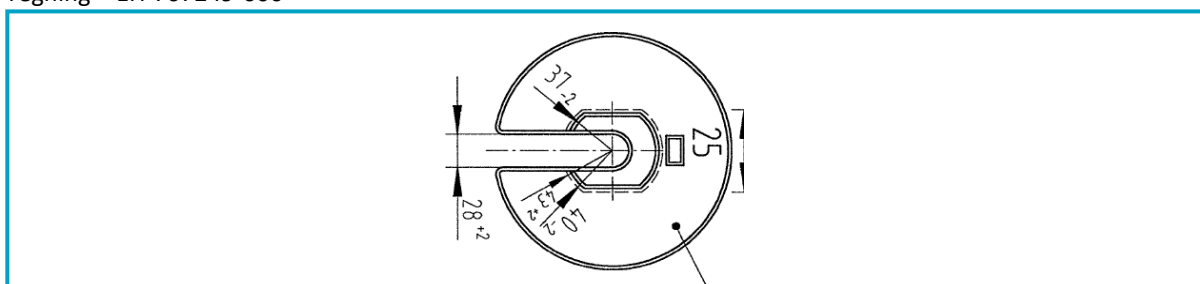
Tegning EH-707289-000

Rørdiameter: $\varnothing 33,7$ Stål

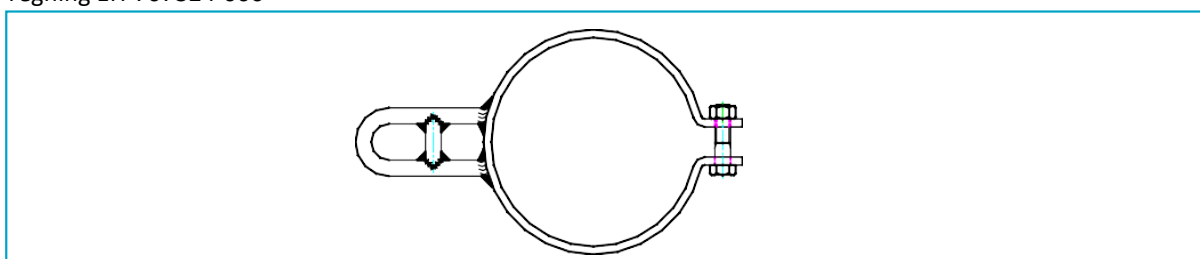
Føringsrør til loddats

**Avspenningslodd $\varnothing 203$ mm 25 kg**

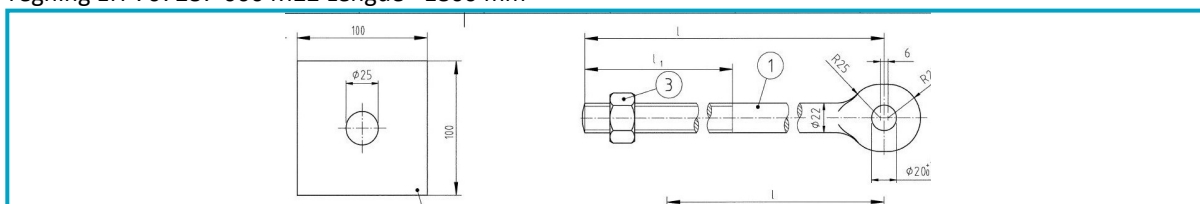
Tegning – EH-707249-000

**Føringsring til støpejernslodd**

Tegning EH-707324-000

**Loddstang**

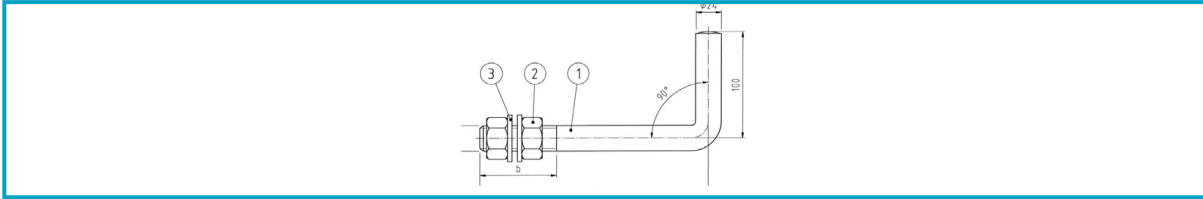
Tegning EH-707287-000 M22 Lengde= 1800 mm



16. AVSPENNINGER

Festekroker til føringsrør nedre konsoll

Tegning EH-707251-000

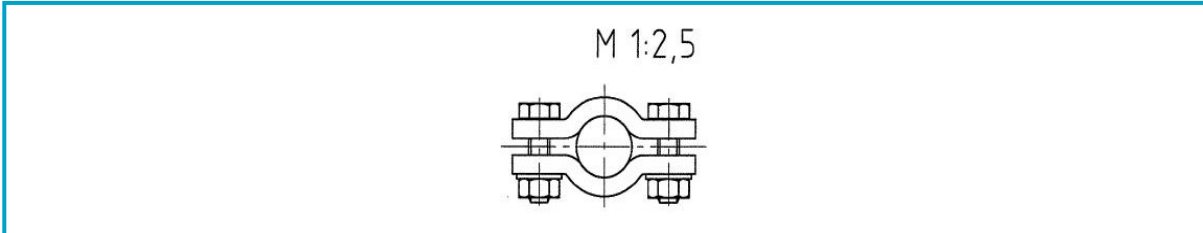


Utvendig loddlineføring utførelse b

Innvendig loddlineføring utførelse d

LåseKlammer til loddstang

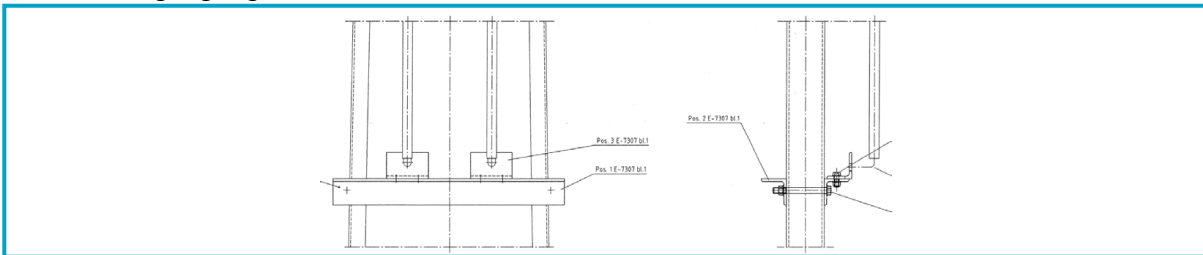
Tegning EH-707248-000



Nedre festejern til loddføringsrør B-mast

Tegning EH-707307-001

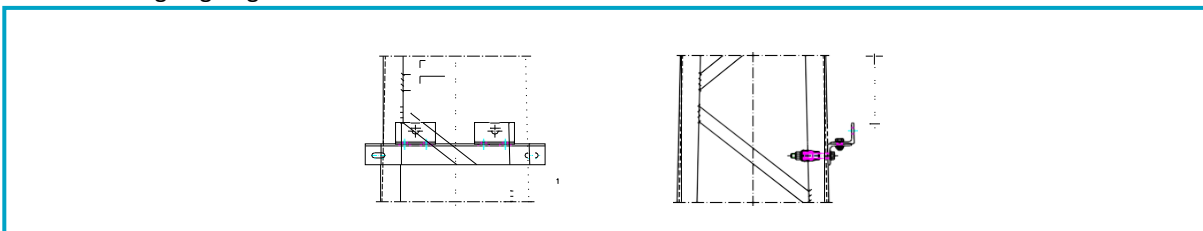
Sammenstillingstegning EH-707305-002



Nedre festejern til loddføringsrør H-mast

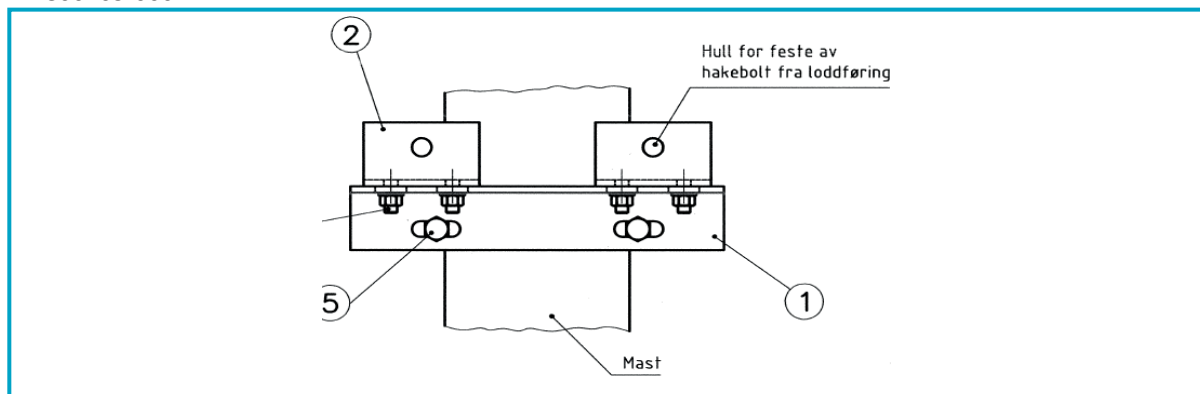
Tegning EH-707307-002

Sammenstillingstegning EH-707305-002



Nedre festejern til bjelkemast HEB

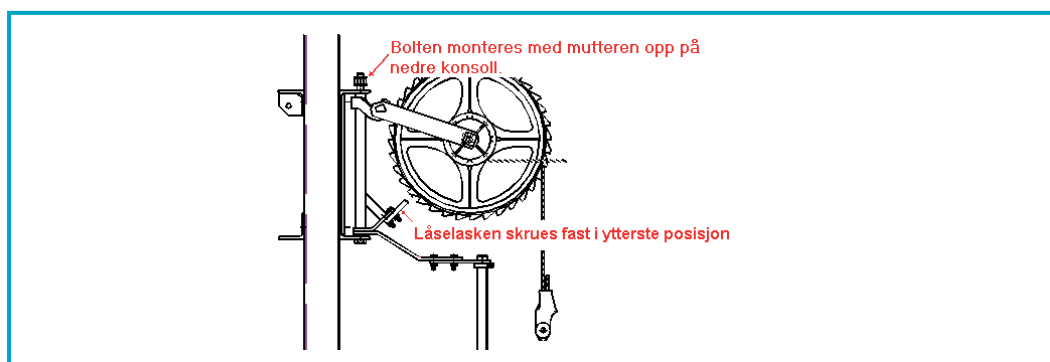
Sammenstillingstegning
EH-800105-000



16.9 SJEKKLISTE FOR MONTERING

Bruk formelen for beregning av montasjemål, om du ikke har fått oppgitt dette.

Bolten til festebrakett for loddavspenningshjulet på nedre konsoll, skal settes inn fra undersiden. Dette gjøres for at bolten ikke skal butte i øvre konsoll ved et nødvendig bytte av oppheng.



Figur 16.12 Kritiske sjekkpunkter for montasje av loddavspenningshjul

- Loddavspenningshjulet for kontakttråd settes nærmest sporet. Vatre opp loddavspenningshjulet, slik at dette står nøyaktig i lodd og skru fast justeringslasken. Dersom dette er skjevt, vil tennene på avspenningshjulet gnage på loddlinen
- Skru opp og fest låselasken til loddavspenningshjulet i ytterste posisjon. Hvis den skal settes i drift med det samme, er driftsstilling 2 cm.
- Loddavspenningslinen skal være tredd gjennom avspenningslinens løkke.
- Grunninnstilling av loddavspenningshjulene (+10° C i tunnel +5° C), må gjøres før det henges på lodd.
- Kontroller ved å måle lengden av avspenningslinen (liten trommel) senter loddavspenningshjul til senter linetrinse. Avstanden skal være ca. 1,9 m. Tunnel 1,3 m
- Kontroller at loddetsatsen har nok vdring

Innvendig loddlineføring 1,50 vinding på liten og stor trommel. Til sammen 3,0

Utvendig loddlineføring 1,75 vinding på liten og stor trommel. Til sammen 3,5

Tunnel 1,50 vinding på liten og stor trommel. Til sammen 3,0

L-mål 2800 mm. Tunnel 700 mm

Kontroller at antall vindinger på liten trommel er lik på begge sider av loddhjulet.

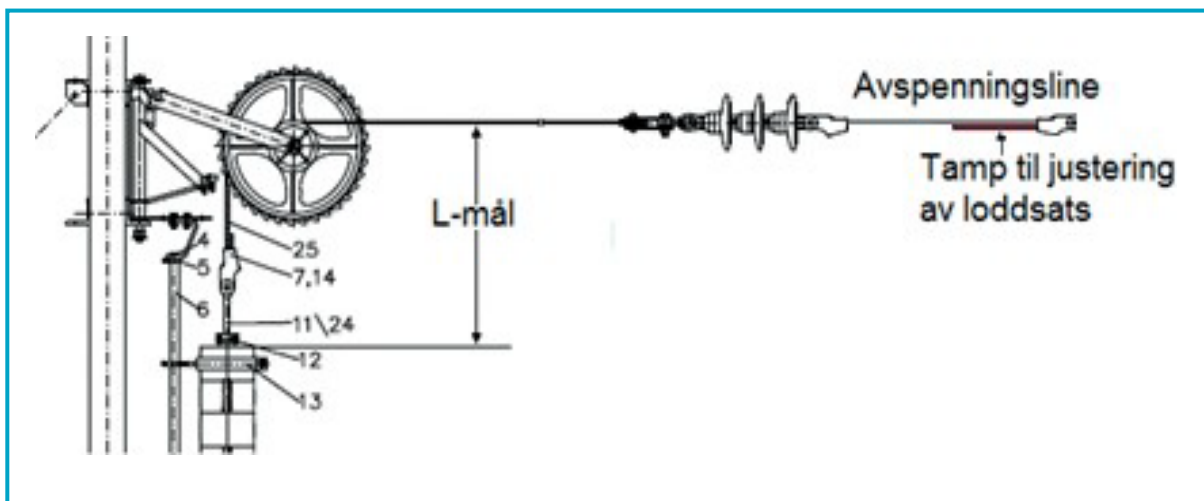
16.10 L- MÅLTABELLER

L-mål er den avstanden det skal være fra loddatsens topp og opp til avspenningslinene på loddavspenningshjulet. For at loddavspenningen skal få riktig arbeidsområde må L-måltabellen benyttes ved justeringen. Det er utarbeidet L-mål tabeller til hver type loddavspenning. I tabellen er det kontaktrådens avstand fra fast eller fix-punktet og trådtemperatur som er bestemmende for riktig L-mål. Det er viktig å kontrollere at omdreininger på tromlene stemmer med tabellen og at det er like mange omdreininger på begge de små tromlene til avspenningslinen.

Tommelfinger regel ved utgivelse er: Ledningsutvidelse er beregnet ved 70 grader C, +/- 35. Ledningslengde på 100 meter er utvidelsen 10cm.

Eksempel: Ved ledningslengde på 800 meter er utvidelsen 0,8 meter. Ved utveksling 1:3, så er utvidelsen 2,4 meter

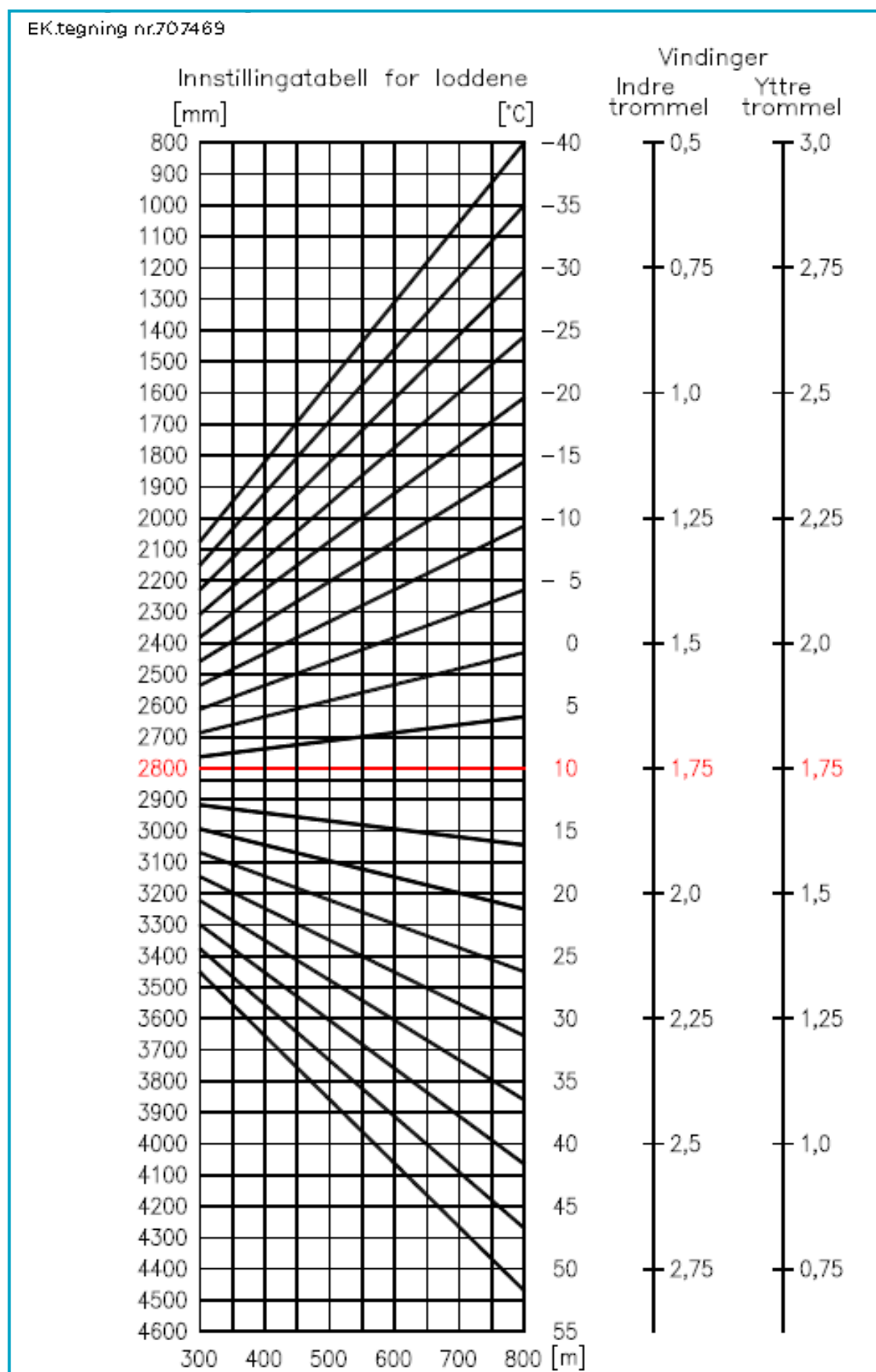
Mål er fra dagens temperatur og husk at utvidelsen også gjelder for avstanden fra loddbunn til marken.



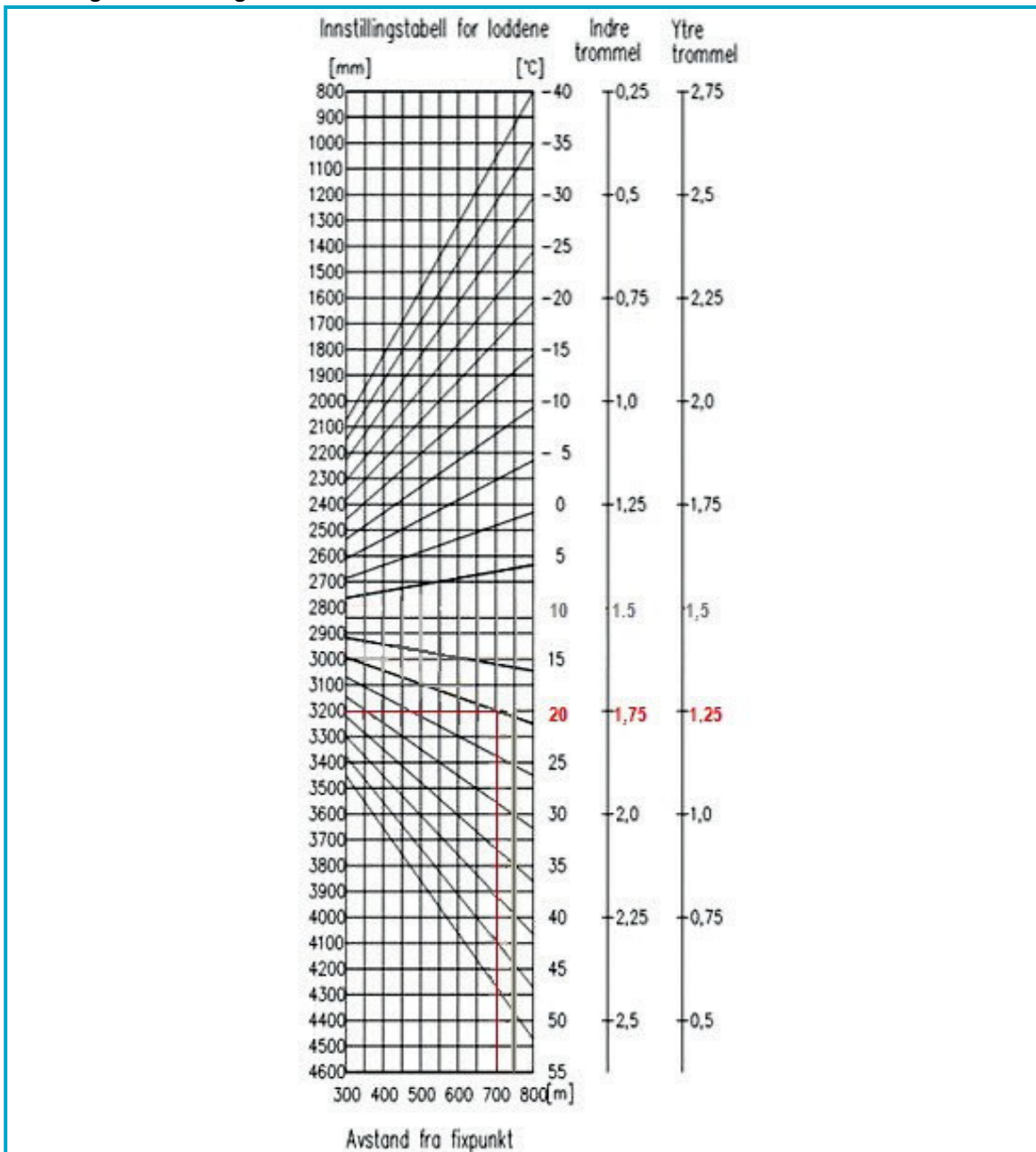
Figur 16.13 Utsnitt fra tegning

Utvendig loddlineføring

EH tegning nr.707469



Innvendig loddlineføring



Eksempel:

DT = 70°

±35°

$L_{-35^\circ} = 1,25$

$L_{+35^\circ} = 3,75$

Utveksling 1:3 for en ledning på 700 meter. Vandringen for ± 35° = > L

= $0,000017 \times 700 \times 70$

= 0,833

Loddets vandring er da = $0,833 \times 3$

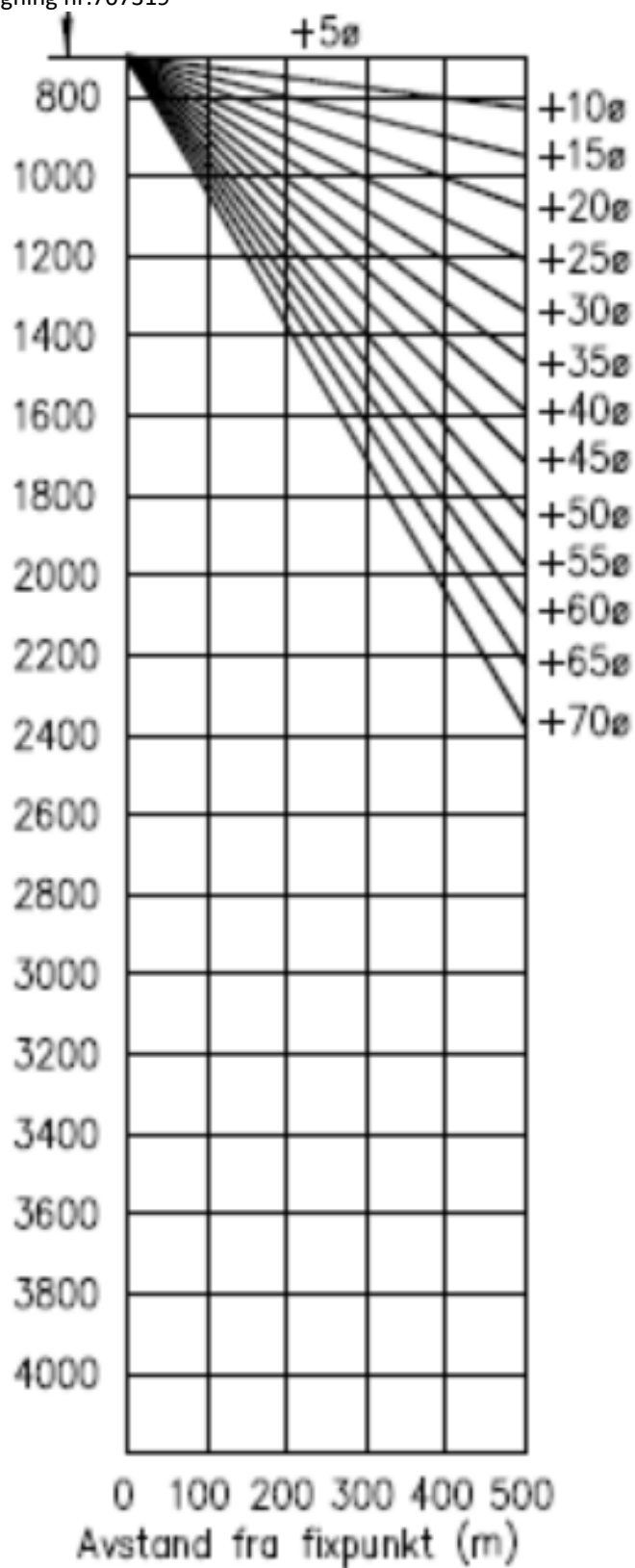
= 2,49 meter

= >L = $3,75 - 1,25 = 2,50$ meter bevegelse i loddene bekrefter kalkulasjonen over.

L +20 = 3,2 meter som ligger mellom

-35°C og +35°C

Tunnel loddline
EH. tegning nr.707319



16.11 FASTAVSPENNING

Det er ikke utarbeidet EK-tegning for fastavspenning for System 20.
Det mest vanlige er bruk av langt og kort endefelt, samt lokale tilpasninger.

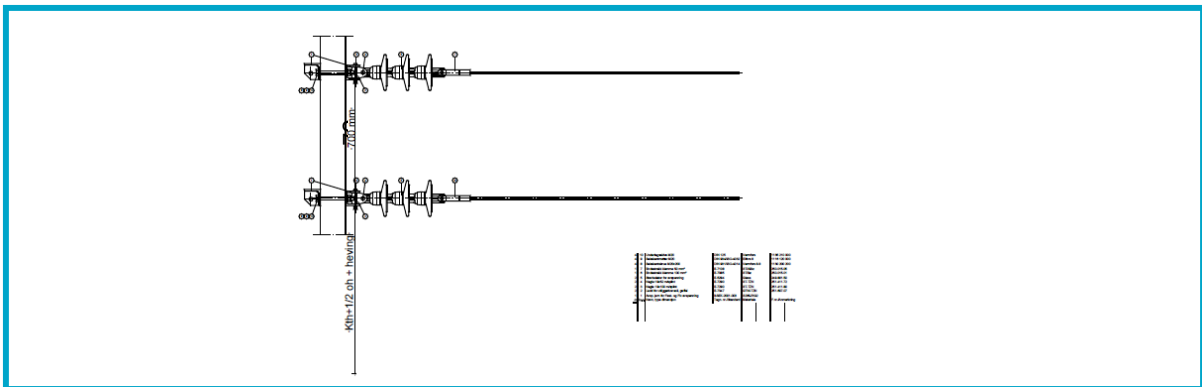
Bakjern med feste til bardun B-mast 8-9,5 m	Tegning: EH-707306-001
Bakjern med feste til bardun H-mast 8-10,0 m	Tegning: EH-707306-002
Konsoll for ledd b-180 og b 220	Tegning: EH-707164-000
Fastavspenningskonsoller tilpasset HEB-master	Tegning: EH-800101-000

16.11.1 Montasjemål fastavspenninger

Referansepunkt er laveste skinne.

Konsollavstand = 0,70 m

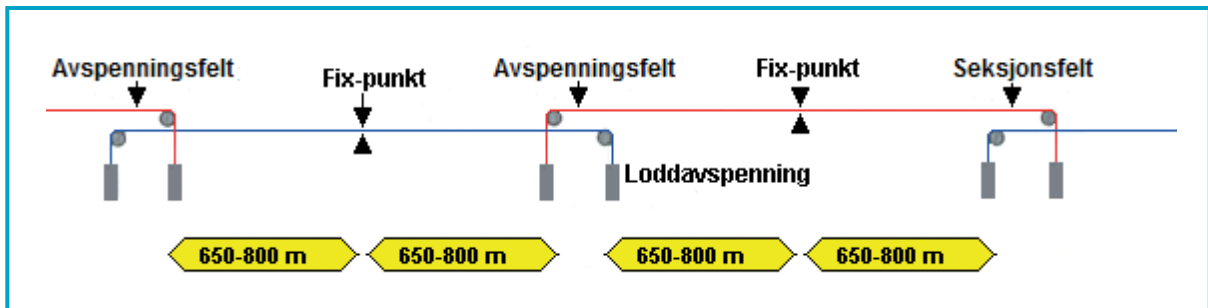
	Kt-høyde på kjørbær utligger forrige mast	= 5,60 m
+	½ overhøyde	= 0,00 m
+	Kontakttrådheving	= 0,50 m
=	Montasjepunkt midt nedre konsoll	= 6,10 m



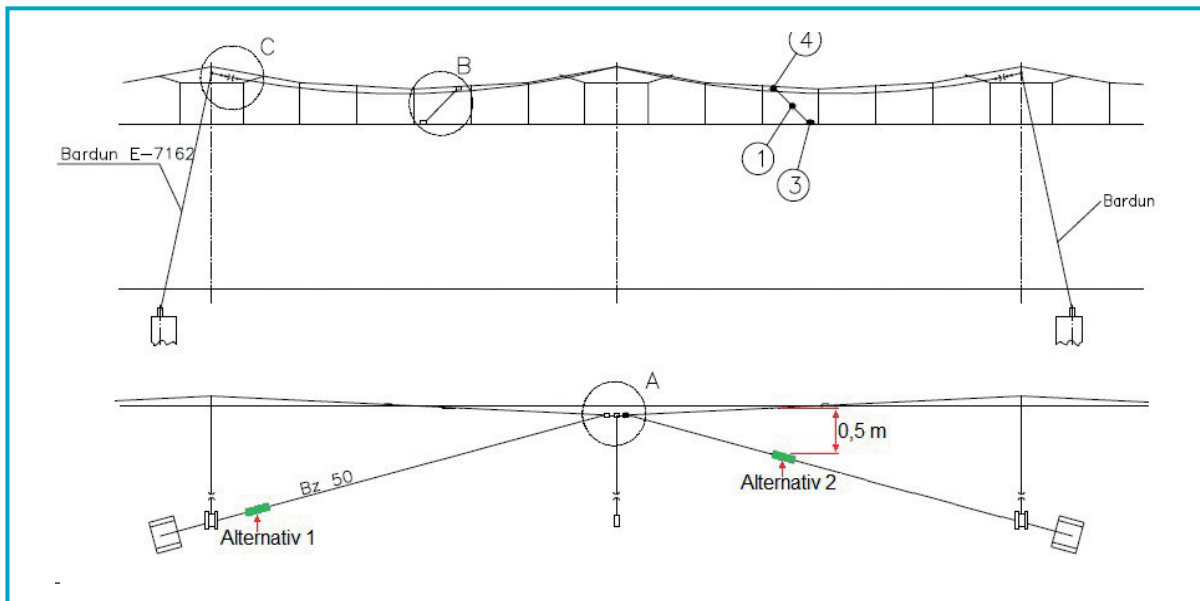
Figur 16.14 Skisse av utførelse ved fastspenning

16.12 FIX-AVSPENNINGER

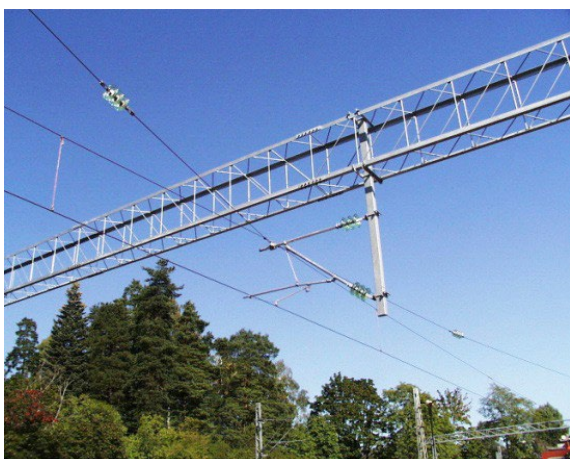
Fix-avspenninger brukes til å lage et fastpunkt midt på en ledning. Ledningspartene på hver side er avspent i en loddavspenning. Ved fix-punktet blir utliggeren låst fast i midtstilling ved at det strekkes en avspenningsline til bardunerte nabomaster. Og det monteres stropper mellom bæreline og kontakttråd på begge sider av utliggeren. Linen festes i ledig spor i bærelineholderen slik at bæreline og fixline ikke gnager mekanisk på hverandre.



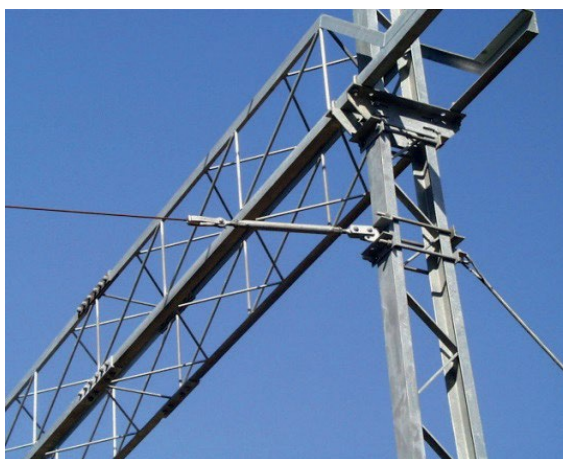
Tegning EH-707195-000



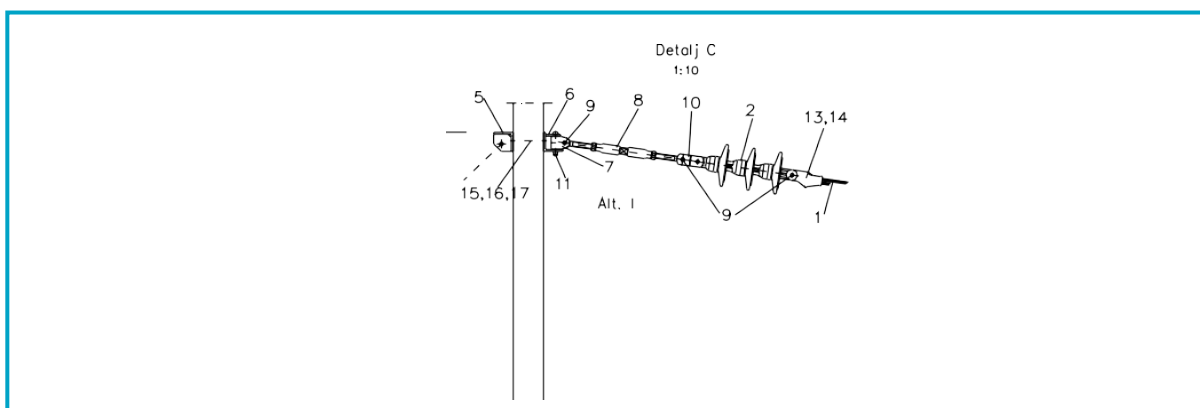
Figur 16.15 Prinsipp-tegning av fix-avspenning



Figur 16.16 Isolatorer i fix-linen



Figur 16.17 Isolatorer i fix-linen Detalj C i mast alt. II



Figur 16.18 Sammenstillingstegning ved mast (Detalj C)

Bakjern med feste til bardun B-mast 8-9,5 m
 Bakjern med feste til bardun H-mast 8-10,0 m
 Konsoll for ledd b-180 og b 220
 Fix-avspenning til HEB- mast

Tegning: EH-707306-001
 Tegning: EH-707306-002
 Tegning: EH-707164-000
 Tegning: EH-800102-000

16.13 STREKKING OG MONTERING AVFIX-LINER

Tegning EH-707195-000

For at det skal bli riktig strekk i fixlinen må den strekkes etter opplysningene som er gitt i strekktabellen.

I tabellen er det tatt med:

- Bardunstrekket (N)
- Fix-nedheng (Pilhøyde)
- Spennlengde på fixline
- Temperaturvekslinger

Tabellen er laget slik at vi kan benytte 2 forskjellige arbeidsmetoder for å få riktig strekk i fixlinen. Som regel benyttes det lengste spennet ved fastsettelse av innspenningskraft.

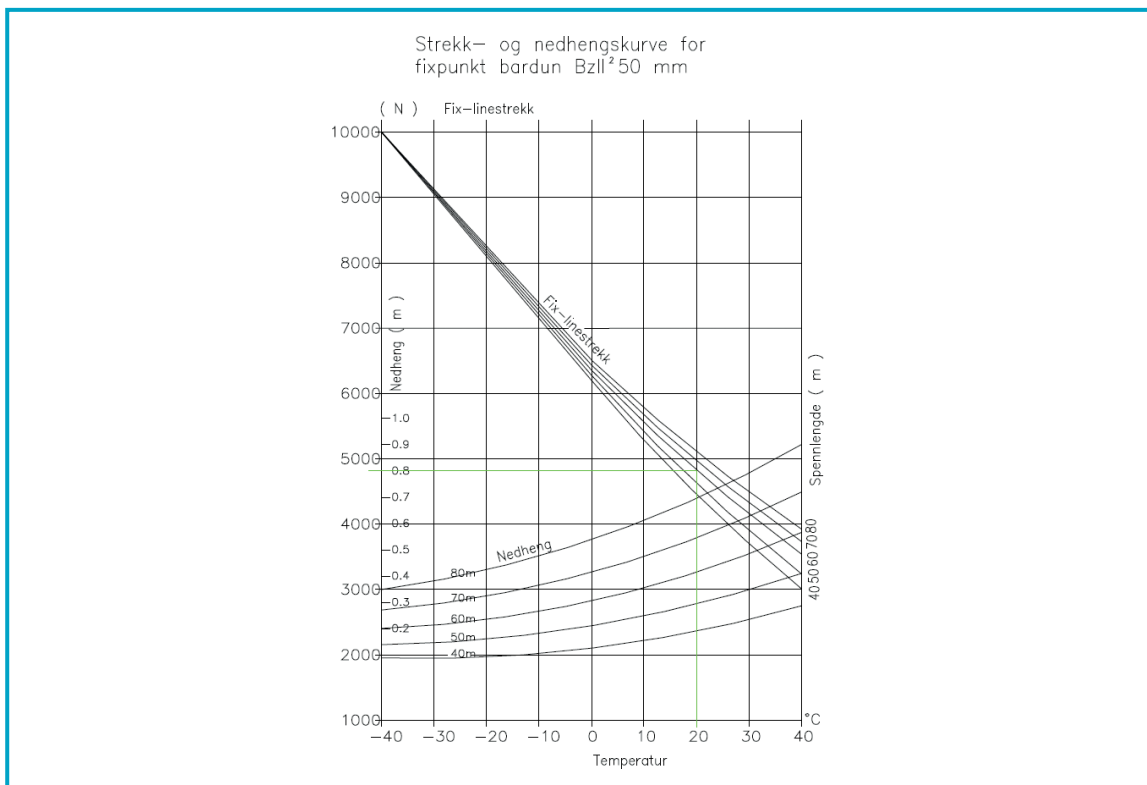
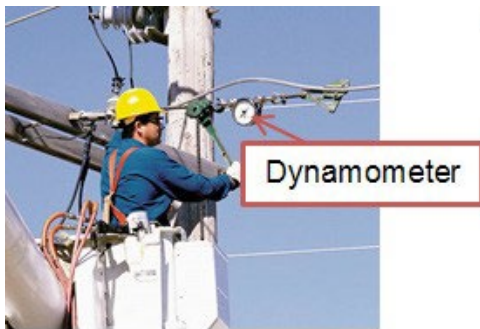
Eksempel på bruk av tabellen: Avstand fra fiksmast til avspenningsmast = 60 m temp 20°C

Bruk av tabell for fix-linestrekk

Ved å benytte et strekkapparat med dynamometer som viser kraften ved innspenningen.

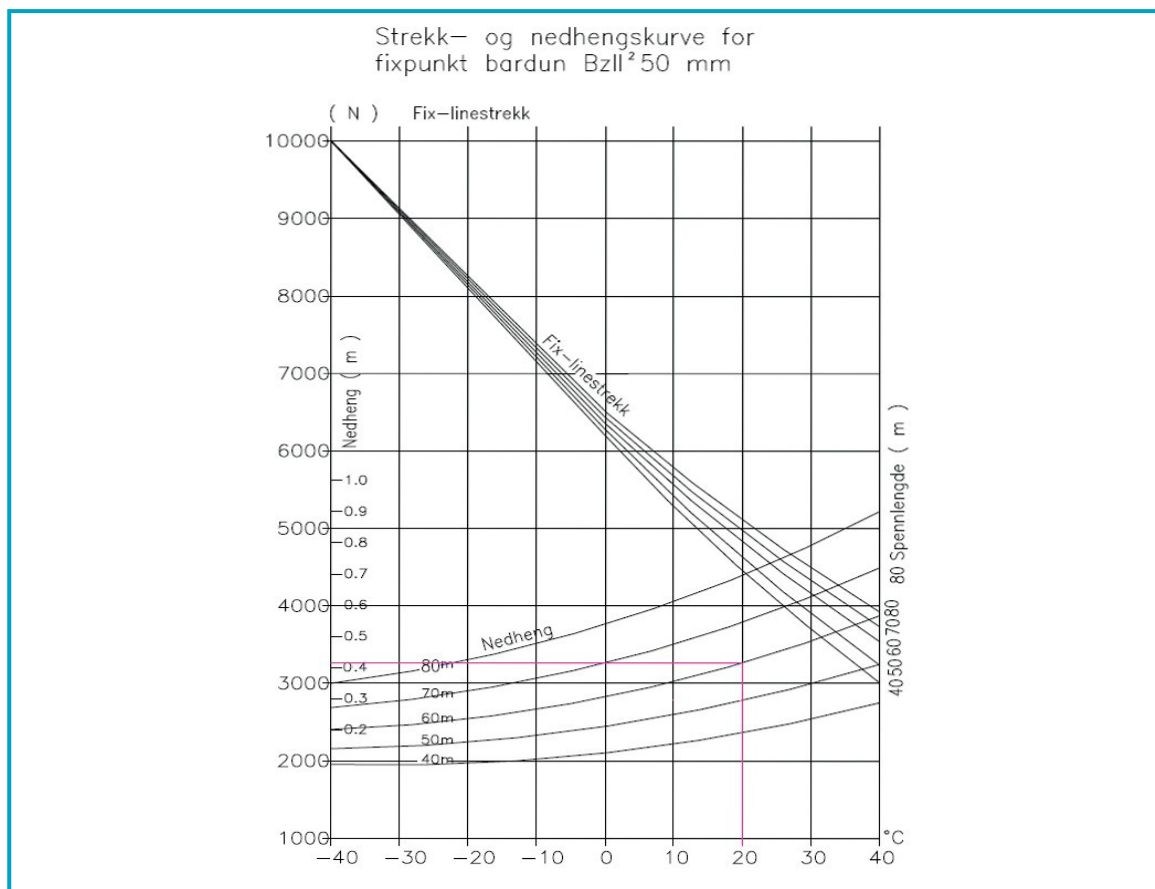
- Følg temperaturlinjen X-aksen 20°C opp til den møter fix-linjestrekk for 60 m
- Trekk en linje fra dette punktet og ut til venstre på Y-aksen og les av verdien i N
- I dette eksemplet skal strekket i fixlinen være 4900 N (Se eksempel i tabell)

Innspenn fixlinen med bruk av dynamometer. (se bilde)



Figur 16.19 Strekktabell for fix-line Bruk av tabell ved nedheng (pilhøyde)

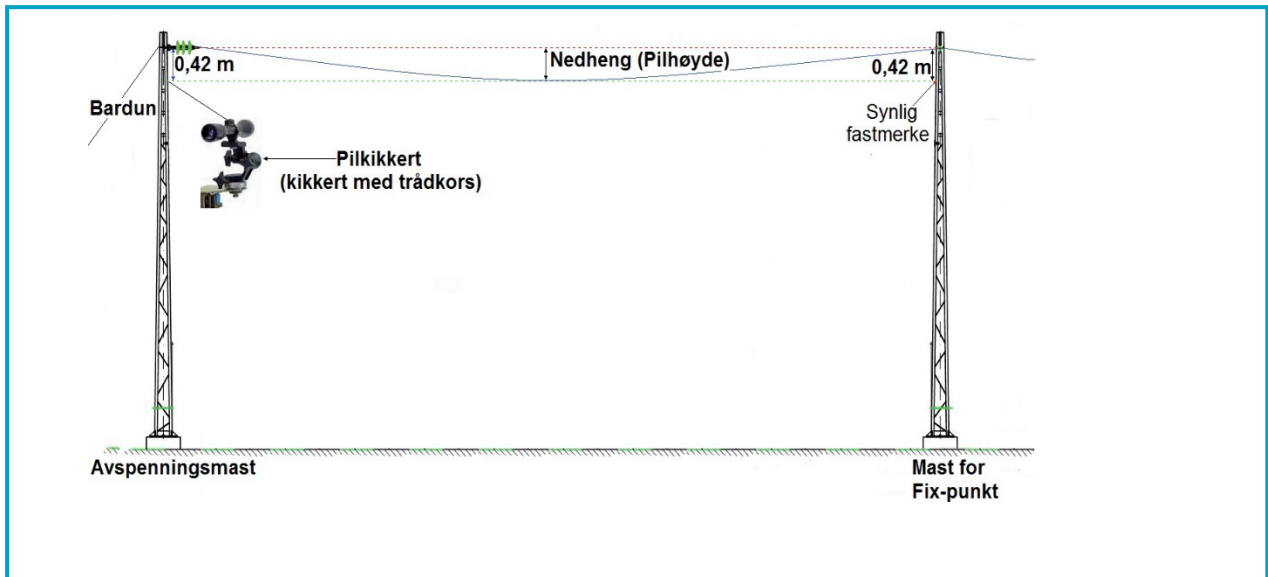
- Følg temperaturlinjen (X-aksen) 20°C opp til den møter nedhengskurven for 60 m
- Trekk en linje fra dette punktet og ut til venstre på Y-aksen og les av nedhengshøyden.
- Denne leses av i meter.
- I dette eksemplet skal nedhenget (pilhøyden) i fixlinen være ca. 0,42 m (Se eksempel i tabell)



Figur 16.20 Pilhøydetabell for fixline

Slik monteres fixlinen ved bruk av nedheng (pilhøyde)

1. Sett opp et godt synlig fastmerke 0,42 m under bærelinen i fix-utliggeren
2. Begynn og innspenne fix-linen
3. Mål ned 0,42 m under jekkfestet, og sett fast pilkikkerten i denne høyden. Sikt så over mot fastpunktet i den andre masten. Da magen på fixlinen flukter med disse to punktene er fixlinen riktig innspent.
4. Jekk inn så mye ekstra som du beregner til slakk ved fastsetting i avspennings klemmen.
5. Kontroller at masten står i lodd, og juster bardunen til masten står rett
6. Sett fast fixlinen i avspennings klemmen, og kontroller at nedhenget fortsatt stemmer.



Figur 16.21 Avspenning av fix-line ved nedheng

16.13.1 Arbeidsoppgave: Bruk av tabellen

EKSEMPEL:

60 m spennlengde temp +20 grader

Finn linjen for fix-nedheng 60 m

Følg den stiplede templinjen ved +20 til den krysser nedhengslinjen

Fra skjæringspunktet til disse linjene trekkes en vannrett strek ut til vestre.

På denne leser vi ut vekt eller nedheng.

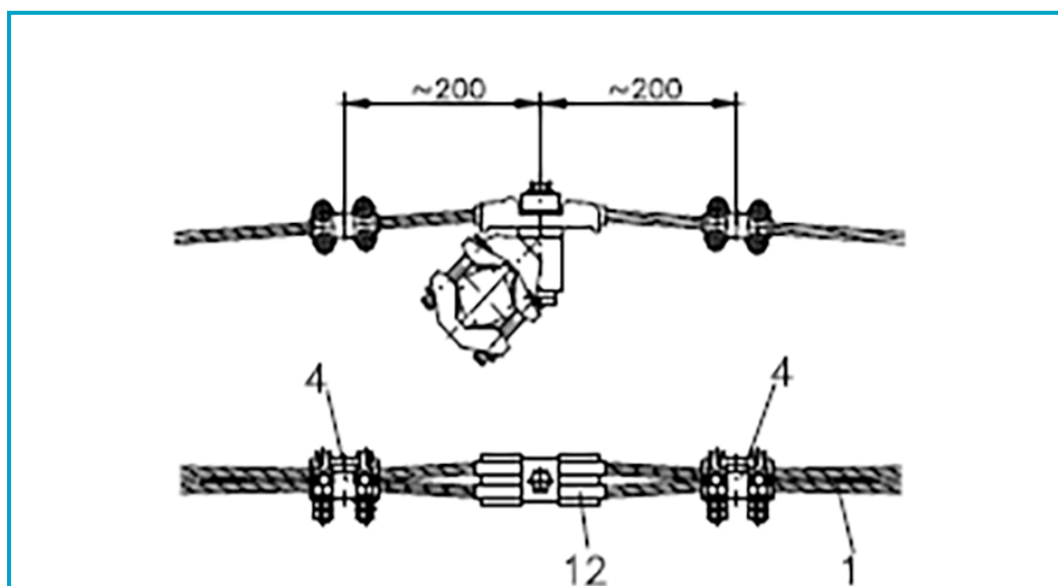
Nedhenget blir da ca. 0,42 m eller 3300 N

Sett opp en bordbit eller lignende i vater 0,42 m under bærelinen i fix-utliggeren Sett på jekk og begynn og stram fix-linen

Mål ned 0,42 m under jekkfestet, og sett opp et bord eller lignende i vater. Sikt så over mot det andre punktet. Da magen på fixlinen flukter med disse punktene har vi riktig innspenning. Jekk inn så mye ekstra som du beregner til slakk ved fastsetting i avspennings klemmen.

Kontroller at masten står i lodd, og juster bardunen til masten står rett Sett fast fixlinen og kontroller at nedhenget fortsatt stemmer.

16.13.2 Låsing av fixlinen i fix-punktet



Figur 16.22 Fastlåsing av fixlinen i fix-punktet

16.13.3 Montering av fix-stropp

Det skal settes inn en fix-stropp mellom bærelinen og kontakttråden, på hver side av fix- utliggeren. Denne stroppen skal ha samme tverrsnitt som bærelinen (Bz II 50 mm²)

Fix-stroppen har som oppgave å holde kontakttråden på plass ved brudd i kontakttråd eller bæreline.

I hengtrådtabellen er monteringspunktet for fix-stroppen markert med en * ved siden av hengetrådnr. xx i dette spennet (se i tabell under)

Lengden på fix-stroppen skal være fem ganger høyden mellom bæreline og kontakttråden. Fix-stroppen skal festes med to tannklemmer til bærelinen 10 cm fra hengetråden, samt med tre strømklemmer i kontakttråden.

Den skal være stram, men ikke så stram at den begynner å løfte kontakttråden (oppstrekk).



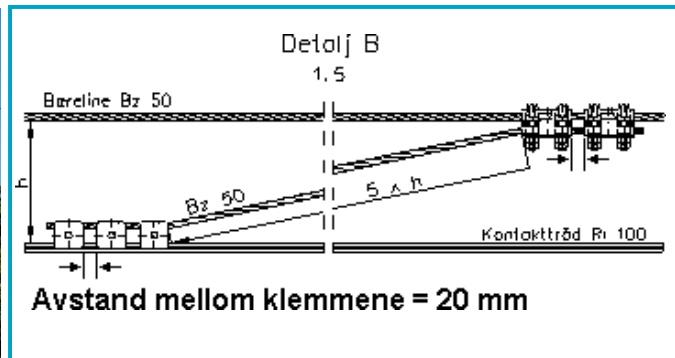
Prosjekt:
 Kristiansand - Marnardal, ledning 12 (Nodeland st., sp. 1)
 Beregning av hengetråder fra Mast: 290 (km: 374,6250) til 327 (km: 376,1911)

Hengetråder. Plassering og kuttelengder.

Mast-nummer	Kuttelengde etter montasje av en kause						Mast-nummer
Y-line i m	Avstand: Innerside kause - Innerside kause						Y-line i m
Systemhøyde	Avstand: Senter bæreline - Senter kontakttråd						Systemhøyde
Utliggertype	Avstand: Mast - Tråd						Spennlengde
Y-line strekk	Avstand: Tråd - Tråd						Avst. Tråd - Mast
Tråd Nr.	FH1	FH2	FH3	FH4	FH5	FH6	
308	1,580	1,286	1,129	1,129	1,286	1,580	310
---	1,334	1,040	0,883	0,883	1,040	1,334	---
1,600	1,402	1,108	0,951	0,951	1,108	1,402	1,600
trykk	5,00	15,00	25,00	* 35,00	45,00	55,00	60,00
---	5,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	5,00
310	1,616	1,404	1,338	1,417	1,621		312
---	1,370	1,158	1,092	1,171	1,375		---
1,600	1,438	1,226	1,160	1,239	1,443		1,600
streck	5,00	14,54	* 24,07	33,61	43,14		48,14
---	5,00	9,54	9,54	9,54	9,53		5,00



Figur 16.23 Montering av fix-stropp

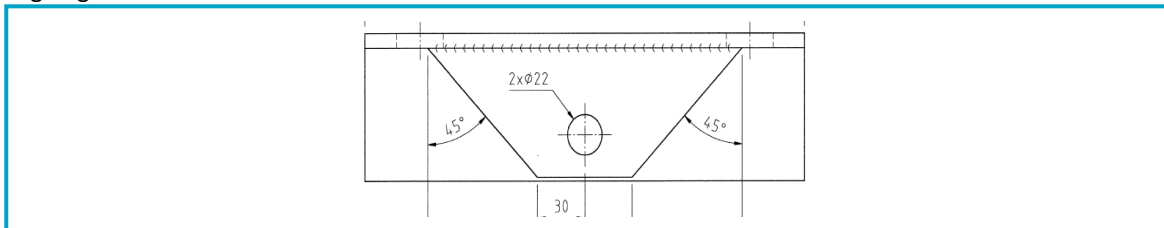


Figur 16.24 Fix-stropp

16.14 DETALJTEGNINGER AV DELER BRUKT I FIX-AVSPENNING

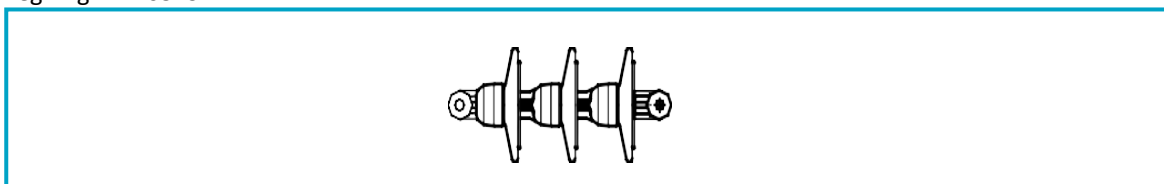
Avspenningskonsoll

Tegning BSEK-201-003

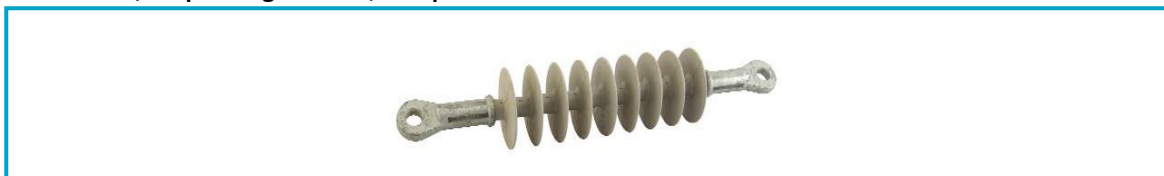


Stavisolator, avspenningsisolator, glass

Tegning EH-705294

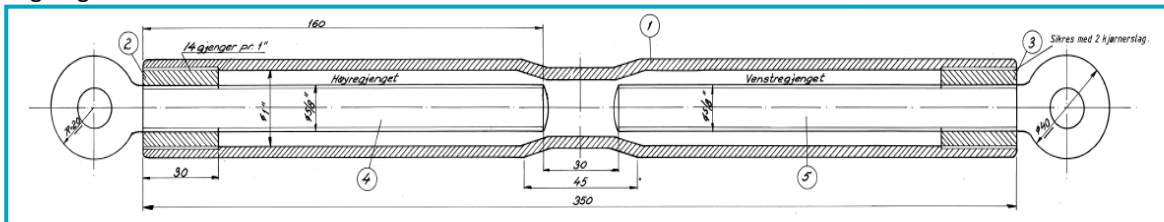


Stavisolator, avspenningsisolator, kompositt



Strekfisk, tett utførelse

Tegning EH-701465-000

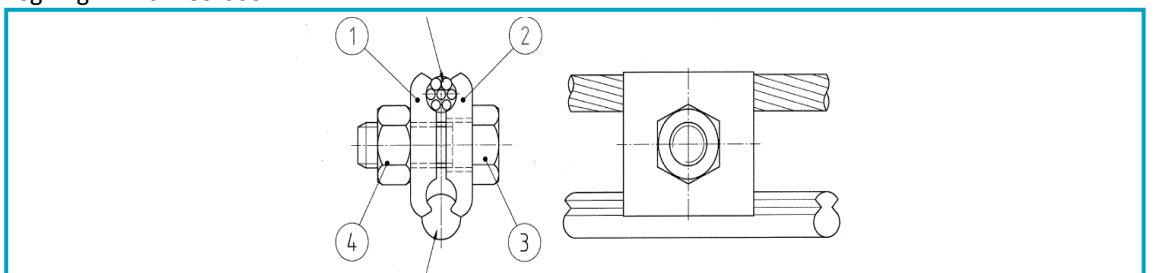


TannKlemme



StrømKlemme

Tegning EH-707283-000



16.16 UNDERLAG TIL KAPITTEL 16

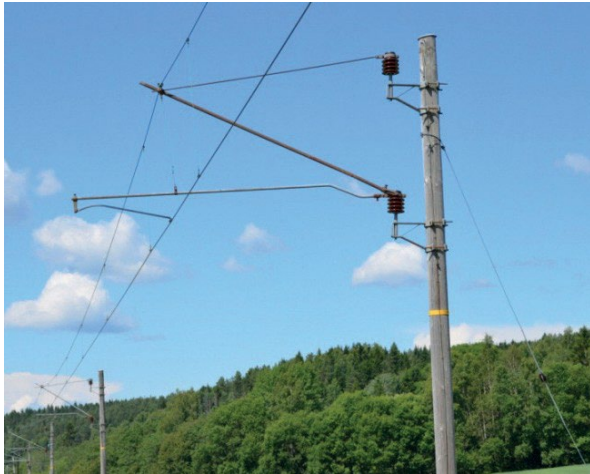
I dokumentet henvises det til utsnitt av følgende tegninger, for tegninger i helformat bruk EH-tegninger System 20

Loddavspenning 2x10 kN utv. Loddlineføring	EH-707469-000
Loddavspenning 2x10 kN innv. Loddlineføring	EH-707254-000
Loddavspenning 2x10 kN tunnel	EH-707319-000
Monteringstegning for konsoll til loddavspenningshjul B-mast	EH-707304-001
Monteringstegning for konsoll til loddavspenningshjul H-mast	EH-707304-002
Monteringstegning for konsoll til loddavspenningshjul HEB-mast	EH-800100-000
Monteringstegning nedre festejern loddføring B-mast	EH-707305-001
Monteringstegning nedre festejern loddføring H-mast	EH-707305-002
Monteringstegning nedre festejern loddføring HEB-mast	EH-800105-000
Konsolljern for loddavspenningshjul B-mast 8,0m – 9,5m	EH-707306-001
Konsolljern for loddavspenningshjul H-mast 8,0m – 10,0m	EH-707306-002
Konsolljern for loddavspenningshjul HEB-mast	EH-800103-000
Detaljtegning nedre festejern for loddføringsrør B-mast	EH-707307-001
Detaljtegning nedre festejern for loddføringsrør H-mast	EH-707307-002
Konsolljern for loddavspenningshjul i tunnel	EH-707323-000
Konsolljern for loddats i tunnel parallelt med veggen	EH-707321-000
Fix-avspenning System 20	EH-707195-000

17 STREKKING OG MONTERING AV LEDNINGER I KL-ANLEGG

I dette kapitlet er det tatt med framgangsmåte for strekking av ledninger som inngår i et kontaktledningsanlegg. Alle ledninger skal behandles forsiktig under uttrekking og strekking. Ingen ledninger skal trekkes over skarpe steiner og kanter av stål, på slike punkter skal det benyttes trinser som ledningen føres i.

Kontakttråden er den ledningen som er mest sårbar ved utkjøring, strekking og montering av hengetråder. Dette fordi det er lett å lage knekker, bulker og vridninger i denne massive Cu-tråden, men det er svært vanskelig å rette ut bulker eller vridningen som har oppstått ved strekking og montering av hengetråder.



Figur 17.1 Eldre kontaktledningsanlegg



Figur 17.2 Strekning med nytt System 20

17.1 FORBEREDELSE TIL STREKKING AV KONTAKTRÅD

God planlegging er viktig i forbindelse med strekking av kontaktråd og bæreline. Det viktigste hjelpemidlet som beskriver anleggets oppbygging og utførelse er for hver ledning er:

- Mastetabell som danner grunnlaget for beregning av:
 - Hengetrådtabell
 - Utliggertabell

Disse tabellene er tilpasset hver enkelt ledning, mens andre tegninger og tabeller gjelder system 20 generelt. Husk at bæreline og kontaktråd bygges i en felles loddlinje.

Hvis ikke trådromlene med kontaktråd og bæreline er merket med ledningsnummer er det viktig med å bruke tabellene for å velge riktig lengde på ledningene.

17.1.1 Trådføring i seksjons- og avspenningsfelt

Ved strekking er det viktig å vite hvordan trådføringen skal være ved avspenningene og om ledningene krysser hverandre. Det må avklares om det er et vanlig avspenningsfelt med veksling eller om det skal være et seksjonsfelt. Avstanden mellom de to kontaktledningene i vekslingsfelt skal være minimum 200 mm. I seksjonsfelt er denne avstanden 450 mm.

Ved hjelp av utligger- og hengertrådtabellen kan en selv tegne opp feltet. I eksemplet under er det feltet mellom ledning 124 og ledning 125 som skal tegnes opp. Begge disse ledningene benytter mastene 3354 og mast 3357.

SIEMENS TS EL EN Transportation Systems

Prosjekt:

Sira - Moi, ledning 124

Beregning av utligger fra Mast: 3330 (km: 474,1239) til 3357 (km: 475,1759)

Beregning av utligger. Maskinkorrigerede data

n	Mast-nummer	MT	A [m]	FH [m]	SH [m]	BF [cm]	BT [cm]	MVK [m]	MN [mm/m]	MHB [m]	ML [m]	EH [m]	UEL [m]	UEH [mm]	R [m]
21:	3350	D	22,40 35,08	4,85	0,400	-30	-30	-3,21	24	-0,148	6,29	1,00	0,00	0	0
22:	3351	D	44,90	4,86	1,000	-30	-30	3,27	30	0,533	5,21	1,18	0,00	0	0
23:	3352	D	40,85 40,85	4,90	1,600	-30	-30	3,31	26	0,142	6,30	1,78	0,00	-95	-472
24:	3353	D	40,32	4,94	1,600	-30	-30	3,01	24	0,180	6,32	1,78	0,00	-150	-300
25:	3354	D	40,63 49,78	4,96	1,600	-30	-30	3,15	28	0,179	6,34	1,78	0,00	-141	-320
26:	3355	A	45,03	4,96	1,600	-30	-30	3,37	16	0,125	6,34	1,78	0,00	-54	-819
27:	3356	A		5,46	1,600	-10	-10	-3,17	16	0,155	6,31	1,78	0,00	52	898
28:	3357	D		5,46	0,700	30	0	-3,18	24	0,263	0,00	0,00	0,00	148	310

BIO

Sicat Candrop Version: 3.0.1.4 13. januar 2006
Copyright © 1984-2006, Siemens AG TS EL EN, All rights reserved.

Sira-Moi ledning 124.EAB Side 3 av 6
5. mars 2007

SIEMENS TS EL EN Transportation Systems

Prosjekt:

Sira - Moi, ledning 125

Beregning av utligger fra Mast: 3354 (km: 475,0466) til 3372 (km: 475,8805)

Beregning av utligger. Maskinkorrigerede data

n	Mast-nummer	MT	A [m]	FH [m]	SH [m]	BF [cm]	BT [cm]	MVK [m]	MN [mm/m]	MHB [m]	ML [m]	EH [m]	UEL [m]	UEH [mm]	R [m]
1:	3354	D	39,33	5,46	0,700	30	0	3,15	28	0,179	0,00	0,00	0,00	-127	-353
2:	3355	A	49,78	5,46	1,600	-10	-10	3,37	16	0,125	6,34	1,78	0,00	-44	-1008
3:	3356	A	46,33	4,96	1,600	-30	-30	-3,17	16	0,155	6,31	1,78	0,00	62	745
4:	3357	D	40,36	4,96	1,600	-30	-30	-3,18	24	0,263	6,26	1,78	0,00	150	305
5:	3358	D	38,32	4,98	1,600	-30	-30	-3,26	16	0,271	6,27	1,78	0,00	150	305
6:	3359	D	38,26	5,01	1,600	-30	-30	-3,23	26	0,217	6,36	1,78	0,00	150	305
7:	3360	D		5,04	1,600	-30	-30	-3,08	19	0,255	6,35	1,78	0,00	150	305

BIO

Sicat Candrop Version: 3.0.1.4 13. januar 2006
Copyright © 1984-2006, Siemens AG TS EL EN, All rights reserved.

Sira-Moi ledning 125.EAB Side 3 av 6
5. mars 2007

17. STREKKING OG MONTERING AV LEDNINGER I KL-ANLEGG

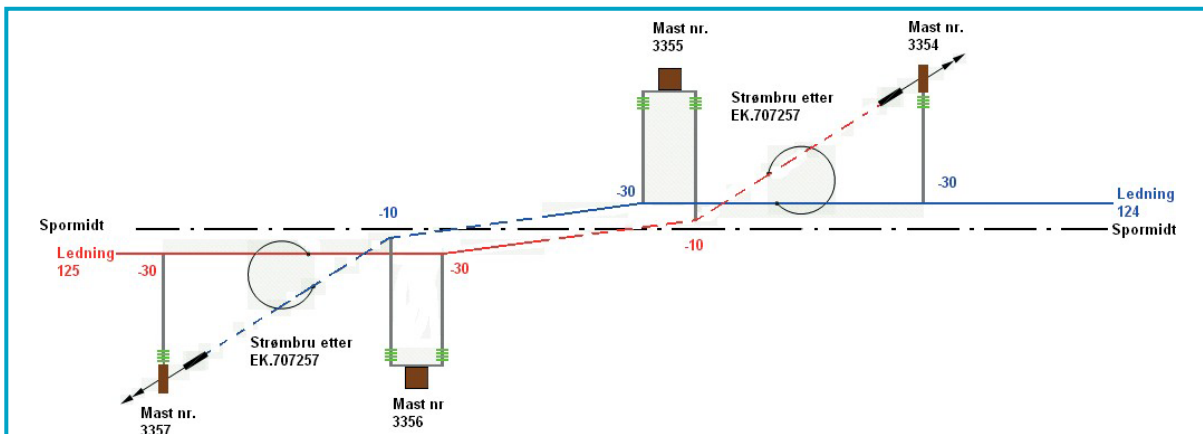
Sett inn verdiene og tegn opp avspenningsfeltet mellom ledning 124 og ledning 125.

SIRA - MOI LEDNING 125. Avspenningsmast merket med *

Mast nummer	3354*	3355	3356	3357	3358	----
SH systemhøyde	0,70	1,60	1,60	1,60	1,60	
BF kontakttrådens sikksakk	30	-10	-30	-30	-30	
FH kontakttrådens høyde	5,46	4,96	4,96	4,96	4,98	

SIRA - MOI LEDNING 124. Avspenningsmast er merket med *

Mast nummer	3357 *	3356	3355	3354	3353	----
SH systemhøyde	0,70	1,60	1,60	1,60	1,60	---
BF kontakttrådens sikksakk	30	-10	-30	-30	-30	---
FH kontakttrådens høyde	5,46	4,96	4,96	4,96	4,94	---



Figur 17.3 Avspenningsfeltet mellom l 125 og l 124

Feltet ved disse avspenningene skal være et seksjonsfelt, men det er en feil i tabellen som gir en avstand mellom ledningene på 40 cm. Her må avstanden økes til 45 cm ved justering av ledningene. Vanligvis legger en til 5 cm på de løftede utliggerne i slike tilfeller. Da får mast 3356 -10 og -30 og 3355 får -30 og -10.

17.2 STREKKING AV KONTAKTLEDNING

Det er ikke et fasitsvar på hva som er riktig framgangsmåte ved strekking av ledning. Fordi det er varianter i utførelsen av de forskjellige arbeidsoperasjonene og arbeidsrutiner fra lag til lag. Derfor kan en måte, være like bra som en annen.

Det er viktig å vite hvilke typer froskekjeffer som skal benyttes ved strekking av tråden.

Til høyere strekk det er i kontaktråden desto viktigere er det å benytte riktig frosk slik at den ikke lager knekk eller riller i tråden. Alle bulker og vridninger som vi ikke klarer å rette ut, vil ved kjøring av målevogn registreres som fraslagn og høye krefter på strømvogter og medfører økt slitasje.

Kontaktledning og bæreline bør henge med riktig strekk i minst en uke før finjustering av hengetråder og montering av Y-liner begynner. Dette fordi bæreline og kontaktråd ikke strekker seg like mye umiddelbart etter at riktig strekk er tilført/påført ledningene. Det er mulig å strekke kontaktråden og bærelinen med den kraften den skal inspennes med, for å redusere sig i ledningene.

Strekking kan utføres i to typer anlegg:

- I et eksisterende KL-anlegg
- På nye parseller

17.2.1 Maskiner

Til strekking av kontaktledningsanlegg skal det benyttes maskiner som ikke deformerer eller skader tråd og liner. Det finnes ulike typer maskiner på markedet, ikke alle er egnet for strekking uten tilpasninger.



Figur 17.4 Eksempel på montasjevogner



Figur 17.5 Eksempel på strekkvogn

17.2.2 Verktøy

17.2.2.1 Jekketaljer

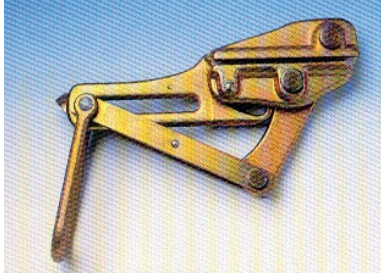


Figur 17.6: Jekketaljer

Til bruk ved strekking av kontaktledning benyttes det kjettingsjekker som tåler lasten som kan oppstå under strekking + en sikkerhetsfaktor. 10kN krever minimum 15 kN jekk og 15kN krever minimum 20kN jekk

17.2.2.2 Strekklemmer for Cu- og Fe-liner (strekkefrosker)

Ved strekking av bæreline i bronse skal det benyttes frosker med V-formet kjeft. Det skal ikke benyttes strekkfrosk med innlagt fil, da denne vil avsette en bruddanvisning i bronselinen. Og etter en stund kan dette medføre at trådkordellene i linen vil ryke og tvinne seg opp fra bærelinen. Bronseline er hard og sprø i forhold til bæreline av kobber.



Til bruk ved strekking av bæreline av bronse BZ II skal frosken ha typebetegnelse:

Type: V-formede bakker Wire \varnothing 4 -14 mm

Maks arbeidslast = 3600 kp

Strekkverktøy for stålwire og harde liner



Til strekking av kontakttråd skal det benyttes strekklemme med rette kjefter. Det kan være innlagt riller i strekklemmen, da det ikke skader kontakttråden og for at den ikke skal skli på ledningen. Ved at strekket økes i kontakttråden i enkelte kontaktledningssystem, kan det oppstå knekk i tråden ved bruk av strekklemmer. For å unngå denne type skade, strekklemme av samme type som på bildet. Denne typen har kreftene sideveis på kontakttråden. Det kan også benyttes lange slagstrekklemmer.

Figur 17.6: Strekkfrosk

17.2.2.3 Arbeidsklemme for strekking av store tverrsnitt på liner

Arbeidsklemme. hus



Kile

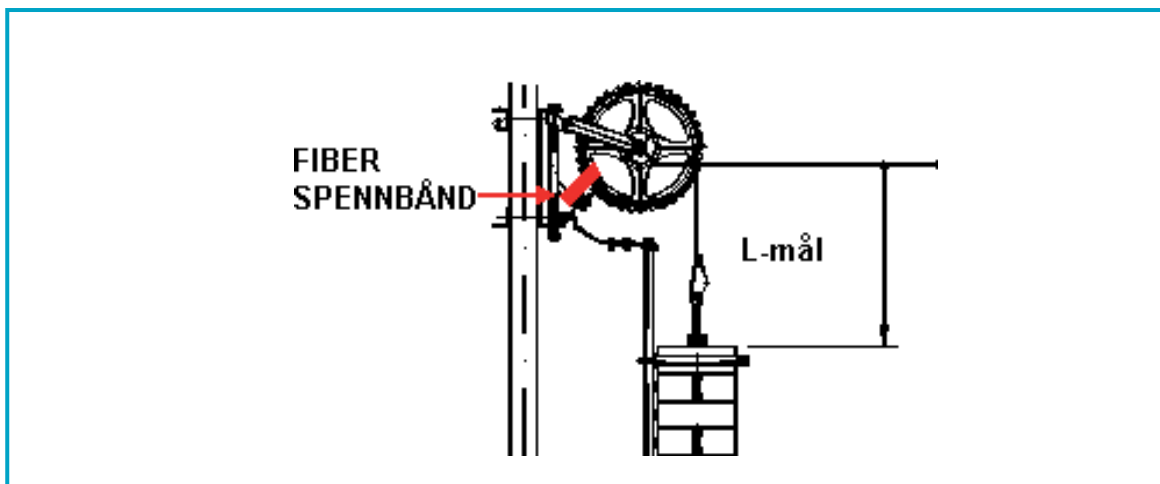
Til strekking av store tverrsnitt benyttes det en arbeidsklemme som består av klemmehus og kile.

Det er laget kiler som passer til hvert Al-tverrsnitt.

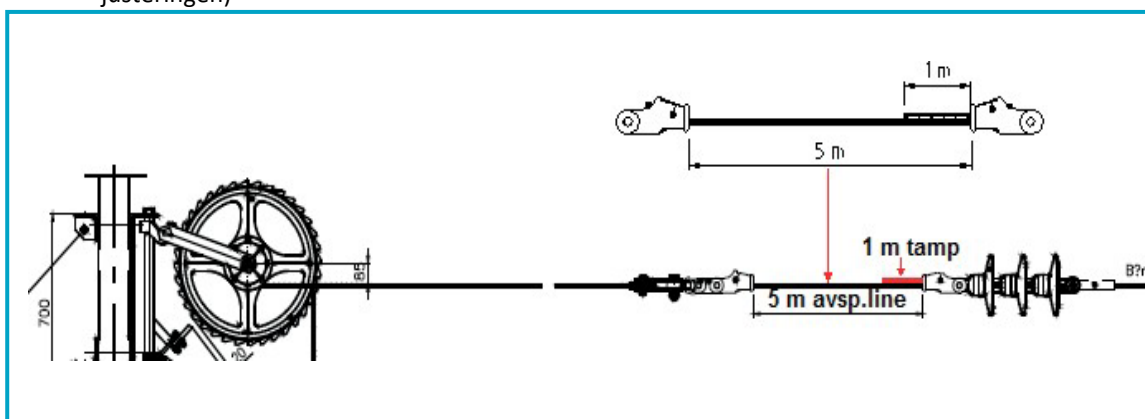
17.3 GRUNNPRINSIPPER VED STREKKING

Det er forskjell på å strekke ledning i et nytt anlegg, og å strekke ledning i et bestående anlegg, men det er noen grunnregler det er greit å ta med:

1. Lås loddavspenningshjulet fast til låselasken i konsollen før strekkingen begynner. Dette må gjøres for at grunninnstillingen på loddatsene ikke skal forandre seg under strekkingen. Både bærelinen og kontaktråden trekkes som regel ut samtidig med strekk i ledningene. Dette strekket gjør at loddavspenningshjulet i perioder frigjøres fra låselasken. Strekket i ledningene er ikke konstant derfor vandrer loddene opp og ned avhengig av strekket. Låsingen av loddavspenningshjulet kan gjøres på forskjellige måter, hovedsaken er at loddatsen ikke forandrer seg. I eksemplet under er det brukt fiber spennbånd til å låse loddavspenningshjulet fast i låselasken på konsollen.



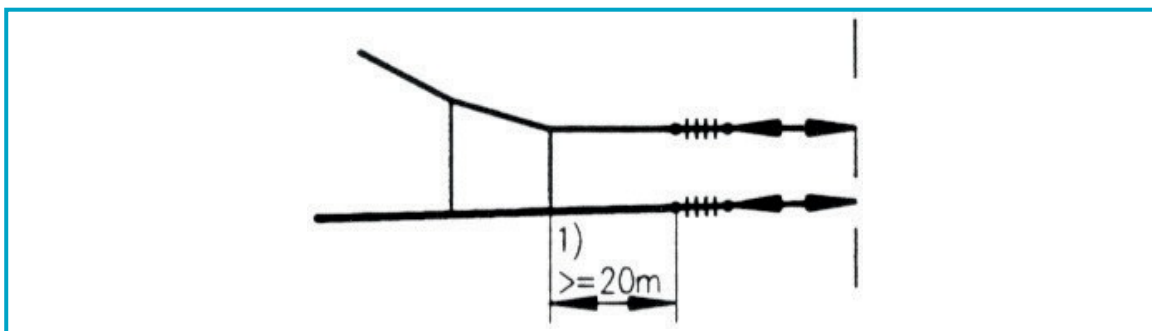
2. Kontroller at linene til loddats og avspenningsliner ligger tett inntil hverandre med riktig antall vindinger på hver side av de små tromlene. Bruk tape for å holde de på plass.
3. Fest den ekstra avspenningslinen på 5 m med en tamp på 1 m, denne settes inn for at det blir lettere å justere loddatsen til slutt. Husk å feste avspenningslinen slik at enden med den lange tampen vender mot ledningsstrekket. (Det blir mer tidkrevende arbeid og foreta justeringen på siden mot avspenningslinene i loddavspenningshjulet da det må settes strekklemmer på begge linene for å få jekket inn strekket. Dessuten blir det ikke strekk i trinsen i avspenningslinen, det kan fort bli feil ved justeringen)



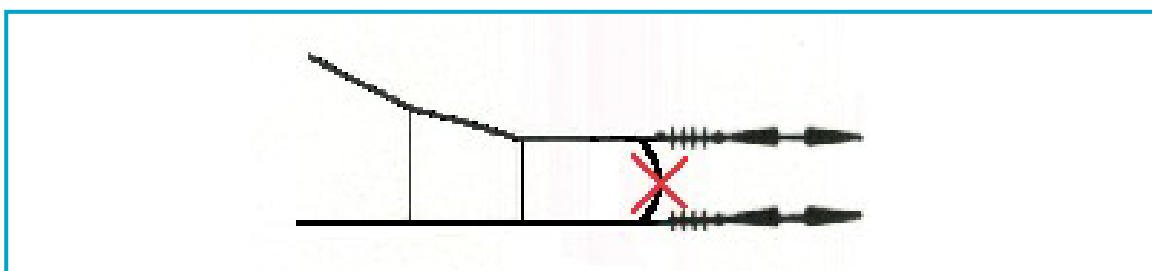
4. Under strekkingen av kontaktråden må det følges nøye med på hvordan profilet av kontaktråden vrir seg både til høyre og venstre under strekkingen. Det er derfor viktig at vridningen rettes opp før kontaktråden festes i kontaktrådklemmen i utliggeren. Det blir veldig mye ekstra arbeid hvis profilet på kontaktråden blir lagt inn feil. For da må alle hengerådklemmer også skrues av og festes på nytt etter at profilet på kontaktråden er vridd på plass. Denne arbeidsoperasjonen må gjøres i hvert spenn helt fra fix mot lodd, til det avsluttes i avspenningen.

17. STREKKING OG MONTERING AV LEDNINGER I KL-ANLEGG

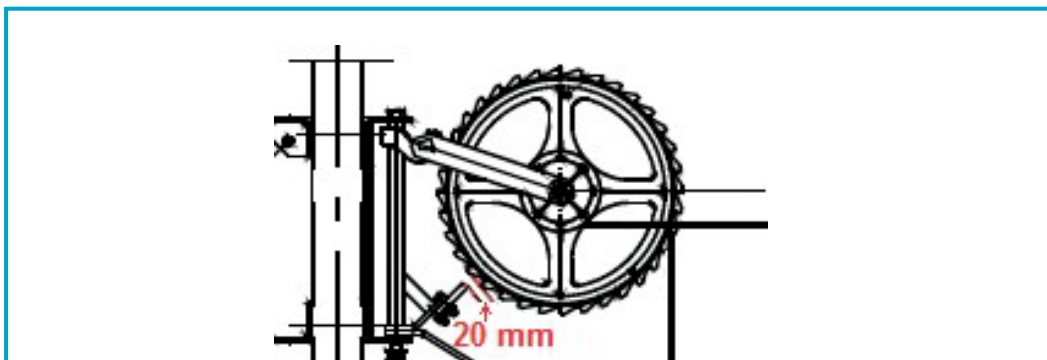
5. Under uttrekkingen så må kontaktråden henges opp i bærelinen midt i spennet for å få nok høyde. Kast ikke bort tid med nøyaktig plassering av hengerådene i ledningen, fordi avstanden mellom disse må justeres seinere. Som regel blir det gjort samtidig med innstilling av utliggerens avstand fra fix-punktet og temperatur. Er det standard A som bygges skal det også settes inn Y-liner i bærelinen, kontaktledningen og bærelinen strekker seg også forskjellig. Kontaktledningsparten bør henge ca. 1 uke og gå seg til, før anlegget justeres ferdig.
6. YH1-hengerådene som er lengdeberegnet til utliggerens Y-line blir for korte fordi de henges direkte på bærelinen. Derfor må det i alle YH-1 hengeråder settes inn en skjøtetråd på ca. 20 cm. for å kunne feste dem til bærelinen til Y- linen kommer.
7. Sett fast bærelinen i fix-punktet, og sett inn fix-stropper mellom bæreline og kontaktråd, før den avspennes.
8. I spennet fra siste hevede utligger og til avspenning, skal det være $> 20\text{m}$ fra siste hengeråd og til isolatorene i avspenningen. Det er et elsikkerhetskrav, ledningen skal ved feil i avspenningen være så lang at den ved et brudd skal rekke ned til bakken og kortslutte hele anlegget. Det er ofte at folk i forbindelse med arbeid ferdes langsetter sporet, og en ledning med spenning som henger like over bakken vil være livsfarlig å berøre.



9. Det skal ikke være strømtige mellom bæreline og kontaktråd ved avspenningen. Så lenge hengeråden er strømbærende



10. Husk! Å justere låselaskene til loddavspenningshjulet i driftsstilling = 20 mm



11. Ledningen bør henge en ukes tid slik at strekket har gått fra seg, før det settes inn Y-liner eller at ledningen justeres ferdig

17.4 BEHANDLING AV KONTAKTRÅD



Figur 17.7 Kontakttråd

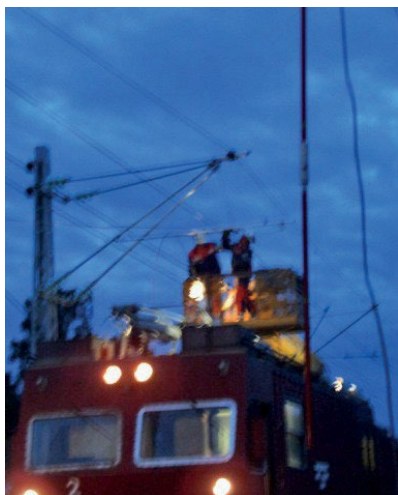
Krav til utførelse av kontaktledningsanlegg fra System 35 og til System 20 er stor. Fra å bygge anlegg med toleranser oppgitt i cm er dette nå redusert til mm, hvordan kontaktledningen ble behandlet var heller ikke så viktig. Strekket i ledningen var også mindre slik at det ble ikke de påkjenningene på ledningen for å få den på plass ved monteringen.

Ble det laget en sleng eller bulk i tråden var ikke dette så farlig fordi hastigheten var lavere og gav mindre fraslag enn det gjør i dag.

Det er spesielt ved strekking og ved innsetting av hengertråder at kontaktledningen blir skadet. Ved strekking blir som regel kontakttråden surret fast sammen med lett direksjonsstag og horisontalstaget. Noen ganger blir denne surringen for stram slik at ledningen blir skadet da utligger vandrer fra side til side under strekkingen på grunn av ulikt strekk under utkjøringen. Ved montering av hengertråder er avstanden fra kontaktledningen og opp til bærelinen så stor at kontaktledningen må løftes opp for at montørene skal nå opp til bærelinen og feste hengertrådklemmen. Kontakttråden blir løftet opp ved at den ligger over kanten på liftkurven og det er fort gjort å få laget en knekk i ledningen. Ved at strekket i ledningen er større nå enn før, blir også knekk-kreftene ledningen blir utsatt for over kurvanten større. Det er lett å lage en bøy i tråden, men den er vanskelig å få rettet ut igjen.

En slik knekk i ledningen vil ved målevognkjøring indikere et fraslag (hardt punkt) og registreres som feil.

17.4.1 Strekking av ny ledning i gammelt kontaktledningsanlegg



Å strekke ledning i et eksisterende kontaktledningsanlegg er både tid og arbeidskrevende. Fordi disponerings tidene er så knappe, er det meget viktig å ha gjennomført en god planlegging i forkant av arbeidene.

Detaljplanleggingen må gjennomføres ute på strekningen sammen med formenn på hvert arbeidslag. I denne planleggingen gjennomgås detaljer ved sikkerhet i forbindelse med riving av den gamle ledningen og strekking av den nye ledningen. En viktig del av planleggingen er å gjennomgå hvordan den nye ledningen skal monteres i avspenningsfeltene på hver ende. På stasjonsområder der det er sporveksler og kryss må man legge kontakttråden for gjennomgående spor lavest (underste tråd). Bærelinene må ofte føres over eller under eksisterende eller andre liner uten at de gnager på hverandre når ledningen er ferdig justert. Det må ikke gjøres for mange feil under strekkingen eller med nødvendige tilkoblinger, tilpasninger og justeringer av den nye ledningen. Den nye ledningen skal som regel ha en slik kvalitet at togene kan kjøre med streknings hastighet.

17. STREKKING OG MONTERING AV LEDNINGER I KL-ANLEGG

Strekking av kontaktledning blir som regel utført i en togfri periode

Da spordisponering av strekningen er etablert og arbeidsstedet er frakoblet og jordet kan arbeide starte. Det første som gjøres er å rive bæreline, kontakttråd, fjerne gamle utligger og montere de nye utligger på strekningen. Da dette er gjort, festes og legges kontakttråd og bæreline riktig i avspenningsfeltet slik at strekkingen kan starte.

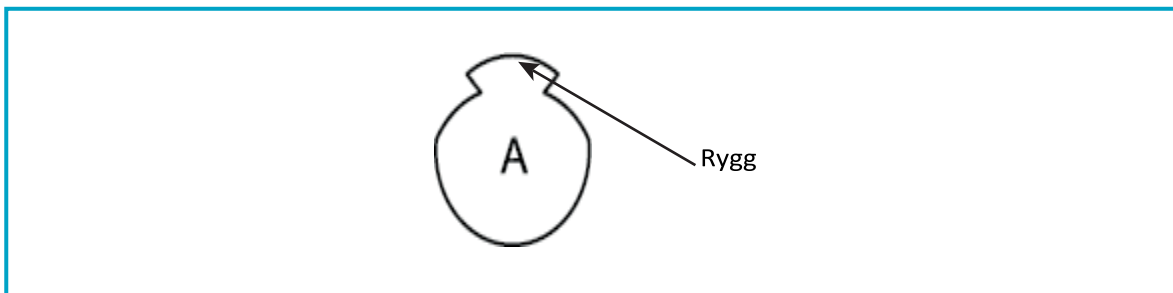
Da bæreline og kontakttråd er festet i avspenningsmasten kan strekkingen starte.

Strekkvognen kjører først ut på strekningen med bæreline og kontakttråd hengende i utkjøringstrinser i krana.

På strekkvogna er tromlene til bæreline og kontakttråd spent fast i trommelstativer som er utrustet med brems. Ledningene blir kjørt ut med et strekk i ledningene på ca. 800-900 kg.

Mannskapet på første arbeidsmaskin som kommer etter strekkvogna og har bærelinen liggende i spiret, og som legges på plass i bærelineholderen ved hjelp av dette. Kontaktledningen ligger i en trinse påsatt på liften. Hele tiden under utkjøringen må montørene holde rett på profilet av kontakttråden slik at denne ikke blir vridd under kjøringen fra mast til mast. Det kreves trening til dette da kontakttråden roterer rundt under utkjøringen, ofte kan dette være 1-1,5 omdreining til en side, for så å dreie tilbake 1 omdreining. Disse omdreiningene på ledningen kan skje flere ganger i en spennlengde. Det er ikke annet verktøy til dette enn å føle med fingrene og ha en klar hjerne å vite hvor ryggen på kontakttråden er og feste den riktig til kontakttrådklemmen i utliggeren.

Blir dette feil, er det mye ekstra arbeid fordi alle Klemmer må løses for å få denne feilvridningen med ut til loddatsen. Det vil si at ryggen skal ligge opp. Se figur 17.8



Figur 17.8 Skisse av kontakttrådprofil

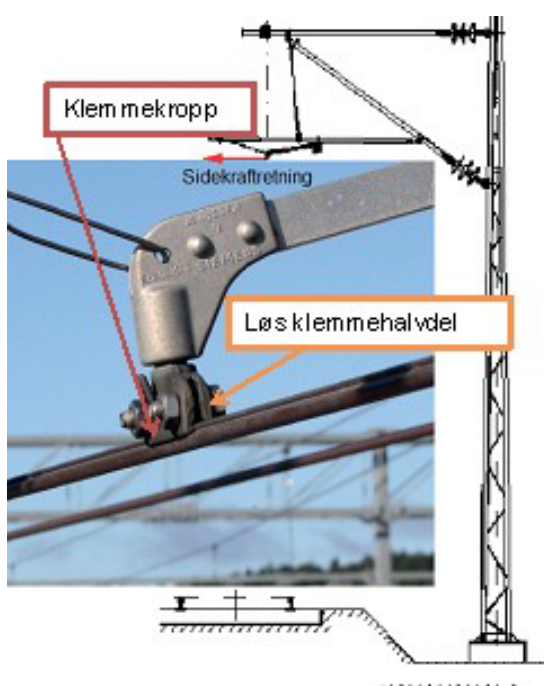


Mannskapet på arbeidsmaskin nr 2 setter umiddelbart i gang med å sette inn hengetråder i ledningen fra loddavspenningen og mot fix-avspenningen. Kontakttrådklemmen på hengetråden skrues fast i kontakttråden og det benyttes karabinkrok til å feste hengetråden i bærelinen. Avstanden mellom hengetrådene blir satt fast etter skjønn. Utligger og hengetråder finjusteres ca. 1 uke etter strekking.



Kontakttråden settes på plass i kontakttrådklemma på lett direksjonsstag.

17.4.2 Montering av kontakttrådklemme



Kontakttrådklemmen skal monteres slik at den klemmehalvdelen som er festet til lett direksjonsstag (klemmekroppen) skal oppta sidekreftene i kontaktledningen.

Skrueene på klemmen skal ved monteringen innsettes med kobberfett

Tiltrekkingsmoment = 30 Nm

17. STREKKING OG MONTERING AV LEDNINGER I KL-ANLEGG

Da halve ledningen er strukket er det som regel en fix-avspenning. Her må kontaktråd og bæreline settes fast i fix-utliggeren. Det må også settes inn fix-stropper mellom bæreline og kontaktråd på begge sider av utliggeren.



Kontaktråd og bæreline strukket fram til avspenningen på motsatt ende. Bæreline og kontaktråd er avspent etter L-måltabellen.



I begge avspenningsfeltene må ledningene tilpasses til riktig avstand mellom trådsettene 20 cm i avspenningsfelt og 45 cm i seksjonsfelt.

Som regel må lengden av hengetrådene tilpasses på stedet. Før det kan settes spenning på ledningene må det monteres inn strømbruer og strømtiger i avspenningsfeltet på hver ende.

Som regel er det ikke tid til å sette inn isolatorer og koble til bryter i seksjonsfeltene da ledningene blir strukket. Dette blir gjort på et senere tidspunkt.



Har det blitt knekker eller bulker på kontaktråden så må man rette ut disse så godt man kan. Til dette finnes det to typer verktøy. Eksempel på verktøy.

Figur 17.9 Verktøy for retting av kontaktråd

17.4.3 Strekking av ledning på nye parseller

Det kan benyttes andre arbeidsmetoder på nye parseller i forhold til på banestrekninger med daglig drift. Noen av arbeidsmetodene er nedlagt i programmer og tabeller utarbeidet av Bane NOR. På høyhastighetsbaner strekkes bærelinen først og denne monteres ferdig med Y-liner og hengetråder før kontakttråden strekkes. Dette gir en mer skånsom behandling av kontakttråden. Fordi da er høydelinjen for kontakttråden gitt, og ledningen festes direkte i de ferdig oppsatte hengetrådene og legges inn i kontakttrådklemmen i utligger. På denne måten unngås denne løftingen av kontakttråden over kurvkanten på liften ved påsetting av hengetråder.

17.5 BESKRIVELSE SYSTEM 20

Bane NOR System 20 er delt i tre systemløsninger, avhengig av byggemåte og kjørehastighet.

17.5.1 Standard A

Beregnet for kjørehastigheter opptil 200 km/t med en strømvaktaker på fri linje og stasjoner. Systemet er med Y-line og er beregnet for strekninger med kurveradius > 800 m.

- Maksimal ledningslengde er 2 x 750 meter
- Maksimal spennlengde 65 m

Største avvik i spennlengder

For kontaktledningssystemer med dimensjonerende hastighet over 160 km/h skal forskjellen i spennlengde mellom to etterfølgende spenn ikke overskride 20% av lengden for det lengste spennet.

Antall utligger

For kontaktledningssystem med dimensjonerende hastighet over 160 km/h skal det ikke være flere enn 11 bevegelige utligger mellom bevegelig avspenning og fastpunkt. Dette antallet kan økes på grunnlag av en gjennomført beregning.

For kontaktledningssystem med dimensjonerende hastighet mellom 160 og 200 km/h skal systemhøyden normalt være:

- 1,60 meter på fri linje
- Mellom 1,60 og 1,30 meter under åk og andre konstruksjoner
- Endring av systemhøyde fra en mast til neste skal for dette hastighetsområde ikke overskride 0,30 meter
- Strekkfordelingen på bæreline 10 kN, kontakttråd 10 kN

17.5.2 Standard B

Beregnet for kjørehastigheter opptil 160 km/t med en strømvaktaker på fri linje og stasjoner. Systemet er uten Y-line og kan brukes på strekninger med kurveradius < 800 m.

- Maksimal ledningslengde er 2 x 650 m.
- Strekkfordelingen er bæreline 10 kN, kontakttråd 10 kN.

Størst avvik i spennlengder

For kontaktledningssystemer med dimensjonerende hastighet opptil 160 km/h skal forskjellen i spennlengde mellom to etterfølgende spenn ikke overskride 30% av lengden for det lengste spennet.

Antall utliggere

For kontaktledningssystem med dimensjonerende hastighet opptil 160 km/h skal det ikke være flere enn 15 bevegelige utliggere mellom bevegelig avspenning og fastpunkt.

Dette antallet kan økes på grunnlag av en gjennomført beregning.

For kontaktledningssystem med dimensjonerende hastighet mellom 160 og 200 km/h skal systemhøyden normalt være:

- 1,60 meter på fri linje
- Mellom 1,60 og 1,30 meter under åk og andre konstruksjoner
- Endring av systemhøyde fra en mast til neste skal for dette hastighetsområde ikke overskride 0,30 meter
- Strekkfordelingen er bæreline 10 kN, kontakttråd 10 kN

17.5.3 Standard C₁

Beregnet for tunneler med hastighet opptil 200 km/t med en strømvaktaker, det kan bygges både med og uten Y-line. Systemet har en systemhøyde på minimum 0,75 m og er beregnet for strekninger med kurveradius > 5000 m.

Strekkfordelingen er bæreline 13 kN, kontakttråd 13 kN.

17.6 MONTERING AV UTLIGGERE

Montering av utligger foregår vanligvis fra revisjonsvogner eller fra skinne/veimaskiner. Alle System 20 utligger skal være ferdig bygget, og merket med stasjon/strekning, mastenummer og ledningsnummer. Som regel monteres utliggerkonsollene og utliggerisolatorene ferdig i mastene, før utligger settes opp. Muttere på bøyene i isolatorene skal være oppskrudd og de bør være plassert på oversiden av isolatoren.

HUSK! Boltene til feste av utliggerisolatoren i mastekonsollen skal monteres i samme retning i øvre og nedre konsoll. Dette gjelder for alle utligger på hele ledningen.

Tiltrekkingsmoment av bøyer på isolatorer = 56 Nm

17.6.1 Arbeidsmetode ved montering på ikke trafikkert spor

1. Løs opp sammenbindingen på utliggeren
2. Sett strekkstaget inn i isolatoren i øvre konsoll, og påse at trykkstaget flukter med nedre konsoll før strekkstaget skrues fast
3. Løft opp trykkstaget og nedre isolator, slik at trykkstaget glir på plass i nedre isolator og skru trykkstaget fast
4. Sett på plass hengetråden i hengetrådkrokene i utliggeren
5. Kontroller at lett direksjonsstag og vindsikringen henger fritt og er på plass
6. Hvis det ikke er vindsikring på utliggeren, sett inn lett direksjonsstag med riktig lengde i holderen og surr fast direksjonsstaket til horisontalstaket med en strips
7. Ved montering av utligger i avspennings eller seksjonsfelt

Her skal den utliggeren som er hevet (løftet) monteres på den utliggerkonsollen, som er nærmest loddavspenningen.

17.6.2 Arbeidsmetode ved montering i og ved trafikkert spor med disponering

Ved trafikkert spor blir som regel utliggerne montert i nye master inne blant de gamle mastene. De blir først tatt i bruk da de gamle utligger og ledningen rives og den nye ledningen strekkes.

På denne måten blir utliggeren plassert i et område der den blir omgitt av spenning fra kontaktledning og returledning og det er trafikk på sporet.

Da må utliggeren sikres på følgende måte:

1. Horisontalstaket med lett direksjonsstag og vindsikring må løftes og bindes fast til trykkstaket
2. Utliggeren må bindes fast til masten, slik at den ikke kan blåse ut i eksisterende kontaktledningsanlegg
3. Hvis det benyttes tråd som kan lede strøm ved fastbinding av utliggeren skal tråden surres fast mellom skjørta på isolatoren og masten. Dette gjøres for at utliggeren skal være utisolert fra masten. Hvis utliggeren sliter seg fra festet og blåser ut i kontaktledningen,
4. vil den ikke kortslutte anlegget. På samme måte er det hvis det går blank returledning i masten, utliggeren vil ikke føre spenning fra returledningen og inn til mastejord og ut på skinnene. Dette kan i enkelte tilfeller gi signalfeil, og forstyrrelse av togtrafikken

17.7 JUSTERING AV UTIGGER OG MONTERING AV CUPALBLIKK I BÆRELINEHOLDEREN

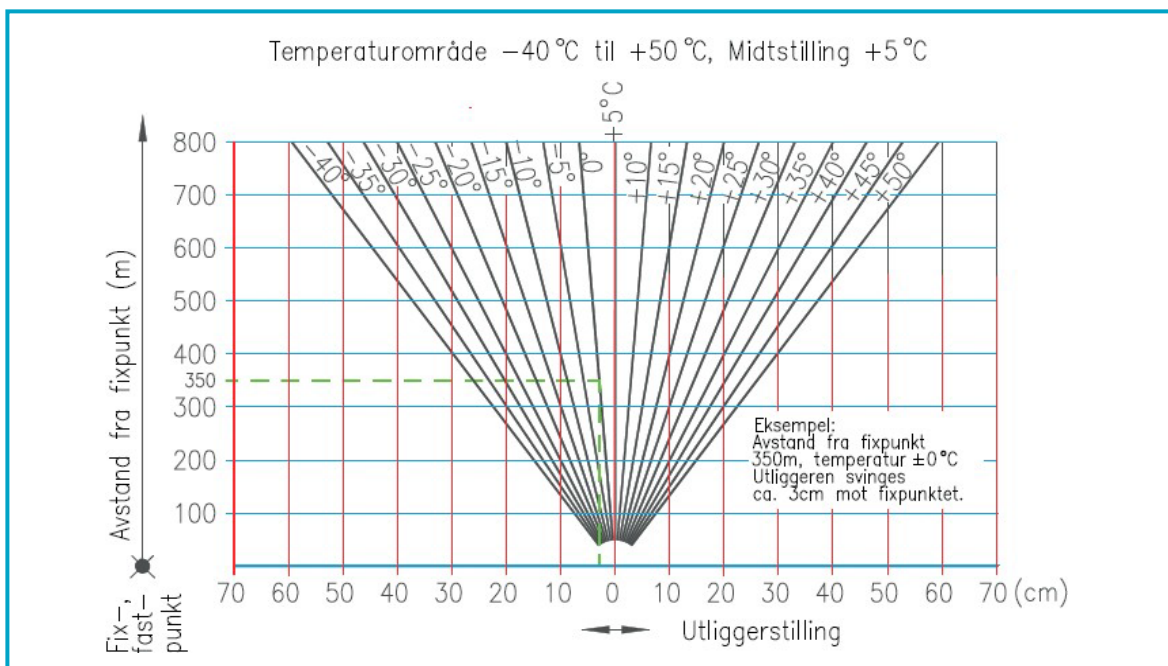
Alle utligger skal settes vinkelrett mot sporet. Fra den vinkelrette posisjonen skal utliggeren forskyves i forhold til avstand fra fix-punktet, dette er likt for alle standarder. Til lengre utliggeren er fra fix-punktet til lengre må den forskyves sideveis. Om utliggeren skal forskyves fra eller mot fik-punktet er avhengig av temperaturen.

17.7.1 Eksempel på bruk av tabell for innstilling av utligger

I eksempelet under er avstanden 350 fra fix-punktet og trådtemperaturen er 0°C. Tallene på venstre side angir avstand fra fix-punktet.

Tallene på den nederste vannrette linjen er forskyvning som skal gjøres i cm.

1. Finn avstanden fra fix-punktet i lengdeaksen til venstre 350 m og lag en vannrett linje mot høyre til den treffer linjen som er merket med 0°C
2. Trekk en loddrett linje ned til den nedre linjen
3. Denne linjen treffer mellom 0 cm og 10 cm
4. I dette tilfellet vil det si at utliggeren skal forskyves ca. 3 cm mot fikspunktet. (se grønn linje i tabellen under)
5. Forskyv utliggeren sideveis i riktig retning fra fix-punkt. I tabellen ser du at alle forskyvinger mellom 0°C og -40°C så skal utliggeren forskyves mot fix-punktet. Dette gjøres fordi kontakttråd og bæreline krymper ved synkende temperatur, og som følge av dette beveger loddsatsen seg høyere opp i masten.



Figur 17.10 Innstilling av utligger avhengig av temperatur og avstand fra fix-punkt

17.7.2 Pressing av cupalblikk på bærelinen ved feste til bærelineholder

Det må monteres cupalblikk på bærelinen før den skrues fast i bærelineholderen. Dette må gjøres fordi det blir en galvanisk korrosjon mellom BZ II i bærelinen og Al-legeringen i bærelineholderen.

Cupalblikk leveres i 2 størrelser:

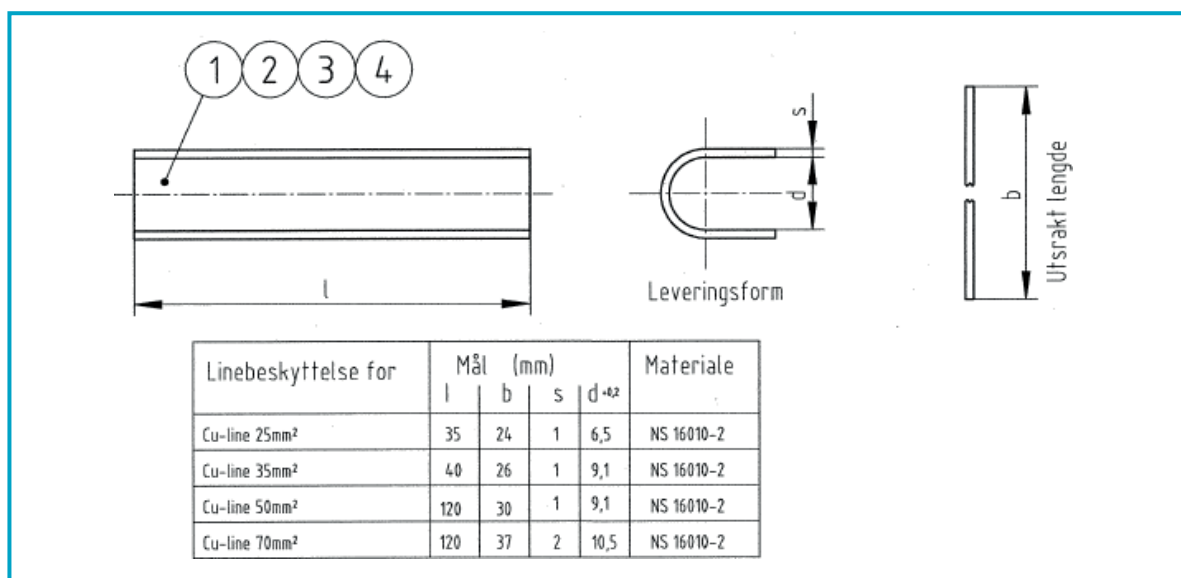
- 50 mm² Bz II System 20
- 70 mm² Bz II System 25

Cupalblikket presses fast til bærelinen ved bruk av tang tilpasset riktig tverrsnitt.

Det er viktig at cupalblikket blir presset fast sentrert etter bærelineholderen. Det er viktig at cupalblikket stikker på utsiden av holderen på begge sider.



Figur 17.11 Cupalblikk og presstang



Figur 17.12 Utsnitt fra EH-707331

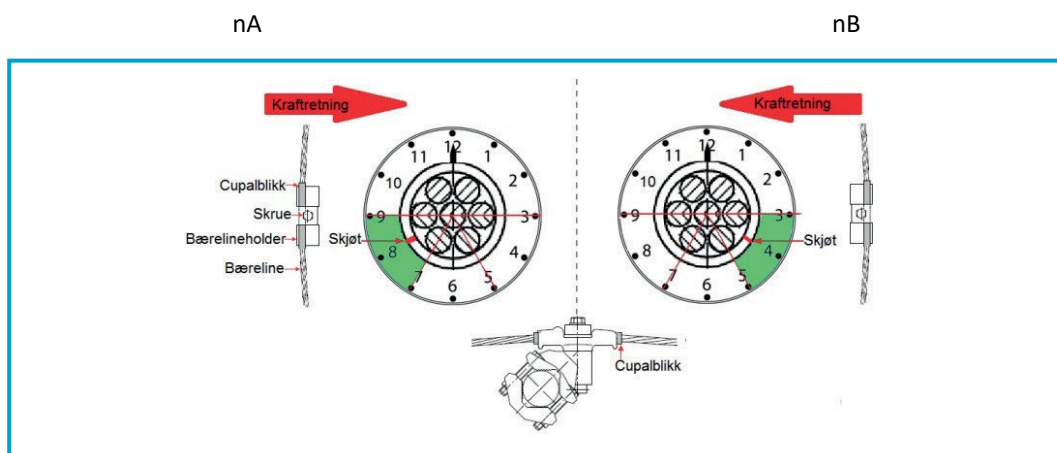
17.7.3 Plassering av skjøten til Cupalblikket

Bærelinen med Cupalblikk plasseres i bærelineholderen slik at skruen er på den siden kraften virker. Skjøten i Cupalblikket skal plasseres på motsatt side av kraftretningen.

Under er det tegninger utformet som en 12 timers urskive.

Figuren til venstre viser montering i en nA strekkbelastet utligger, skjøten skal plasseres mellom KL. 7 og 9.

Til høyre er det montering i en nB trykkutligger, skjøten skal plasseres mellom KL. 3-5. Cupalblikket skal stikke likt ut på begge sider av bærelineholderen. Dette skal gjøres for at det ikke skal dryppe vann med innhold av Bz II ned på bærelineholderen.

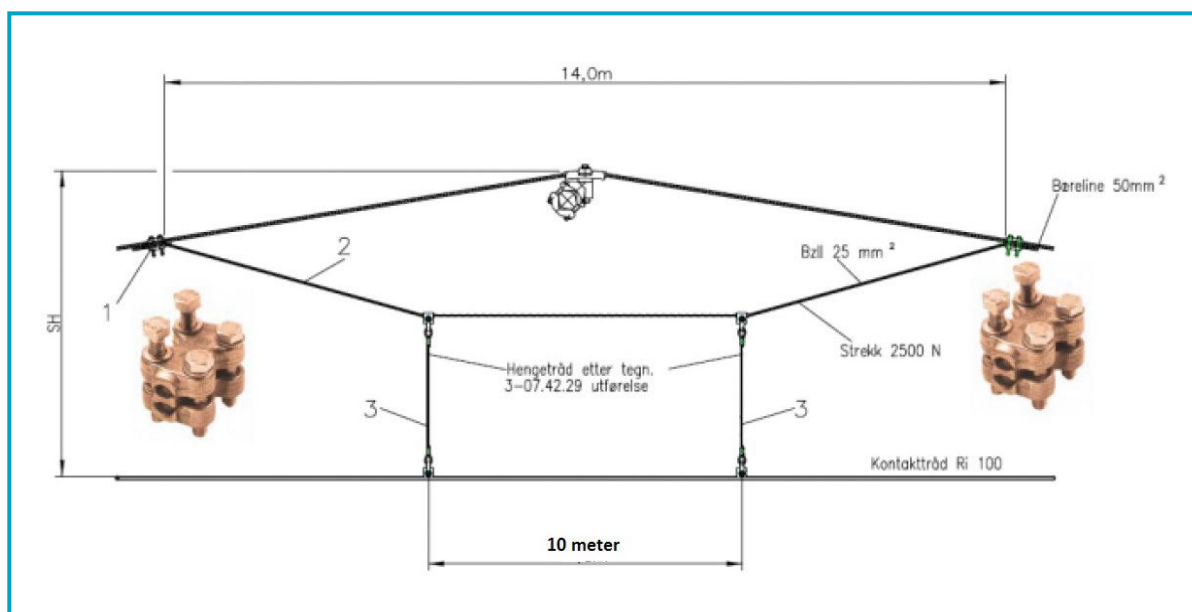


Figur 17.13 Montering av Cupalblikk i bærelineholderen

17.8 Y-LINE

Hensikten med Y-line er at den skal dempe de bølgekreftene i kontakttråd og bæreline som strømvtageren setter i gang da den glir langs kontakttråden. Når bølgene kommer til utliggeren møter de et hardt punkt, og noen av bølgene snur og kommer tilbake i møte med strømvtageren. Dette medfører at det blir ujevnt trykk mellom strømvtager og kontaktledning og dette kalles fraslag. I takt med at hastigheten øker, vil kraften av de møtende bølgene bli større. Ved å montere Y-line i utliggeren, vil det meste av kraften til disse bølgene passere gjennom Y-line som er montert i utliggeren og videre ut i neste spenn. Ved at disse bølgene passerer gjennom Y-line blir det en roligere kontakttråd og jevnere trykk mellom strømvtager og tråd i det spennet strømvtager befinner seg. Da bølgekreftene i kontakttråden er redusert, kan togene holde større hastighet uten å få fraslag mellom strømvtager og kontakttråd. For at ledningsbølgene skal passere gjennom Y-line i utliggeren med minst mulig motstand må Y-line være montert riktig. Y-line skal også sørge for et flatt område rundt utliggeren slik at nedhenget ikke begynner ved denne.

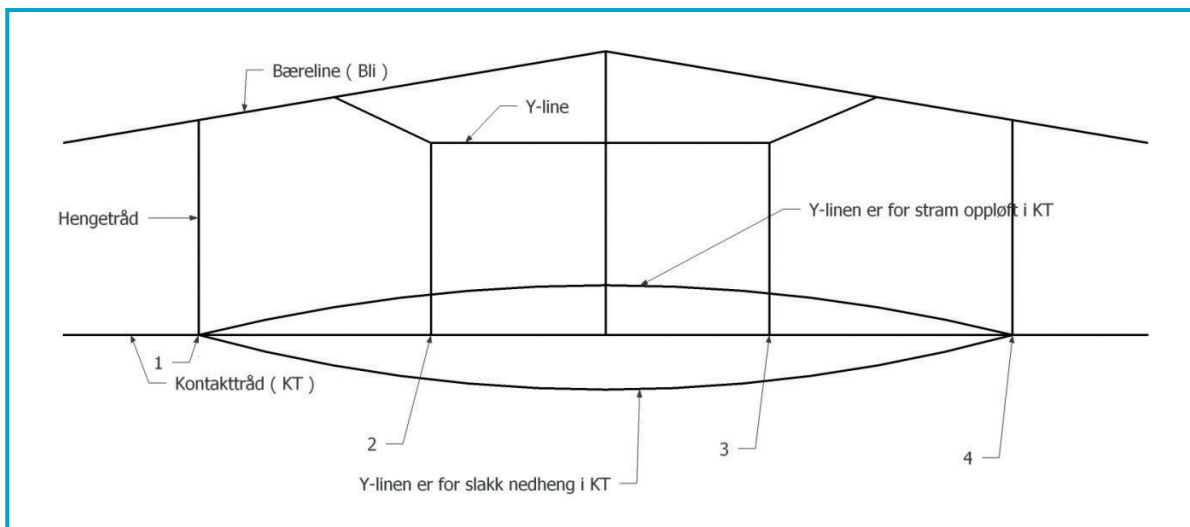
17.8.1 Y-line Klemme



Figur 17.14 Y-line Klemme

17.8.2 Montering av Y-liner

1. Bærelinen bør ha hengt oppe under strekk i minst en uke, før det settes på Y-liner. Det finnes ulike verktøy som er utviklet for innspenning av Y-line. Det kan også benyttes en liten jekk og strekkmanometer.
2. Y-line skal kappes 0,25 m lenger enn det som er oppgitt i hengerådtabellen. (for feste til monteringsverktøy)
3. Montering av Y-liner skal begynne ved fix- punktet og gå i retning mot bevegelig avspenningen.
4. Juster alle utligger i henhold til tabell i EH-707161-000 og press cupalblikk på bærelinen og skru den fast i bærelineholderen før Y-line monteres.
5. I System 20 er Y-line i bronse 25 mm² BZ II og lengden er 14 m. Det måles 7 m fra midt bærelineholder og ut på bærelinen på den ene siden her festes Y-line fast i Klemmen.
6. Trekk Y-line under strekkstaget og til motsatt side og fest line til innspenningsverktøyet. Stram opp Y-line til oppgitt innspenning i tabellen (normalt 2400 N), og sett den fast med taklemmen. Surr fast den 25 cm lange tampen på Y-line til bærelinen.
7. Kontroller at Y-line ikke ligger og gnisser mot utliggerens hengeråd i stål.
8. Press kobberblikk på Y-line og sett på hengerådene. (Flury hengerådsklemme skrues fast direkte til Y-line uten kobberblikk)
9. Se på tegningen nedenfor, og kontroller at hengerådene stemmer etter denne. Hengerådene 1, 2, 3 og 4 skal ligge på samme kontakttrådshøyde når Y-line er riktig justert



Figur 17.15 Feil som kan oppstå ved montering av hengeråd i Y-liner

17.9 STREKKING MED AUTOTRANSFORMATOR OG STREKK AV AT-LEDNINGER

Tverrsnitt på AT-ledere

Hvilket tverrsnitt som skal benyttes på en AT-strekning skal beregnes. I Bane NORs AT-nett benyttes det 2 forskjellige tverrsnitt på Al ledningene.

Al 240/61

F.nr. 250.205.60, hårdtrukket, blank line, kan strekkbelastes

Normer: [DIN 48201/T5] og [IEC 1089]

Tverrsnitt: 242,54 mm² Ytre linediameter: 20,3 mm

Tråddiameter: 2,25 mm

Vekt: 6,7 N/m

Materiale: aluminium, kan strekkbelastes

Al 400/61

Fnr. 250.205.62, hårdtrukket, blank line, kan strekkbelastes

Normer: [DIN 48201/T5] og [IEC 1089]

Tverrsnitt: 400,14 mm²

Ytre linediameter: 26,0 mm

Tråddiameter: 2,89 mm

Vekt: 11,04 N/m

Materiale: aluminium, kan strekkbelastes

17.9.1 Krav til utførelse med ledninger i luft

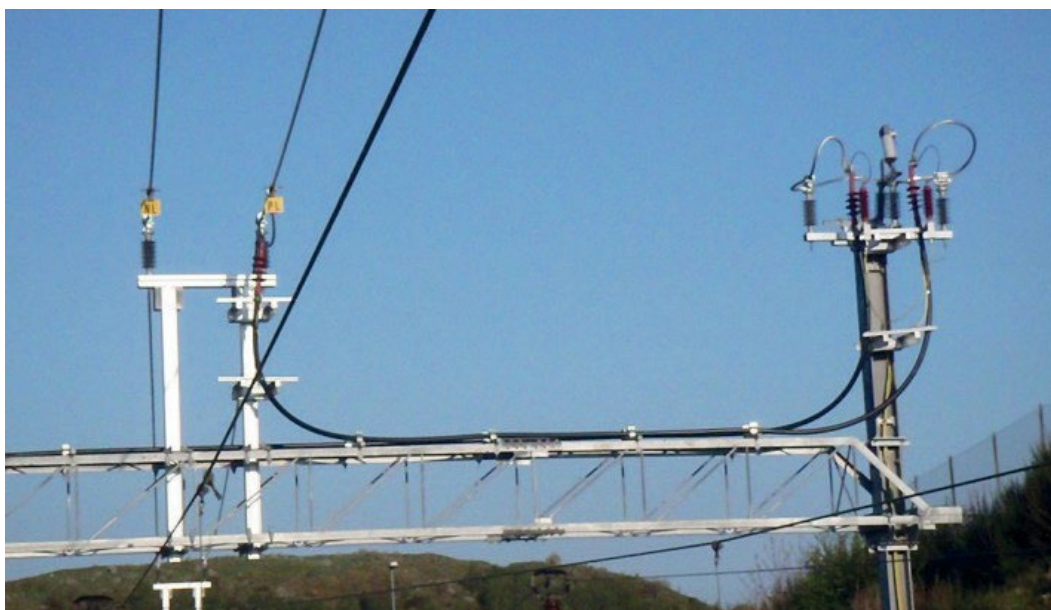
- PL- og NL-ledningene skal plasseres horisontalt symmetrisk om toppen av KL-mast.
- Normal faseavstand bør være 1000 mm ± 50 mm
- Faseavstanden bør ikke være særlig større enn 1000 mm da dette gir økt systemimpedans.
- Ved mastene bør ledningene ha en minimumshøyde 10,0 m over SOK.
- Ved kryssing av sporet skal det kontrolleres at avstanden mellom bæreline og AT- lederne er minst 2,0 m også når det er tatt hensyn til de dimensjonerende temperatur og snøforholdene på stedet.
- Ved kryssing over KL-anlegget, samt ved kryssing over veier og beferdede områder skal AT- ledningene ha forsterket oppheng. Ved bruk av gjennomslagssikre stående isolatorer kan man bruke bare en i kryssingen, se FEF § 6-2
- AT-lederes avstand til skrånende terreng minimum 4,5 m, se FEF tabell 6-2
- AT-lederes avstand til bygninger minimum 6,0 m, se FEF tabell 6-2

17.9.2 Plassering av lederne og krav til merking

- Positivlederen (PL) skal alltid være lengst mot høyre sett i stigende km-angivelse på enkeltsporet strekning. Stigende km-angivelse er med ryggen mot Oslo.
- På dobbeltsporet strekning skal PL lederen være nærmest kontaktledningsanlegget.
- Positiv- og negativlederen skal merkes med varig og godt synlig skilt «PL» og «NL». minimum ved:
 - alle tilkoblinger eller avgreininger til lederne i AT-systemet
 - alle overganger mellom luftledning og kabel
 - alle brytere
 - alle autotransformatorene



Figur 17.16 Plassering av AT-ledere



Figur 17.17 Merking av AT-ledninger PL til høyre og NL til venstre

17.9.3 Avstand mellom PL og NL ledningene og kontaktledningsanlegget

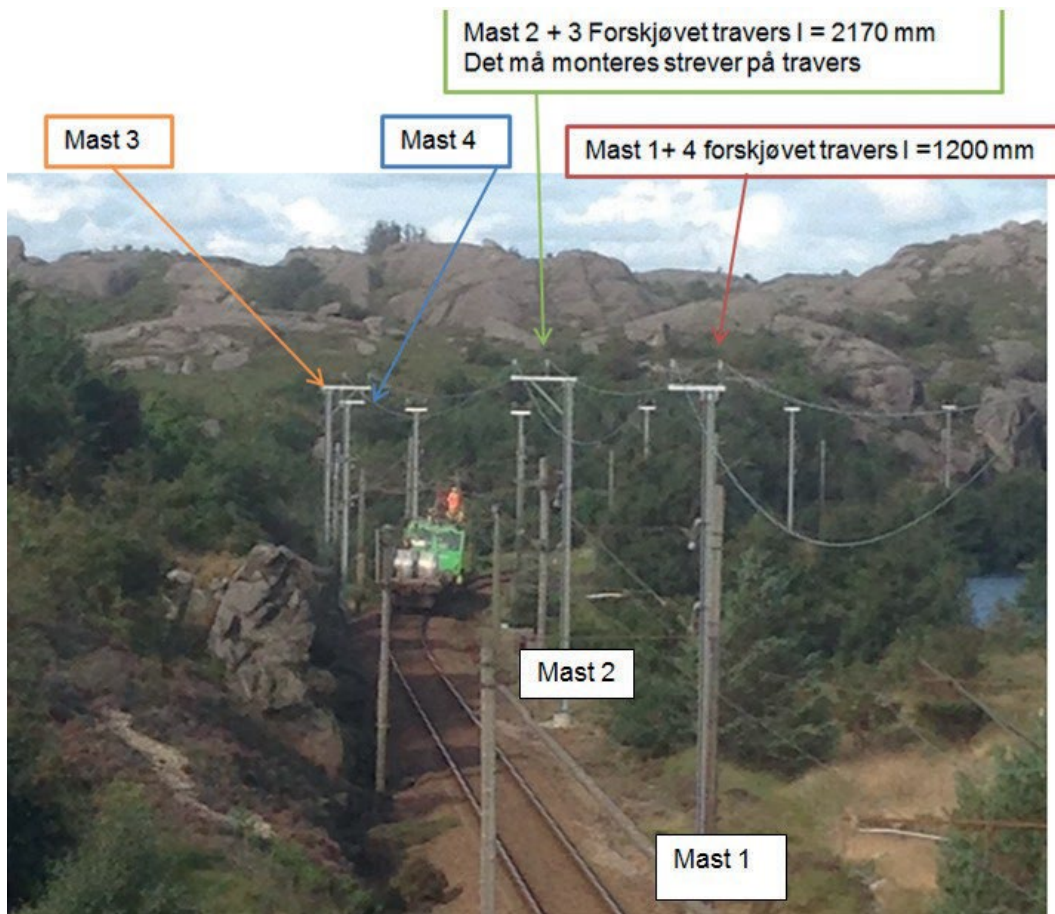
- Alle anlegg skal planlegges og bygges slik at det teknisk er mulig å frakoble og jorde/ kortslutte KL-anlegget samtidig som det er spenning på AT-nettet.
- Avstanden mellom AT-nettet og spenningsatte deler i kontaktledningen bør i ugunstig tilfelle ikke være mindre enn 2,0 m direkte målt hvor som helst i et ledningsspenn.
- Avstanden til andre kryssende høyspenningslinjer, avstanden over terreng, avstand til vegetasjon etc. skal være i henhold til FEF 2006 tabell 6- 2.
- Maksimal pilhøyde midt i spenn finnes for AT-ledningene når aluminiumliner er innspent i henhold til tabell:
 - Linetverrsnitt mm 2400-61 EH-800053-008
 - Linetverrsnitt mm 2240-61 EH-800053-006
- Den maksimale pilhøyden oppstår enten ved høy temperatur eller ved 0 °C med snø og islast på ledningen. Tabellene går til maksimalt 50 °C. Dersom lederne har en temperatur nær sitt maksimalt tillatte (70 °C) vil pilhøyden i verste fall kunne være større enn tabellene viser. Så høy driftstemperatur vil imidlertid svært sjelden forekommende for AT-ledningene. Maksimal pilhøyde ved 50 °C ansees derfor å være tilstrekkelig i vurderingene her.

I tabellene er det tatt hensyn til sig av ledningen.

60 m spennlengde er normalt maksimal spennlengde og den maksimale pilhøyden etter tabellene EH-800053-006 og EH-800053-008 er om lag 2,0 m. Direkte avstand mellom PL/NL og bæreline midt i spenn blir da om lag 3,8 m. Ved kryssing av sporet vil den direkte avstanden bli mindre og det skal kontrolleres om avstanden mellom nærmeste AT-leder og KL-anlegget er minst 2,0 m direkte målt. Eventuelle tiltak for å oppnå dette skal iverksettes.

Økning av strekket i ledningene utover tabellene nevnt ovenfor, for å få mindre pilhøyde kan ikke gjøres uten at det medfører bruk av kurvebarduner eller kraftigere dimensjonerte master og fundamenter.

På AT-strekningen Egersund - Hellvik er det utarbeidet et konsept med å bruke 2 lengre traverser som forflytter AT-ledningene inn mot sporet for dette reduserer kurvekraftene ved kryssingen. Ved denne løsningen slipper man å bruke kurvebardun på mastene. En slik kryssing skal utføres på minst 4 master. Vær oppmerksom på at ved kryssing av spor med AT-ledninger i luft så skifter også PL og NL ledningene plass. Derfor må ledningene merkes med PL og NL skilter ved hver mast. På steder der AT-ledningene kommer for nærme terrenget kan samme løsning benyttes, da slipper man å montere skjermer eller inngjerding av mast. Se figur 17.19



Figur 17.18 Kryssing av spor ved bruk av 4 traverser som er forskjøvet

17.9.4 AT-ledningenes høyde over KL-anlegget ved kryssing

Avstanden mellom AT-ledningene og bærelinen i KL-anlegget skal være minimum 2 m. FEF 2006 kap.6.4 tabell 6.2. Avstanden skal være 2,0 m også når det er tatt hensyn til den dimensjonerende temperatur og snøforholdene på stedet. Det bør unngås å krysse i spenn med vekslingsfelt eller seksjonsfelt. I tilfelle dette må gjøres må man måtte benytte høyere KL-master for å oppnå tilstrekkelig avstand til den «løftede» ledningen i vekslingsfeltet.

Eksempel, kryssing: 45 m spennlengde gir for AT-ledere maksimalt 1,4 m pilhøyde. Pilhøyde for bæreline (BL) er om lag 0,35 m. Det gir høyde PL/NL ca. 8,6 m, høyde BL ca. 6,9 m. Direkte målt avstand i kryssningspunktet om lag 1,7 m.

For å sikre tilstrekkelig avstand mellom systemene (AT-ledere og KL-system) ved kryssing kan følgende tiltak iverksettes:

- høyere master slik at PL og NL kommer høyere
- lavere kontakttrådhøyde slik at bærelinen også kommer lavere
- mindre systemhøyde i KL-anlegget som også gir lavere bæreline kortere spennlengder i spennet der kryssing skjer.

Ved kryssing over KL-anlegget, samt ved kryssing over veier og beferdede områder skal AT-ledningene ha forsterket oppheng, se FEF § 6.2. Ved benyttelse av gjennomslagssikker stående isolatorer, kan det brukes en istedenfor to isolatorer som er kravet.

17.10 HØYSPENNINGSKABLER

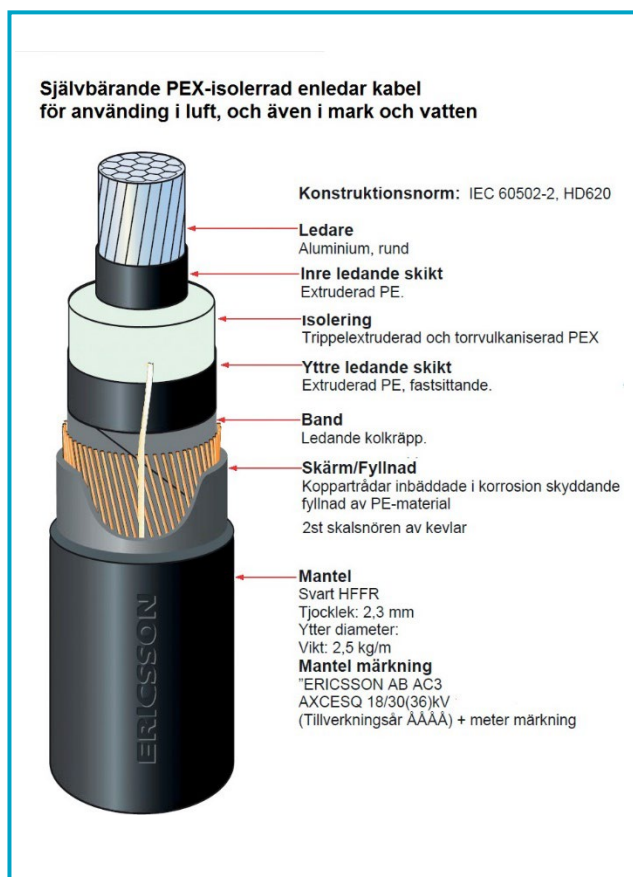
Høyspenningskabler kan benyttes der det ikke er mulig å fremføre AT-lederne som blanke ledninger. Eksempler er tunneler, under overgangsbruer og i spesielle tilfeller på stasjoner eller andre områder der blanke liner ikke er egnet av el-sikkerhetsmessige årsaker (avstander til terreng, bygninger, vegetasjon og lignende). Hvis høyspenningskabelen skal forlegges med strekk må det benyttes selvbærende kabel.

Kabelverrsnitt skal velges for å tilfredsstille nødvendig strømføringsevne for forventet belastningsstrøm på strekningen.

17.10.1 Selvbærende høyspennings kabel

Disse kabeltypene kan forlegges som hengekabel, på kabelstiger, KLamres eller forlegges i kabelkanal.

Denne kabeltypen benyttes som kabel for AT ledere for AT ledere og FL, ML og FSL.



BV-AXCES 1x240/35(80), 36 kV
Normer [IEC 3323, Kat. C]
Tverrsnitt 1 x 240 mm²
Ytre line diameter 43,0 mm
Vekt 22,00 N/m (2,24 kg/m)
Materiale aluminium

BV-AXCESQ 1x240/35(80), 36 kV
Normer [IEC 3323, Kat. C]
Tverrsnitt 1 x 240 mm²
Ytre line diameter 43,0 mm
Vekt 24,00 N/m (2,45 kg/m)
Materiale aluminium

BV-AXCES 1x400/35(80), 36 kV
Normer [IEC 3323, Kat. C]
Tverrsnitt 1 x 400 mm²
Ytre line diameter 45,0 mm
Vekt 2,4 kg/m)
Materiale aluminium

BV-AXCESQ 1x400/35(80), 36 kV
Normer [IEC 3323, Kat. C]
Tverrsnitt 1 x 400 mm²
Ytre line diameter 46,2 mm
Vekt (2,7 kg/m)
Materiale aluminium

17.10.2 Forlegning av kablene for PL og NL

Skal forlegges sammen, men med minst en kabeldiameters avstand for å sikre tilstrekkelig kjøling av kablene.

- Maksimal avstand mellom kabel for PL og NL kan være større enn én kabeldiameter, men bør ikke overstige faseavstanden for NL og PL fremført som luftledninger (normalt 1000 mm).
- Ved behov for korte kabler, slik som under overgangsbruer, i tunneler etc. kan en av følgende forlegningsmetode brukes:
 - Kabler med høy strekkfasthet
 - Kabelkanal mellom KL-mastene
 - Kabler henges på ikke-strømførende wire innspent mellom KL-mastene.

17.10.3 Overgang mellom AT-ledere i luft og kabler i tunell

På bildene under er det eksempel på overgang fra luftledninger og til kabel som skal gå gjennom en tunell. Kablen blir lagt i åk for å krysse sporet og ned i masten for deretter å bli lagt i kabelkanal gjennom tunnelen. I avspenningsmasten er kablene strekkavlastet og det er montert overspenningsvern for kablen.



Figur 17.19 Overgang fra AT-ledere i luft og til kabel



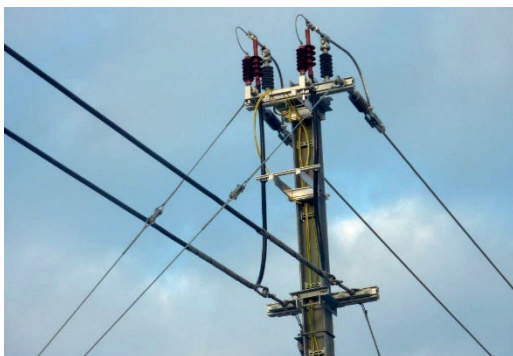
Figur 17.20 Kabel inn i tunnel

17.10.3.1 Overgang fra AT-ledere i luft og til kabel i luft

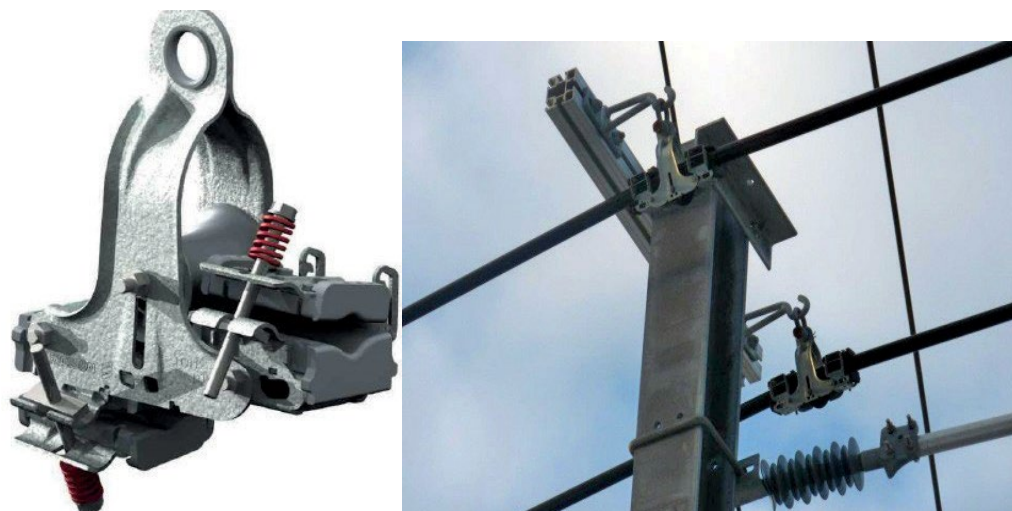


På steder det ikke er mulig å benytte uisolerte AT-ledere blir det benyttet strekkfast kabel.

Til avspenninger av kablen benyttes det avspenningsspiraler. Som du ser av bildet er spiralene som benyttes store og kraftige.



På bildet er det eksempel på overgang mellom uisolerte AT-ledninger og til kabel i luft. Det er montert en ekstra travers i masten til feste av avspenning av den selvbærende kablen.



Figur 17.21 Mellomfester til selv bærende kabel

17.10.3.2 **Strekktabell, kabel type BV-AXCES 1x400/35(80), 36 kV**

Kabel som blir strukket i luft må strekkes etter strekktabell.

1.5 **AXCES™ 1x400/35 36 kV, An 50 meter, initial strain 32 N/mm² at 0°C Adjustment table**

°C	Tension N	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
30	8359	0,04	0,14	0,32	0,57	0,90	1,29	1,76	2,30	2,91	3,59
25	8851	0,03	0,14	0,31	0,54	0,85	1,22	1,66	2,17	2,75	3,39
20	9419	0,03	0,13	0,29	0,51	0,80	1,15	1,56	2,04	2,58	3,18
15	10079	0,03	0,12	0,27	0,48	0,74	1,07	1,46	1,90	2,41	2,98
10	10848	0,03	0,11	0,25	0,44	0,69	1,00	1,36	1,77	2,24	2,77
5	11748	0,03	0,10	0,23	0,41	0,64	0,92	1,25	1,63	2,07	2,55
0	12800	0,02	0,09	0,21	0,38	0,59	0,84	1,15	1,50	1,90	2,34
-5	14022	0,02	0,09	0,19	0,34	0,53	0,77	1,05	1,37	1,73	2,14
-10	15427	0,02	0,08	0,18	0,31	0,49	0,70	0,95	1,24	1,58	1,94
-15	17019	0,02	0,07	0,16	0,28	0,44	0,63	0,86	1,13	1,43	1,76
-20	18788	0,02	0,06	0,14	0,26	0,40	0,57	0,78	1,02	1,29	1,60
-25	20718	0,01	0,06	0,13	0,23	0,36	0,52	0,71	0,93	1,17	1,45
-30	22785	0,01	0,05	0,12	0,21	0,33	0,47	0,65	0,84	1,07	1,32

AXCES 36kV 1x400/35 HDPE AL59 32 N/mm², Normal: 50, Mean: 50
 Constr. template 0°C 12800 N, 0,59 m, 937
 Ice load template 4m APE 14713 N, 1,00 m, 1596
 0 C after perm elongation 8578 N, 0,88 m, 1398

AXCES 36kV 1x400/35 HDPE AL59 32 N/mm², Normal: 50, Mean: 50
 Cold template -30°C 22785 N, 0,33 m, 526
 Cold template -40°C 27234 N, 0,28 m, 440
 Cold template -10 C 15427 N, 0,49 m, 777
 Short circuit 150 deg 3845 N, 1,96 m, 3120

AXCES 36kV 1x400/35 HDPE AL59 32 N/mm², Normal: 50, Mean: 50
 Setting-out template +50°C/6m 5704 N, 1,32 m, 2103
 Setting out template +70 deg 5131 N, 1,47 m, 2338
 Setting out template +80 deg 4901 N, 1,54 m, 2448
 Setting out template +90 deg 4698 N, 1,61 m, 2554

17.11 SEKSJONERING AV KONTAKTLEDNINGSNETTET

Lengde på kontaktledningsseksjoner bør maksimalt være 6 km dersom hver KL-seksjon mates via en skillebryter fra PL midt på seksjonen (T-mating). Ved endematede KL-seksjoner bør lengden være maksimalt 3 km.

17.11.1.1 Seksjonering av AT-ledere ved autotransformatorer

AT-lederne skal kunne seksjoneres ved hver autotransformator.

- Normalt skal bryterne for seksjonering plasseres i masten nærmest autotransformatoren.
- Unntak: Bryterne kan, der stasjonsutforming gjør det hensiktsmessig for frakobling, ha disse plassert ved innkjørsignalene.

Det skal benyttes 2-polede lastskillebrytere som gir samtidig brudd i PL og NL. Alle brytere i PL og NL bør være fjernstyrt.



Figur 17.22 Seksjonering av PL og NL med 2-polet lastskillebryter

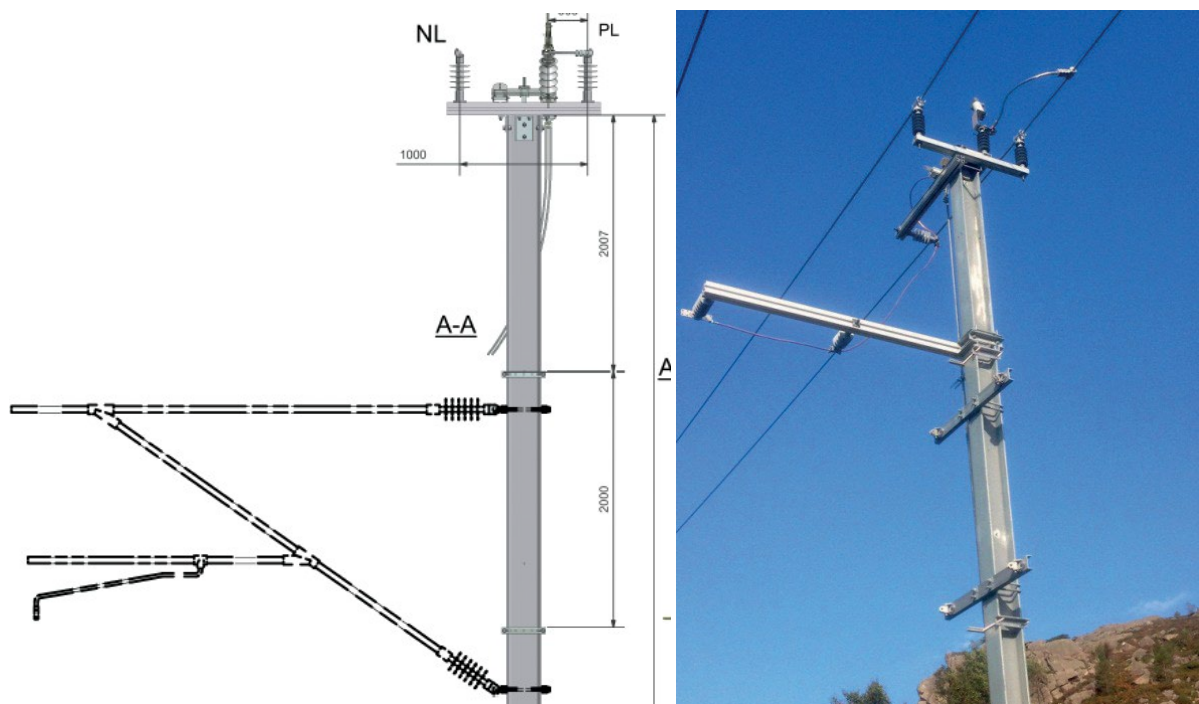
17.12 AVSTANDSKRAV I AT ANLEGG

På strekninger AT-anlegget bygges med minst 2,0 m avstand mellom AT-ledningene og KL- anlegget vil det bli enklere å gjøre vedlikeholdsarbeid på KL-anlegget. Da blir det mulighet til å ha spenning på AT-ledningene og tog kan kjøre på begge sider av der KL-anlegget er frakoblet og jordet. Dette kan gi både flere muligheter og lengre tid for å arbeide på KL-anlegget. Det er Leder for elsikkerhet (LFS) som i hvert enkelt tilfelle bestemmer om det kan arbeides på KL- anlegget med spenning på AT-lederene.

17.12.1 Nedføring fra PL leder til kontaktledningsanlegget

Til hver kontaktledningsseksjon skal det føres ned forbindelse fra PL ledningen. Denne nedføringen skal føres ut på den løftede utliggieren i masten og videre til KL-anlegget. Som regel blir denne gjort midt på seksjonen som gir en T-mating og da kan lengden på seksjonen være ca. 6 km. Hvis det er endemating så seksjonslengden være 3 km. Ved hvert nedføringspunkt skal det settes inn en 1-polet skillegryter med fjernstyrt manøvermaskin.

Dette gjøres for at det skal være mulig å frakoble KL-anlegget for å utføre arbeid/vedlikehold selv om det er spenning på AT-ledningene. Elsikkerhetstiltak skal vurderes i hvert enkelt tilfelle.



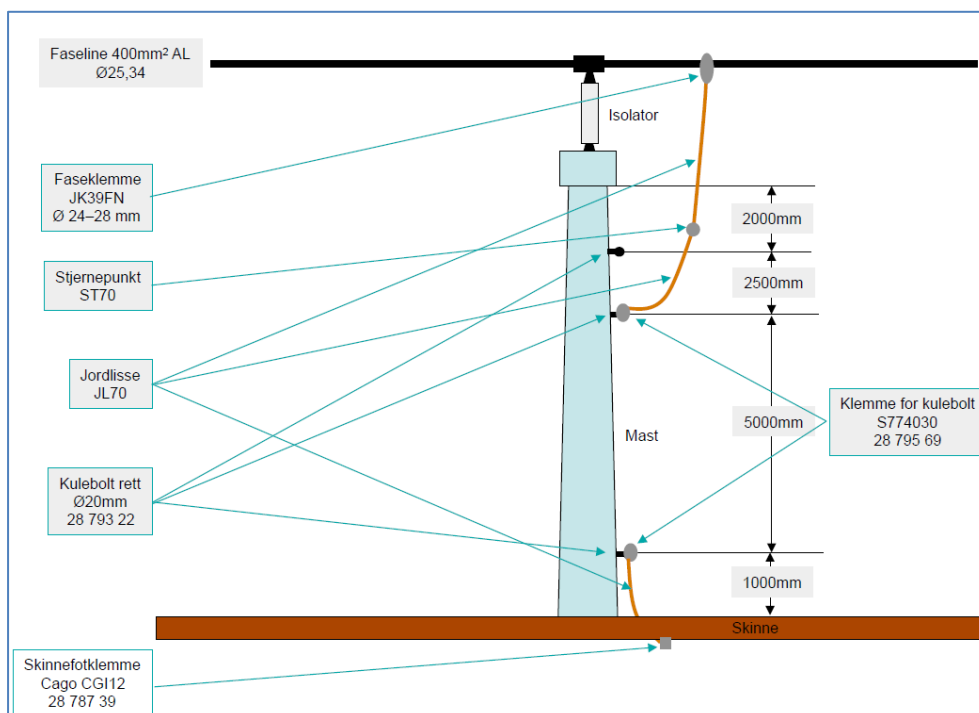
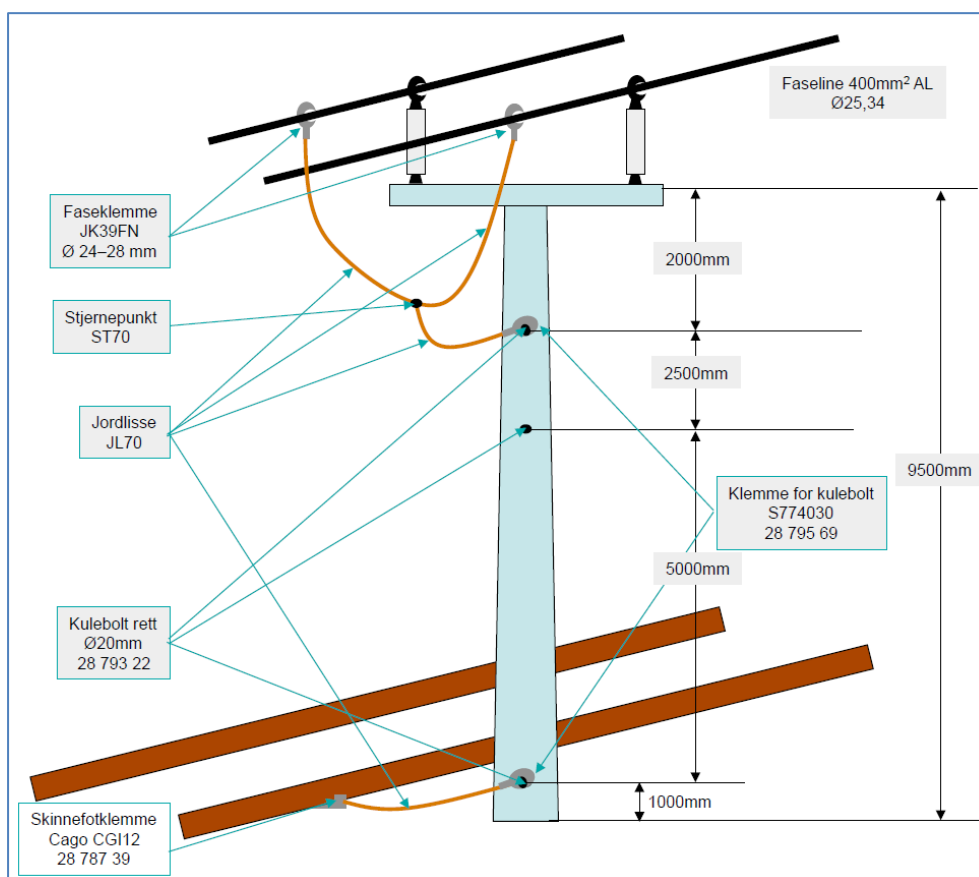
Figur 17.23 Utførelse av nedføring til KL-anlegget ved bruk av 1-polet skillebryter

17.12.2 Montering av jordingskule

Alle bjelkemaster er produsert med hull for montering av jordingskule. Jordingskule og -krok skal monteres på utvalgte KL-master etter behov på den enkelte strekning. Master med jordingskule - krok skal være merket med eget jordingskilt.



Figur 17.24 Mast med jordingskule og skilt


Stykkliste

- 1) Jordingsapparat til bruk fra kurv
- 2) Jordingsapparat til bruk fra bakke

Topp jord.apparat for ATBjelkemast

- 2 stk Faseklemmer JK39FN
- 1) 2 stk Faselisser JL70 3,5-4m
- 2) 2 stk Faselisser JL70 6,5m

1 stk Stjernepunkt ST70

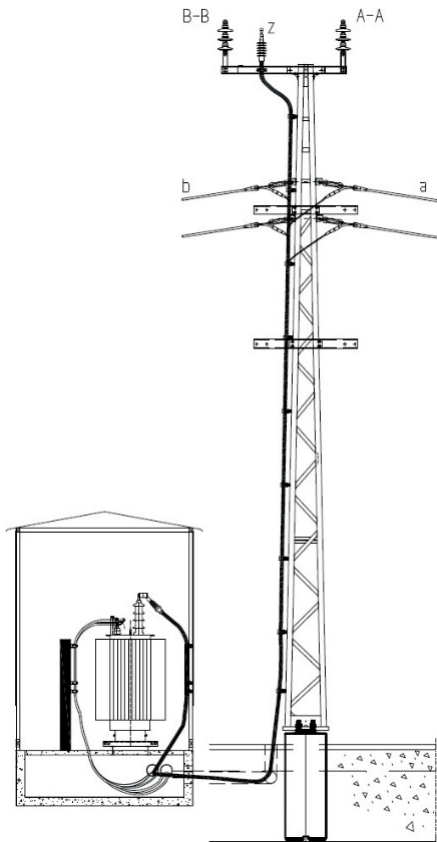
- 1 stk Godsjordlisse JL70 0,5m
- 1 stk Godsjord Klemme S774030

Jorduttak fra mast

- 1 stk Faselisser JL70 4,5-5,5m
- 1 stk Godsjord klemme S774030
- 1 stk Skinnefotklemme Kago CG112

18 TRANSFORMATORER KNYTTET TIL KONTAKTLEDNINGSANLEGG

18.1 ULIKE SUGETRANSFORMATORARRANGEMENT



Figur 18.1 Utsnitt fra EH-800212–000 sugetransformator

Generelt

I eldre anlegg er sugetransformatoren plassert i master. I dag blir nye strekninger bygd med sugetransformator plassert i prefabrikkerte kiosker plassert på bakken.

Tilkoblinger på sugetransformatoren blir utført på forskjellige måter, avhengig av:

- type returledningssystem
- signalsystem
- kontaktledningsanlegg med eller uten forsterkningsledning

18.1.1 Sugetransformator i kiosk



Figur 18.2 Sugetransformator plassert i kiosk

Berørings sikker utførelse på høyspenningssiden



Sugetransformatorene på Sandeparsellen i Vestfold er plassert i kiosker. Som tilkobling til kontaktledningsanlegget er det dublerede ledere da det er lagt 2.stk. 1x400 mm² AL enleder høyspenningsskabel ut til nærmeste nabomast på hver side av kiosken.

Returstrømkretsen er også dubleret og tverrsnittet er 2 stk. 1x400 mm² AL for hver returleder. Kiosken er tilkoblet ringjord fordi det er ledende metall på utsiden av kiosken.

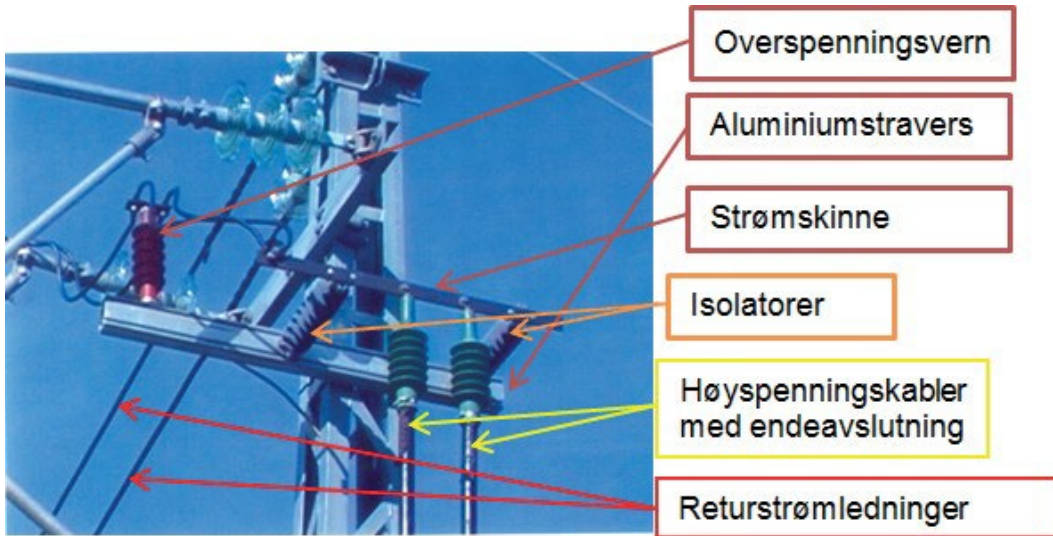
Sugetransformatoren er plassert i kiosken, og vi ser tilkoblingene på primærsiden. Stor A og B er dubleret. Koblingspunktene på transformatoren er tilpasset bruk av berørings sikre endeavslutninger.



Berørings sikre enlederkabler ferdigmontert på transformatoren. Her er det brukt Elastimold berørings sikre 36 kV vinkelmuffer

18.1.2 Tilkobling

Detalj av utførelse av tilkobling av enlederkablene i masten. Her er det lagt opp en strømskinne for tilkobling i masten. Overspenningsvern til beskyttelse av sugetransformatoren er plassert før enlederkablene.



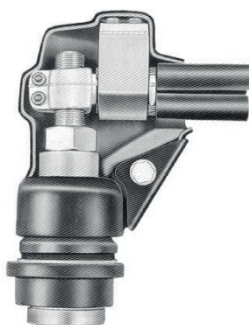
Bildet viser tilkobling fra kiosken, av de dublerede returledningene på sekundærsiden av sugetransformatoren



I kioskene som er brukt på Sandeparsellen har produsent installert skinneknivskap og eget amperemeter i kiosken for å måle returstrømmen



Berøringsikker tilkobling på sekundærsiden



Tildeckningshetter gir beskyttelse mot fremmedlegemer og direkte berøring i henhold til VDE 0100 de1 410 og DIN 40050 med kapslingsgrad IP2X (fremmedlegemer 12 mm).

Tildeckningshetten består av to lag isolerstoff, ytre lag sort, det indre er rødt.

Oppstår det skade på det ytre laget slik at den indre, røde isolering blir synlig, erstattes tildeckningshetten med en ny

Trafo-tilkoblingsklemmene skal monteres på gjennomføringsbolten slik at tildeckningshetten får en minste avstand til trafolokket på ca. 5 mm.

Materiale: To lag -PVC. ca. 3 mm tykk

Farge: Utvendig sort, RAL 9005 Innvendig rød. RAL 3000

Kapslingsgrad: TP2X DIN 400~0



Trafoklemme med bolttilkobling, 90° vinkel for CU. Og AL leder rund og sektorformet

Materiale:

Bolttilkobling med trykkstykke: Messing (CuZn)

Klemmebøyle: Al-legering med ekstremt høy fasthetsgrad (Al-Mg-Si) Overflate: Galvanisk fortinnet

Skruer: Kobberlegering

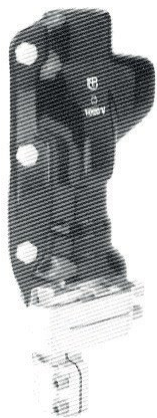
Trafoklemmer

El.nr.28 742 20 Nr. 331 744 744 2x120-300 mm² Bolt M 20

El.nr.28 742 24 Nr. 331 744 748 2x120-300 mm² Bolt M 30x2

Tildeckningshette

El.nr.28 742 26 Nr. 332 345 001 2x120-300 mm²



Trafoklemme med boltilkobling, rett for CU. Og AL leder rund og sektorformet.
Materiale: Som i forrige Klemme.

Trafoklemmer

El.nr.28 742 46 Nr. 331 852 855 2x120-300 mm² Bolt M 20
El.nr.28 742 50 Nr. 331 852 857 2x120-300 mm² Bolt M 30x2
El.nr.28 742 51 Nr. 332 436 001 4x120-300 mm² Bolt M 42x3

Tildeckningshette

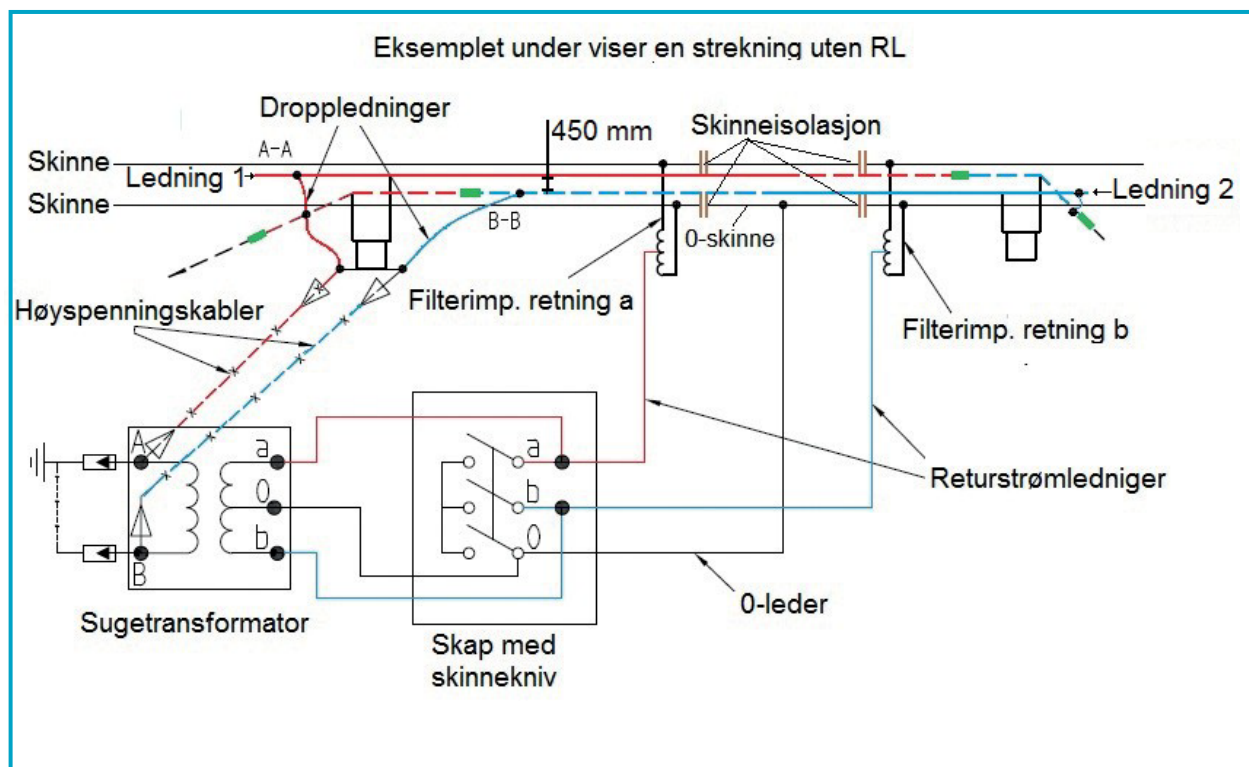
El.nr.28 742 94 Nr. 332 383 002 2x120-300 mm²
El.nr.28 742 93 Nr. 332 435 001 4x120-300 mm²

18.2 SUGETRANSFORMATOR TILKOBLET KONTAKTLEDNING VED BRUK AV DROPPLEDNINGER

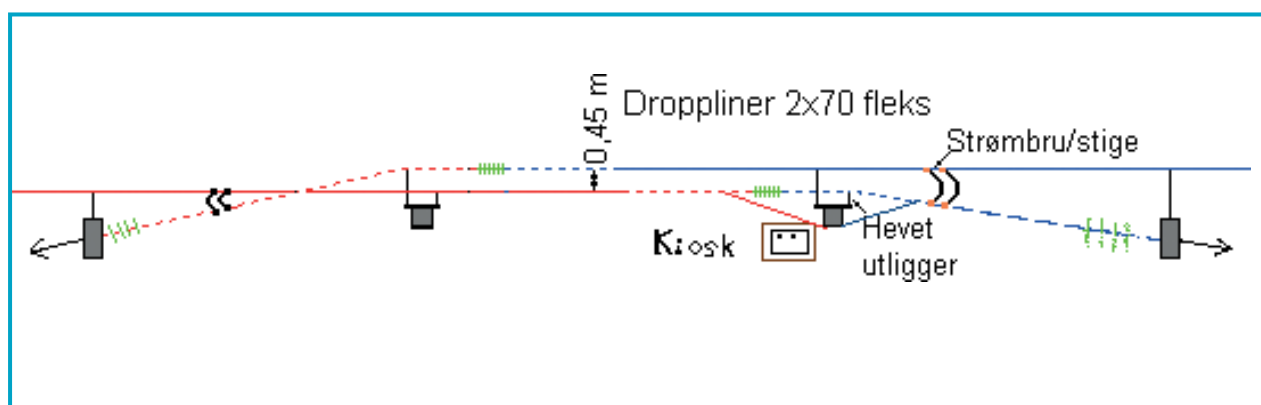
Ved bruk av droppledninger må mastene være minst 1 m lengre enn det som er normalt ved sugetransformator master. Kiosken med sugetransformatoren plasseres ved den siste masten i feltet før ledningen går til avspenning hvor en ikke må krysse over en ledning. Da kobler man all vekt på samme løftede ledning.

Ved bruk av droppledninger må man ta hensyn til ledningsvandringen i loddavspent kontakttråd og bæreline ved fastpressing av droppledningene. (se kapittel 18.2.1 tabell 1, 2 og 3)

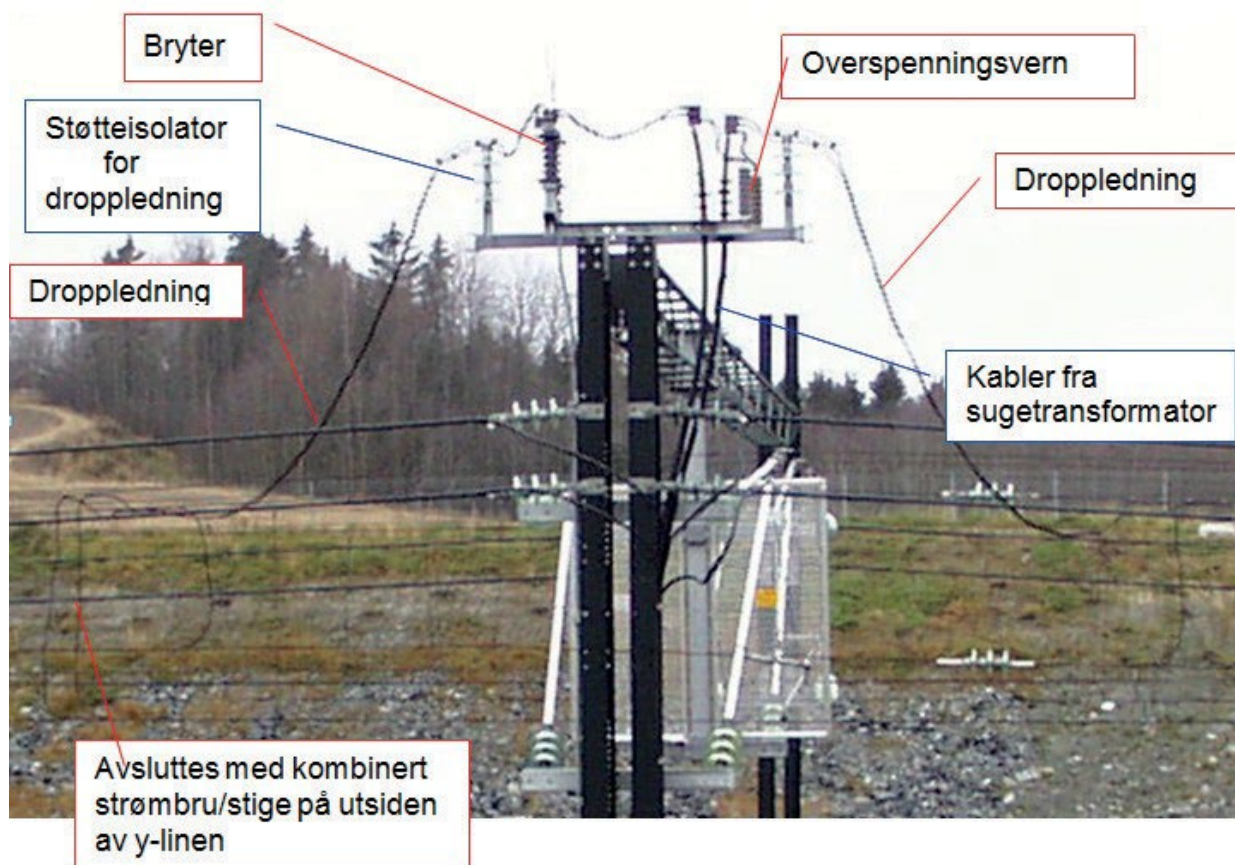
Ledningsføringen i feltet bør ha nærmeste avspenning på lang hevet utligger, dette gir den letteste og sikreste tilkobling av droppledningene med hensyn til isolasjonsavstander i feltet. (se figur 18.4)



Figur 18.3 Utsnitt fra arrangementstegning for sugetransformatorfelt



Figur 18.4 Skisse av optimal plassering av sugetransformator-kiosk og utførelse av droppledninger



Figur 18.5 Eksempel på føring av droppledninger ved bryterarrangement

18.2.1 Montasje mål for C- og S- form ved loddavspent bæreline

Ved montering av droppledninger i kontaktledning må denne tabell brukes. Ved montering av C- og S- forbindelse er minste avstanden mellom bæreline og kontaktråd 80 cm eller mer.

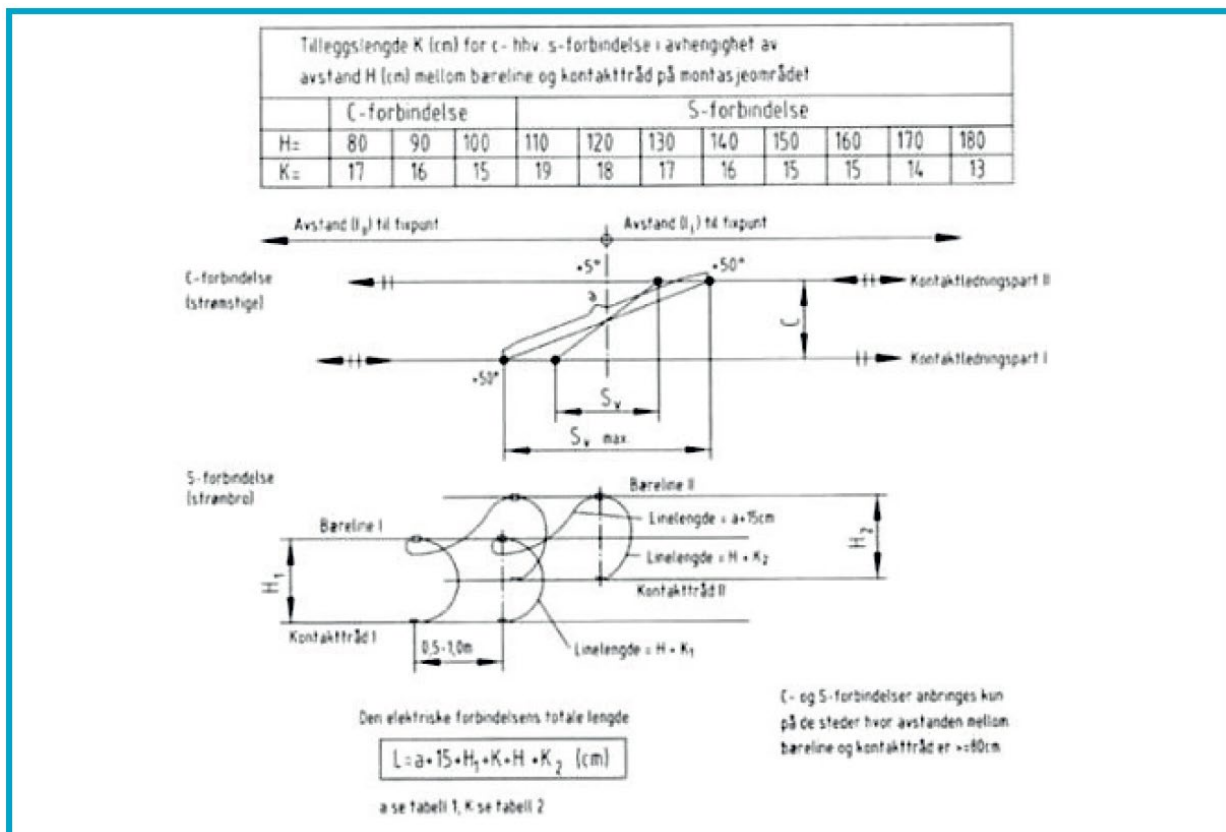
Lengde på den elektroniske forbindelse

Se tabell 1:

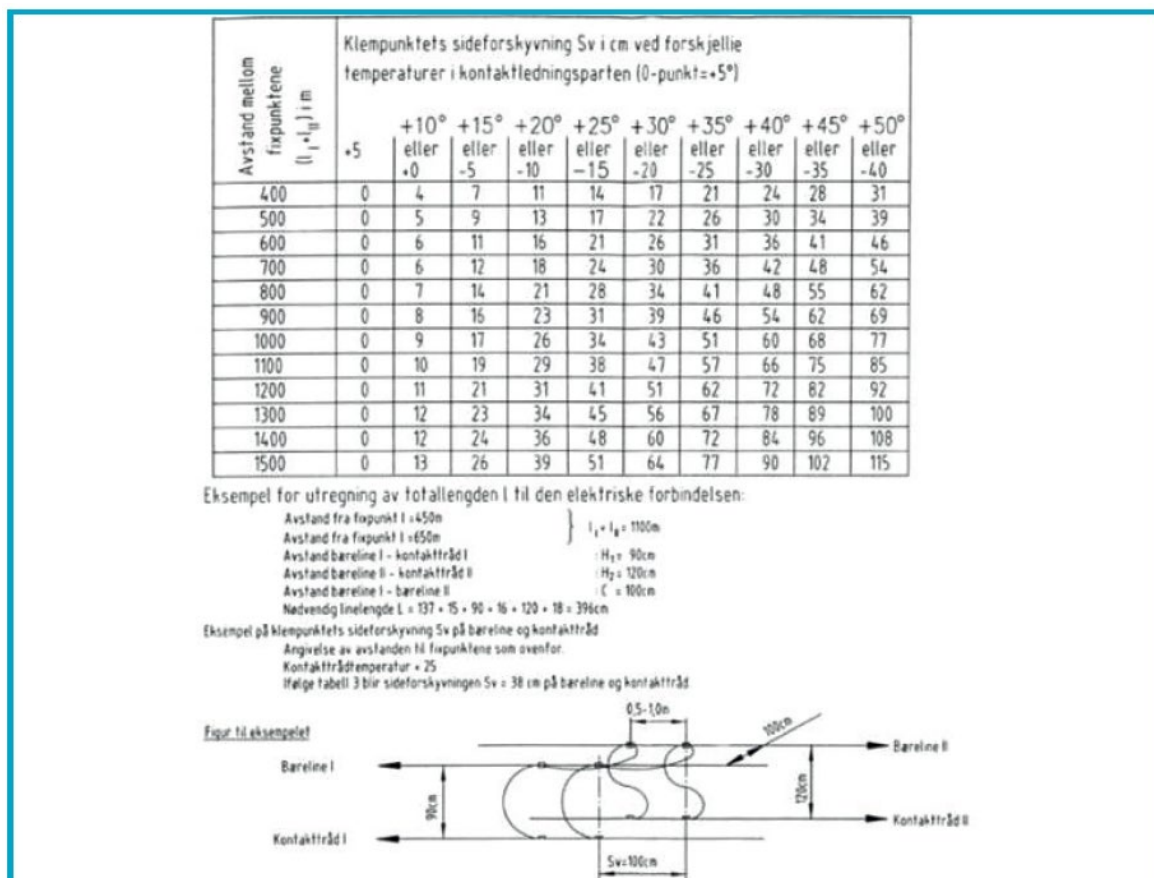
Avstand mellom fixpunktene ($l_i * l_{ii}$) i m	A er den elektriske forbindelsens lengde mellom bærelinene i cm ved 50* ved en avstand mellom bærelinene på «t»								
	40	60	80	100	120	140	160	180	200
400	52	67	87	106	125	144	164	183	203
500	58	73	90	106	127	146	165	185	204
600	66	79	95	113	131	149	168	187	207
700	72	85	100	117	134	152	171	190	209
800	79	91	105	121	138	156	174	192	211
900	86	92	110	126	142	159	177	195	214
1000	95	105	117	132	148	164	182	199	218
1100	102	112	123	137	152	169	186	203	221
1200	110	118	130	143	157	173	190	207	225
1300	117	125	136	149	163	178	194	211	228
1400	126	134	144	156	170	184	200	216	233
1500	134	141	151	162	175	190	205	221	237

Tabell 1

Tilleggs lengde K



Tabell 2
Klempunktets sideforskyvning



Tabell 3

18.3 MERKING OG KONTROLL AV SUGETRANSFORMATOR

Ved alle tilkoblinger av returstrømledninger til sugetransformator og skinnekniv må en være nøyaktig og ha full kontroll på at a og b på retursiden samsvarer med A og B på kontaktledningssiden. Med dette menes at for eksempel stor bokstav A fører kontaktledningen på sugetrafoens høyre side, må returledningen på høyre side kobles til liten a. Denne kontrollen må skje før transformatoren settes i drift.



På sugetransformatorens sekundærside er det påsatt merkebånd på kablene

Figur 18.6 Merking på sugetransformator i mast

Høyspenningssidens A - B og lavspenningssidens a - 0 - b tilkoblinger på sugetransformatoren skal være merket på en slik måte at tvil ikke oppstår ved kobling av sugetransformatoren.

Kabler og ledninger mellom skinner og sugetransformator skal være tydelig merket i begge ender på samme måte som på sugetransformatorlokket med enten a - 0 eller b.

Kablene inne i bryterskapet skal være merket på samme måten.



Skinnekniven legges ut under måling, slik den er fotografert her. Dette er også normalstilling under drift.

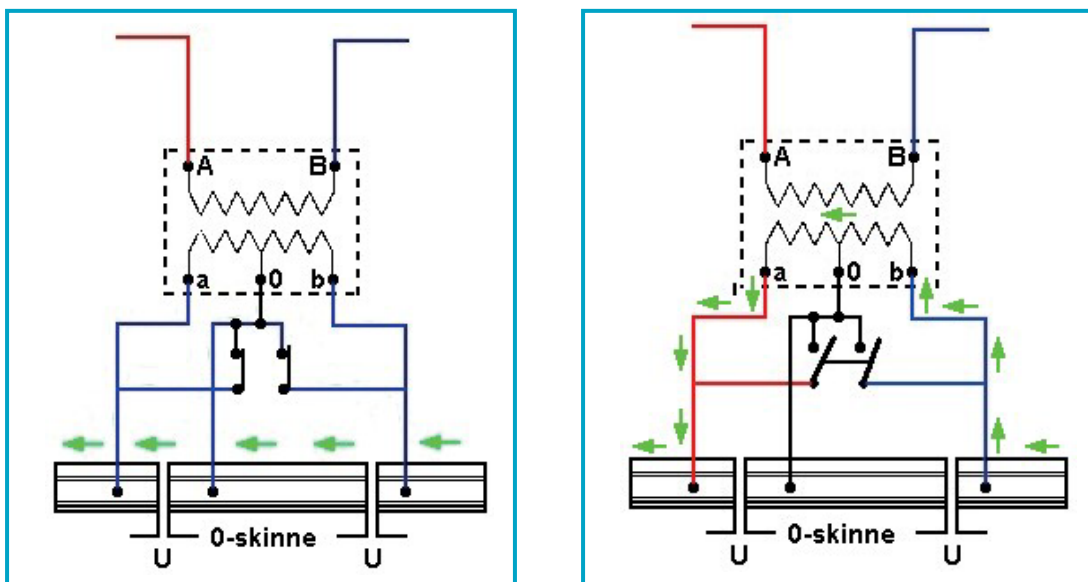
Ved kontroll av kabler må multimeter benyttes og kablene løses fra koblingspunktene her i skapet og ved alle andre koblingspunkter, kobling gjenopprettes og sugeren kan settes i drift. Merk dette gjelder bare ved nyanlegg.

Merkingen skal være tydelig, slik at ingen tvil oppstår.

18.3.1 Hvordan sette en sugetransformator i drift/ ut av drift

Ved alle sugetransformatorer med 0-felt er sekundærkretsen koblet til et skap med skinnekniv. I skinneknivskapet blir returledningene fra liten a og b koblet til knivkontaktene og det samme blir 0-ledningen. Med denne knivbryteren settes sugetransformatoren i drift eller ut av drift. Da sugetransformatoren er i drift er skinnekniven i utestilling, da går strømmen gjennom viklingene på både primær og sekundærsiden.

Blir det feil på sugetransformatoren må den settes ut av drift. Dette gjøres ved at skinnekniven legges inn. Da blir liten a og b koblet sammen, returstrømmen går ikke gjennom viklingen på sekundærsiden på sugetransformatoren. 0-skinnen i 0-feltet blir koblet sammen med returen a og b som er koblet til på utsiden av skinneisolasjonen. Da går returstrømmen gjennom skinnene i 0-feltet og returstrømkretsen er intakt.



Figur 18.7 Til venstresugetransformator ute av drift skinnekniv er koblet i innstilling og til høyre sugetransformator i drift skinnekniv i utestilling.

Skinnekniven er koblet i innstilling og kortslutter sekundærsiden. Skal transformatoren til høyre tas ned må A og B frakobles transformatoren og kortsluttes for å beholde strømgjennomgang i kontaktledningen

Driftssetting av en ny sugetransformator

Står det en gammel sugetransformator mellom to nye som skal kobles inn, er det tryggest å koble den gamle sugetransformatoren ut fra kontaktledningsanlegget.

Kontaktledningen i seksjonsfeltet må sammenkobles.

- De isolerte skinneskjøtene i 0-feltet må overstroppes.
- De langsgående returledningene må sammenkobles.

Beregn god tid til dette arbeidet.

18.4 OVERSPENNINGSVERN I KONTAKTLEDNINGEN

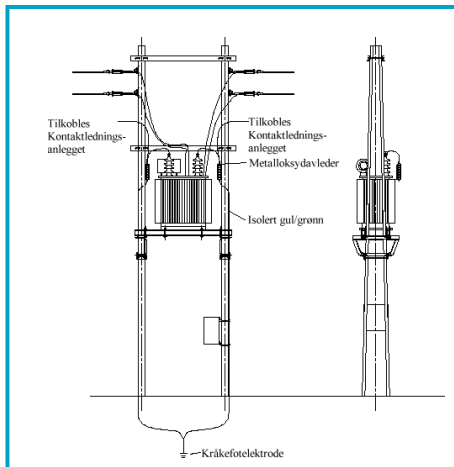
Overspenningsvern må velges ut fra teknisk regelverk, det skal installeres overspenningsvern på begge sider av hver sugetransformator mellom kontaktledningen og en felles jordingselektrode. Vernet skal være anleggets "svakeste punkt", dvs. at vernet skal uskadeliggjøre overspenninger før isolasjonen skades. Overspenningsvern skal plasseres foran og så nær som mulig det objektet som skal beskyttes. Overspenningsvern skal plasseres ved sugetransformatorer, reservestrømstransformator og høyspenningskabler.

Unntak: For sugetransformator i tunneler installeres overspenningsvern i kontaktledningsanlegget utenfor begge tunnelmunningene

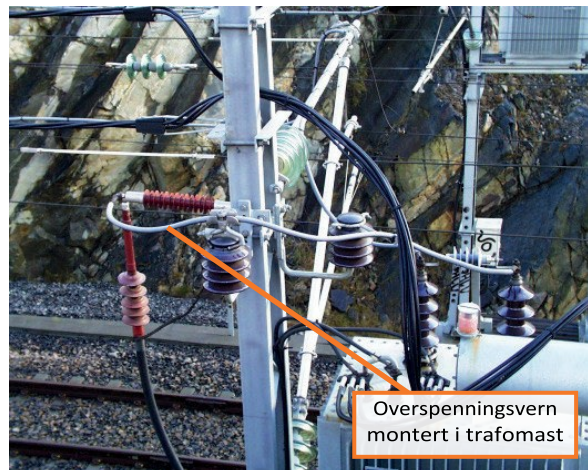
Tabell 4: Dimensjonerende spenninger for valg av overspenningsvern i anlegg med 15 kV, 11 kV eller 22 kV

Parameter (EN 60099-4)	KL-anlegg, 15 kV	11 kV	22 kV
Kontinuerlig driftsspenning U_c	17,25 kV	12 kV	24 kV
Merkespenning U_r	> 22,0 kV	15 kV	30 kV
Vernnivå U_{pl}	$0,5 \cdot U_{Ni} < U_{pl} < 0,7 \cdot U_{Ni}$		
Impulsholdespenning U_{Ni}	125 kV	Vurderes: 60/75/95 kV	Vurderes: 95/125/145 kV

18.4.1 Overspenningsvern ved sugetransformatoren montert i mast



Figur 18.8 Prinsipp for montasje av sugetransformator i master



Figur 18.9 Anvendelse av overspenningsvern også som støtteisolator

Det skal installeres overspenningsvern på begge sider av hver sugetransformator mellom kontaktledningen og impulselektrode. Overspenningsvern skal plasseres så nær som mulig foran det objektet skal beskyttes.

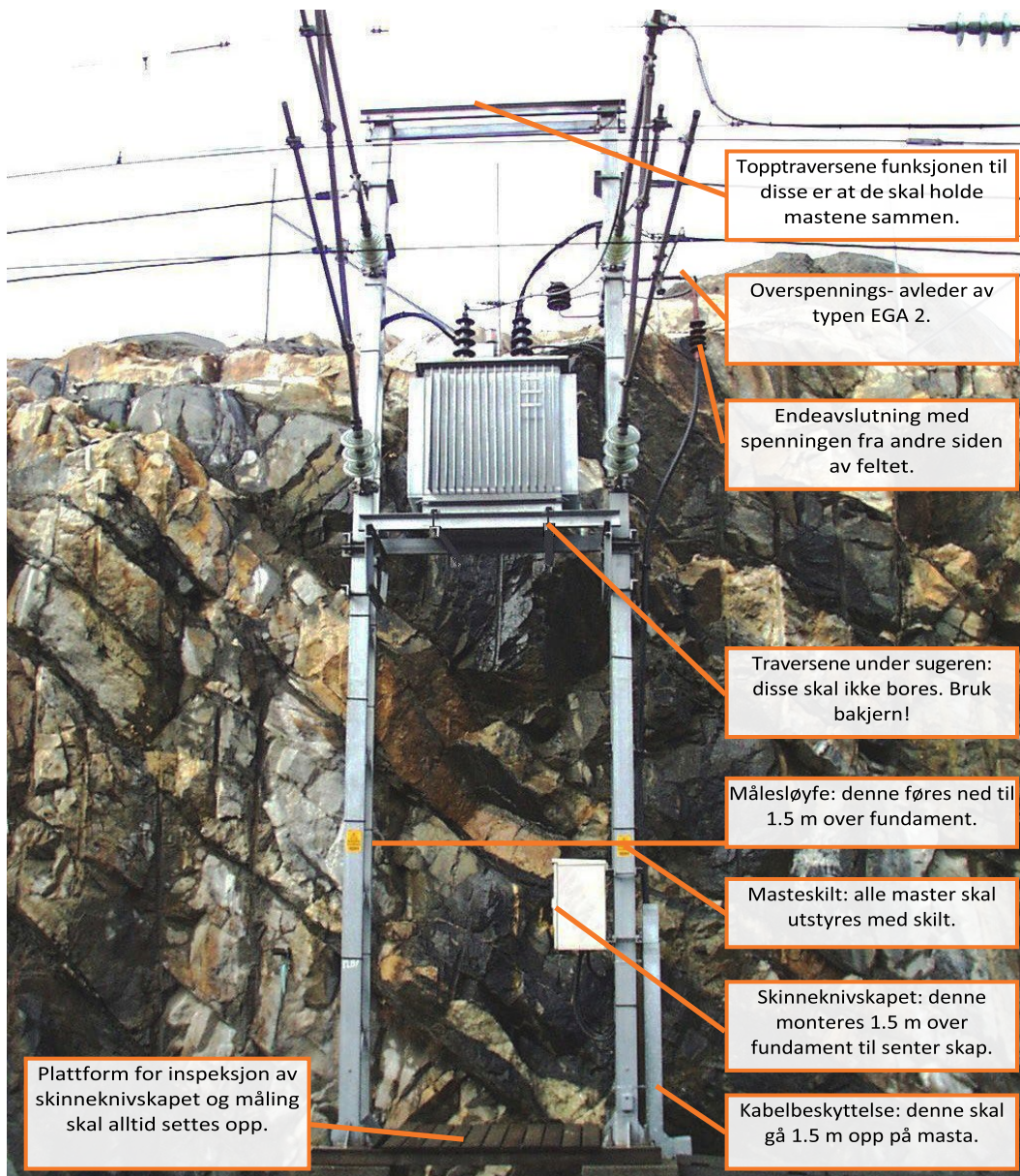
18.4.2 Plassering av overspenningsvern for sugetransformator montert i kiosk

Sugetransformator som er plassert i kiosk har overspenningsvern montert ute i masten før endemuffene på tilførselskablene til sugetransformatoren.

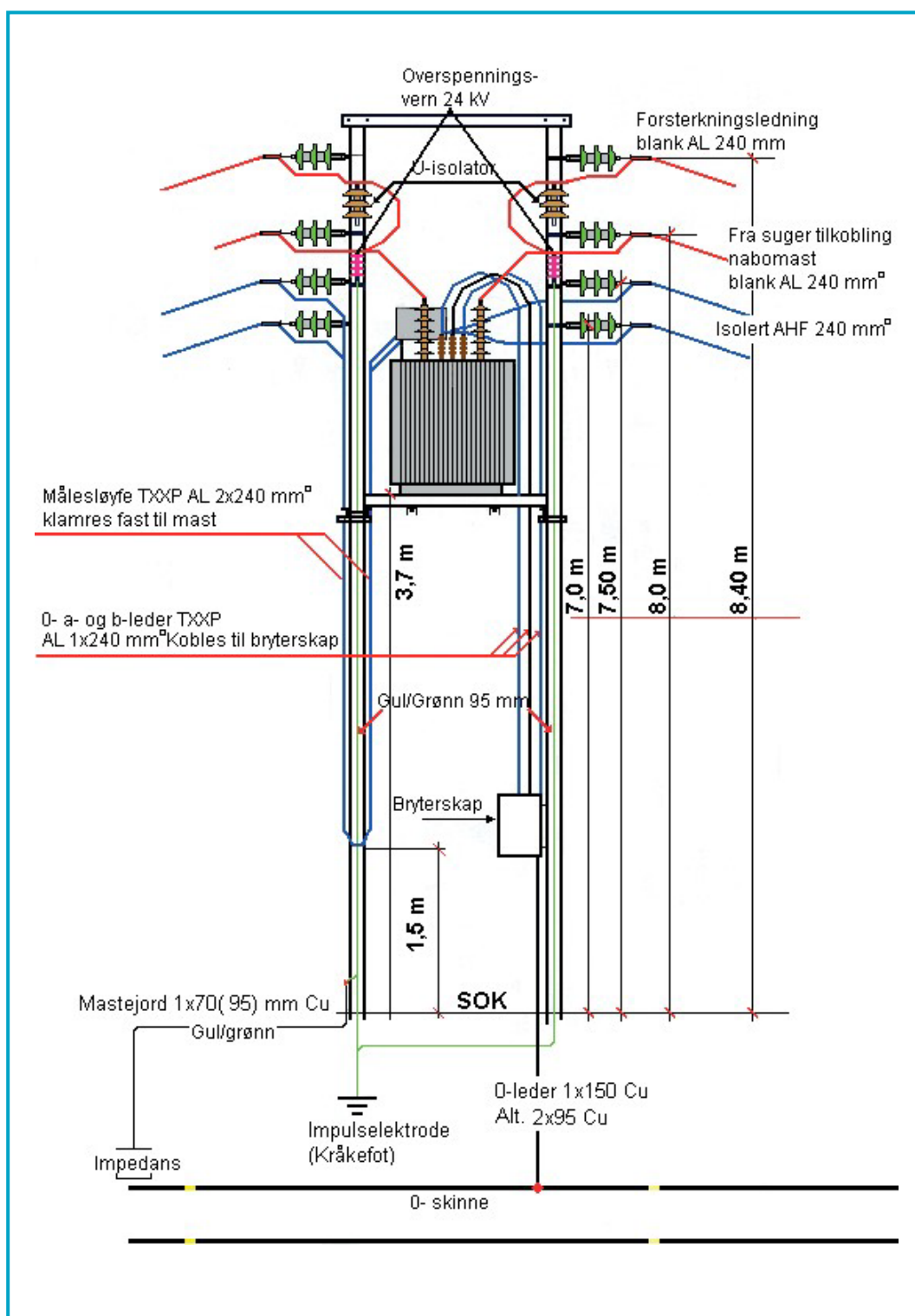


Figur 18.10 Overspenningsvern som beskytter kablene

Overspenningsvernet skal stå på egne isolator og jordlederen skal gå isolert ned til eget jordingsspyd som ikke er i kontakt med skinnejord. Overspenninger skal føres ut av sporet slik at de ikke påfører skade på andre installasjoner. Ved bruk av kabel som er lengre enn 70 m skal ha overspenningsvern i begge ender, kabler som er kortere skal ha overspenningsvern i en ende.



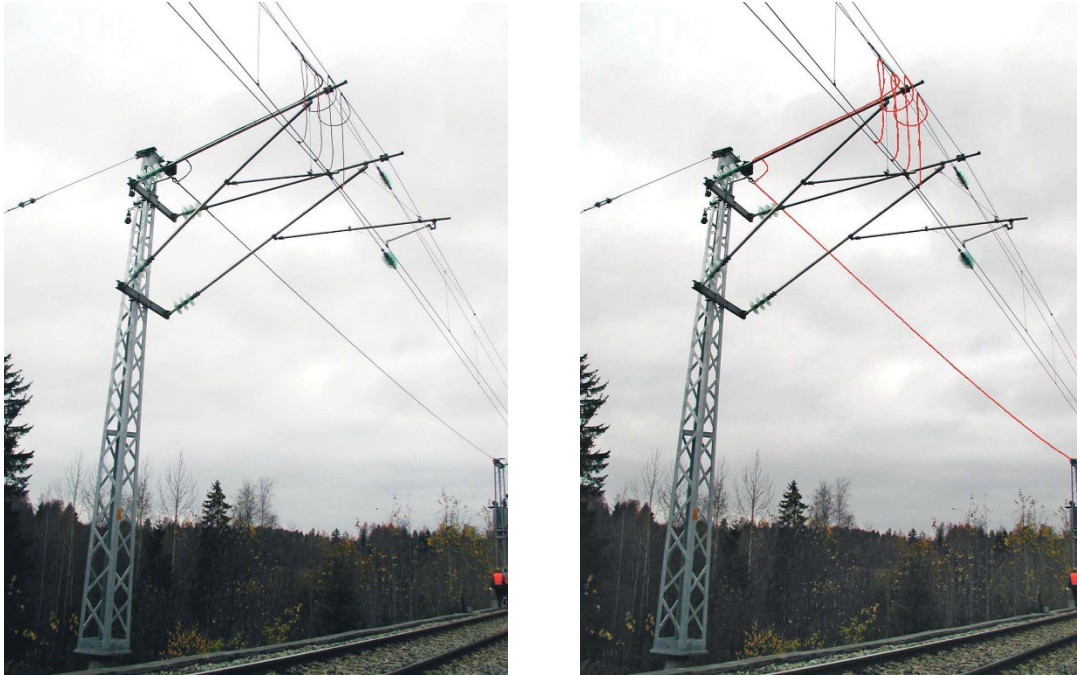
Figur 18.11 Sugetransformatorarrangement i mast



Figur 18.12 Målsatt skisse for transformatorarrangement

18.4.3 Sugetransformator med tilførsel fra nabomaster

Det er ikke bestandig at sugetransformatoren står plassert midt i seksjonsfeltet og midt på 0- feltet. Derfor må tilkoblingsledninger fra sugetransformatoren og ut på kontaktledningsanlegget legges ut til nærmeste mast på hver side av sugetransformatoren. En løsning er å strekke tilkoblingsledning 240 mm² AL ut til nabomastene på hver side av sugetransformatoren. I disse mastene blir ledningen ført ut på de hevede utliggere og videre ut på kontaktledningen. Det kan også benyttes jordkabel ut til mastene. Er det Y-line i den kjørbare utliggere må tilkoblingsledningene føres ut på bærelinen og festes til denne så langt ut på bærelinen at strømstigen/strømbroen kommer på utsiden av hengetråden i Y-line før den kobles til kontaktledningen.

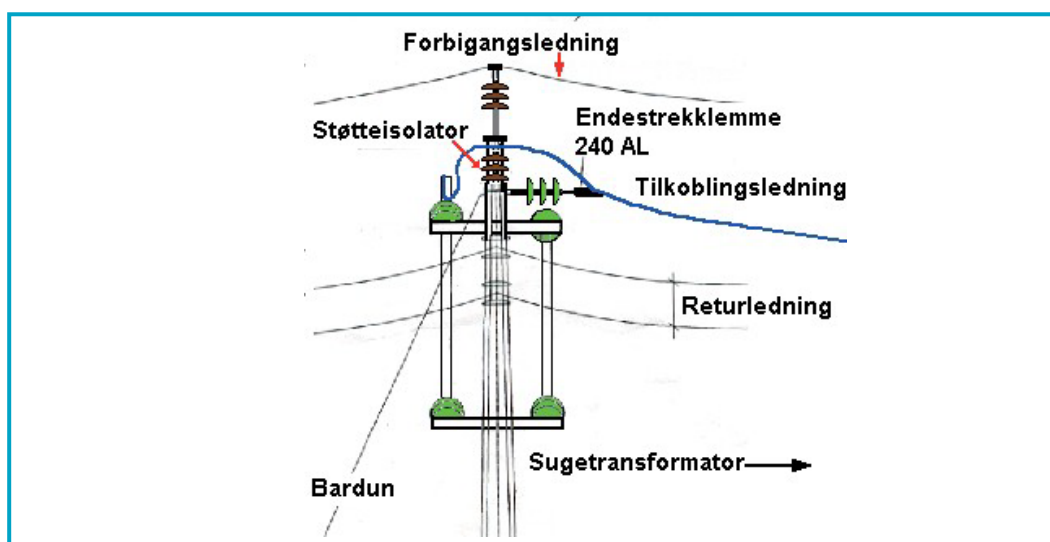


Figur 18.13 Utførelse med strekk fra sugetransformator til nabomast

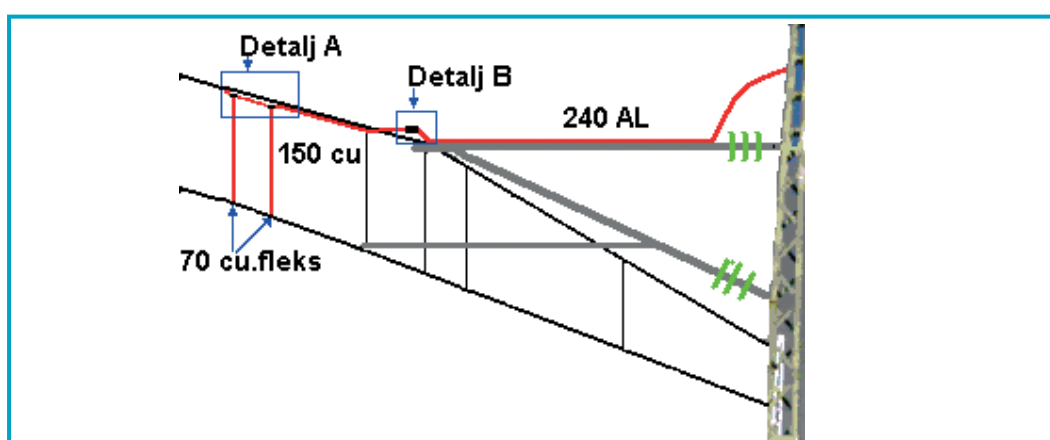
Bruk av utliggerens strekkstag som føringsrør

System 20 utliggere er laget med aluminium, derfor kan det ikke legges blank kobberledning langs strekkstaket på utliggere. På sikt vil kobberet tære på aluminiumsrøret på grunn av galvanisk reaksjon. Derfor er det en fordel at ledningen som blir strekket fra sugetransformatoren og ut til nabomasten er av aluminium, fordi denne kan legges på strekkstaket og helt fram til bærelinen. Ved bruk av kobberledning må det settes inn isolert kobberleder for føring langsmed utliggerens strekkstag.

I skissen under er det beregnet 240 mm² Al i tilførselsledningen og det må etableres en overgang mellom tilførselsledningen og bronsebærelinen for å unngå den galvaniske faren.



Figur 18.14 Prinsippskisse utførelse av tilkobling i nabomaster



Figur 18.15 Prinsippskisse på føring av Cu-ledning fra mast og ut på bærelinen

Detalj A

Overgang fra 150 mm² Cu til 2x70 mm² Cu fleks, pressing av strømsstige

Alle tilkoblinger mellom bærelinje og kontakttråd skal utføres med Cu fleksline.

På figur 18.15 ser du hvordan 150 mm² Cu linjen festes til bærelinen og hvordan 70 Cu. mm² flekslinjen festes til 150 mm² Cu linjen.

Ved det punktet strømbroen/stigen skal monteres presses den langsgående 150 mm mm² 2 Cu-ledningen fast til bærelinen med en C-pressklemme (C-press 1).

Avstanden mellom C-pressklemme 1 og C-pressklemme 2 er ikke fastsatt, men den bør ikke være for stor. C-pressklemme 2 og 3 er forbindelse mellom 150 mm² Cu lederen og 70 mm² Cu fleksline. Disse skal presses fast til 150 mm² Cu lederen før denne presses fast til bærelinen, på denne måten blir nedhenget på 150 mm² Cu lederen minst mulig.

Ved pressing av strømsstige (forbindelse mellom bl og kt) utføres denne etter skisse alternativ 1. Avstanden mellom c-pressklemme 2 og c-pressklemme 3 skal være større enn 50cm men ikke mere enn 100cm. Det er disse avstandene som skal benyttes ved tilkobling til kontaktledningen.

Før fastpressing av flekslinjen må lengden av denne beregnes, og om den skal utføres som C eller S forbindelse se tabell 2.

Pressklemmer og pressverktøy til utførelsen

C-pressklemme: 50/70f =

El.nr.20 996 61

Nr.302 776 776

C-pressklemme: 50/150 = 50-120f

El.nr.20 996 63

Nr.302 777 777

C-pressklemme: 150 cu/70fleks = 120f-70f

El.nr.20 996 71

Nr.303 028 028

E-pressklemme: 100/70 fleks

El.nr.20 996 82

Nr.302 381 698

Hydraulisk presse: Reodor

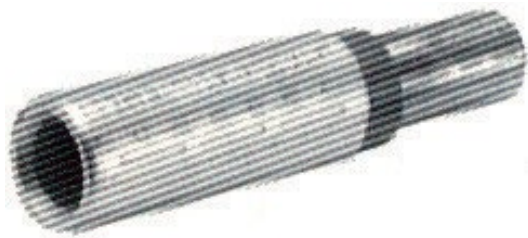
Pressbakker: DB3

Detalj B

Overgang fra 240 mm² Al til 150 mm² Cu

Detalj B. på figur 19.15 På Al lederen blir det presset på en overgangshylse fra Al 240 mm² til 150 mm² Cu. kobberleder legges videre langsmed bærelinen til det punktet strømbru/stige skal etableres. Kobberlederen festes til bærelinen med Klemmer eller andre festemiddel f. eks stripps el fortinnet bendsletråd.

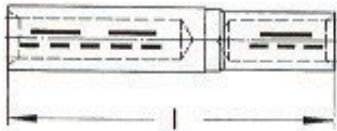
Overgangshylsen presses med Pfisterer mekanisk håndpresstang eller med hydraulisk press



Overgangshylse 240 Al/150 Cu:

El.nr.20 983 06 Nr:305 891 001

Pressbakker: K.nr. 32 og 22



Figur 18.18 Overgangshylse

18.5 AUTOTRANSFORMATOR



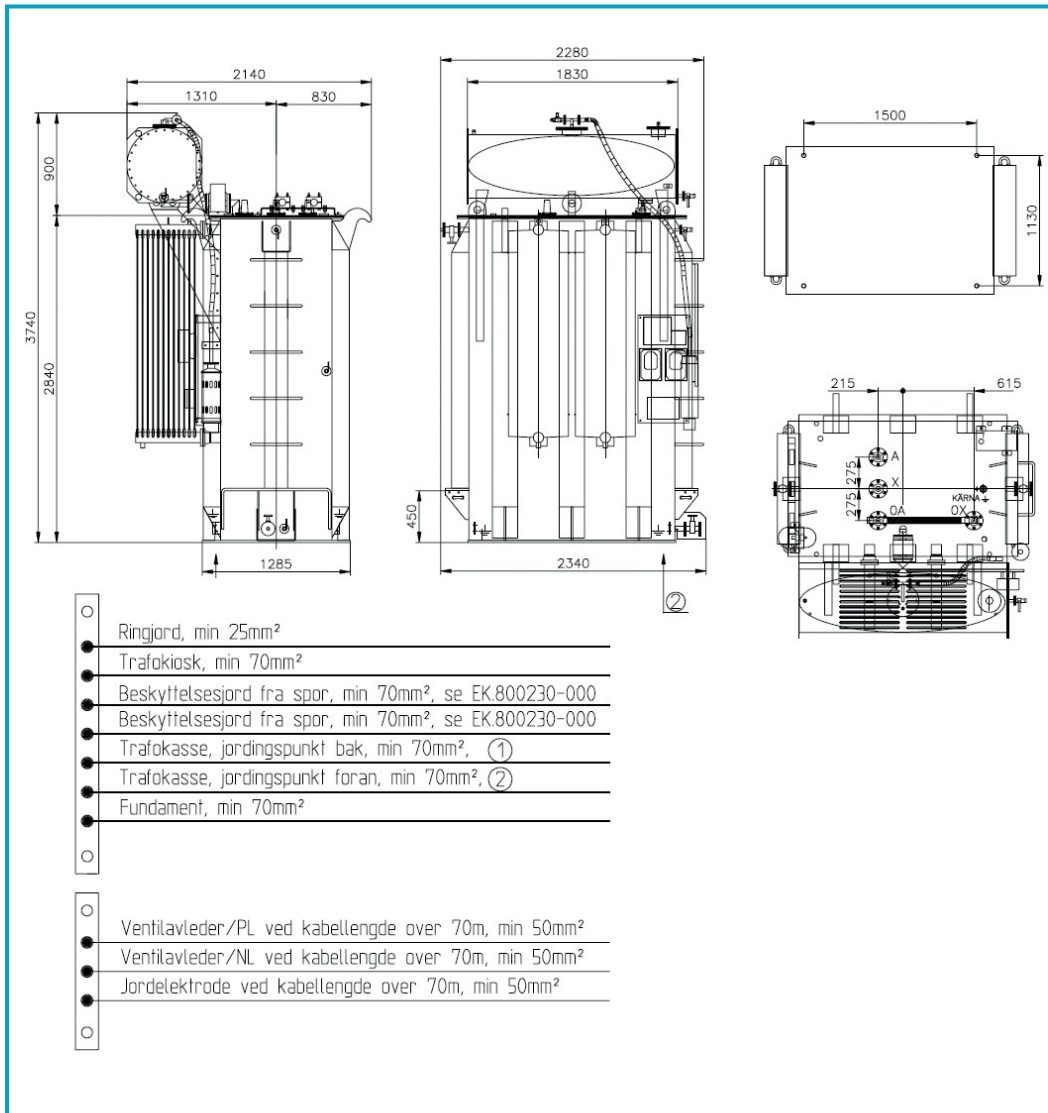
Figur 18.19 Autotransformator (AT)

Kobling av autotransformator

For AT-systemet med PL og NL trengs det ikke returledning, men returstrømvei.

Det skal vurderes om returledning kan være nødvendig av hensyn til lokalt magnetfelt rundt kontaktledningsanlegget. Returledning vil bidra til å minimere det lavfrekvente magnetfeltet for nærliggende bebyggelse eller annet teknisk ømfintlig/kritisk utstyr.

For dimensjonering av returkrets i skinnegangen skal for øvrig Kontaktledning/Prosjektering/ Returkrets følges, med unntak av at det ikke skal benyttes sugetransformator på strekninger med AT-system



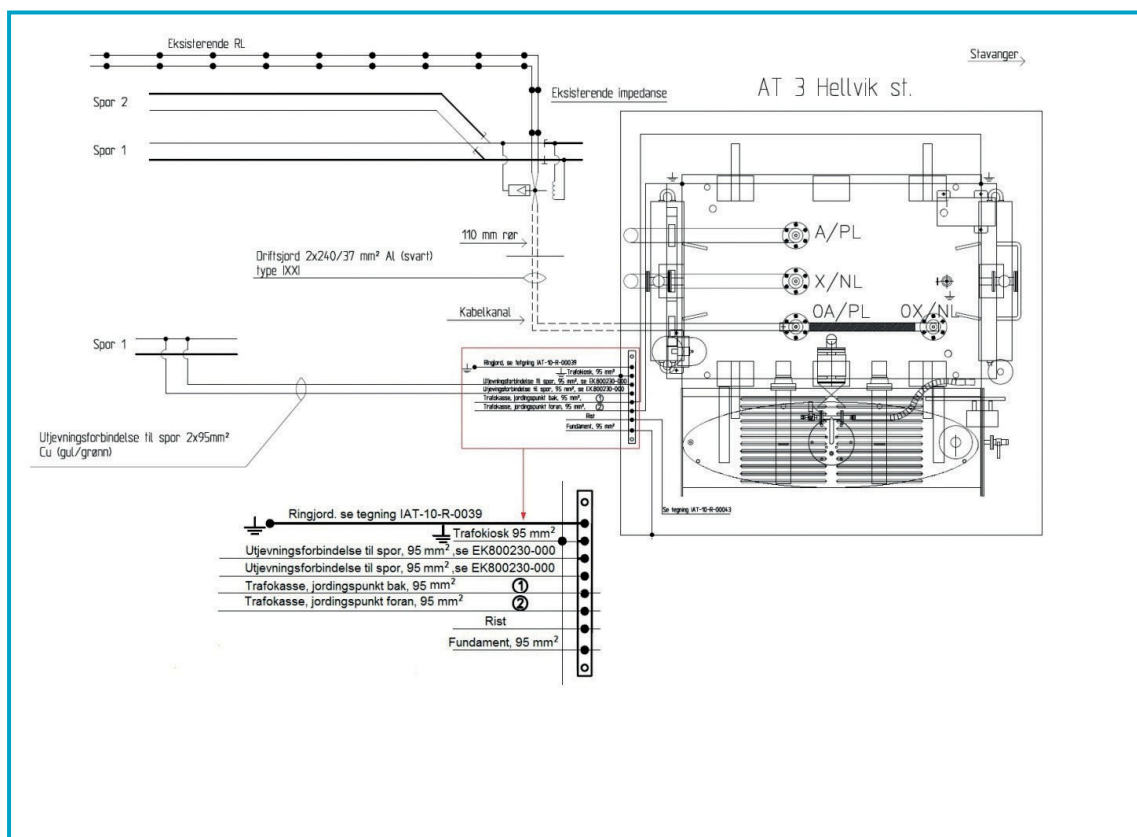
Figur 18.20 EH-800231-000. Prinsippskisse på hvordan en autotransformator skal kobles i et AT-anlegg.

Kobling til sporet

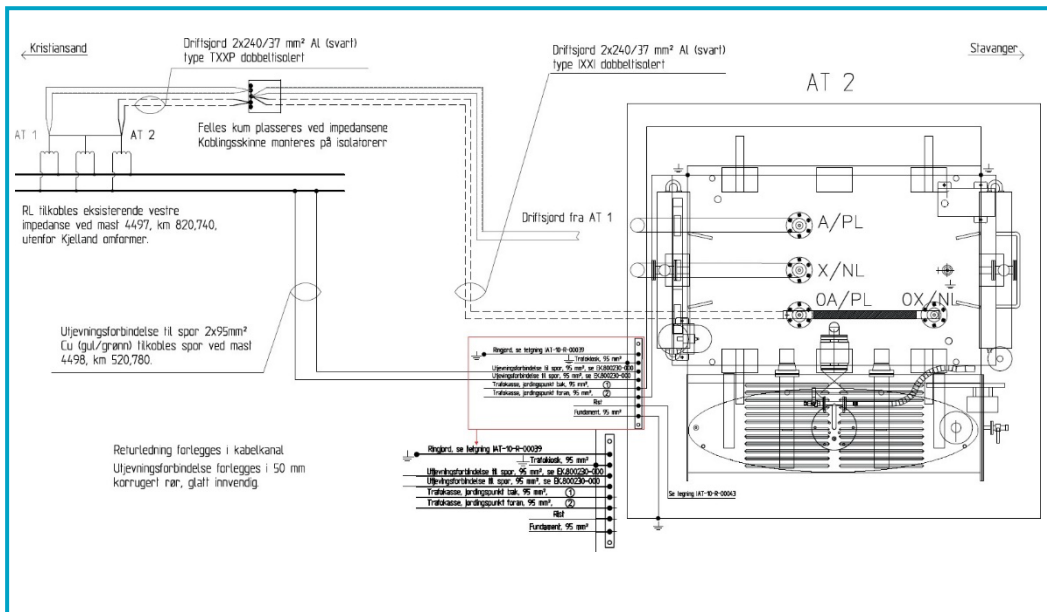
- Ved alle autotransformatorer skal det etableres en retursamleskinne.
 - Dersom det er mer enn én autotransformator skal alle transformatorenes nullpunkt kobles til én felles retursamleskinne.
 - Retursamleskinnen ved mateautotransformatorene skal kobles direkte sammen med omformerstasjonens retursamleskinne.
 - Alle returforbindelser fra en autotransformator skal dimensjoneres minst lik transformatorens nominelle belastningsstrøm (ref. 15 kV).
 - Tilkoblingen fra retursamleskinne til sporet skal dimensjoneres for minst samme strømføringsevne som dimensjonerende belastningsstrøm i matekablene på høyspentsiden av autotransformatorene (ref. 15 kV).
- Tilkoblingen til sporet skal dubleres med redundant forlegning. Med redundant forlegning menes at det skal etableres minst to parallelle strømveier som er dimensjonert for å føre dimensjonerende belastningsstrøm på stedet selv om én av strømveiene brytes.
 - Hver av disse strømveiene bør forlegges i atskilte føringsveier og tilkobles sporet med 2 – 3 m avstand, slik at man reduserer sannsynligheten for skade/brudd på begge strømveiene samtidig.

Koblingsskjema, autotransformator

I et prosjekt blir det utarbeidet koblingsskjema for hver enkelt autotransformator. Tegningene under viser koblingsskjema for AT 2 og AT 3



Figur 18.21 Koblingsskjema AT 3 Hellvik stasjon



Figur 18.22 Koblingskjema AT 2 Hellvik

Nedføring av PL+ NL- ledere til autotransformator utføres med kabel



Figur 18.23 Bryterarrangement ved AT-transformator



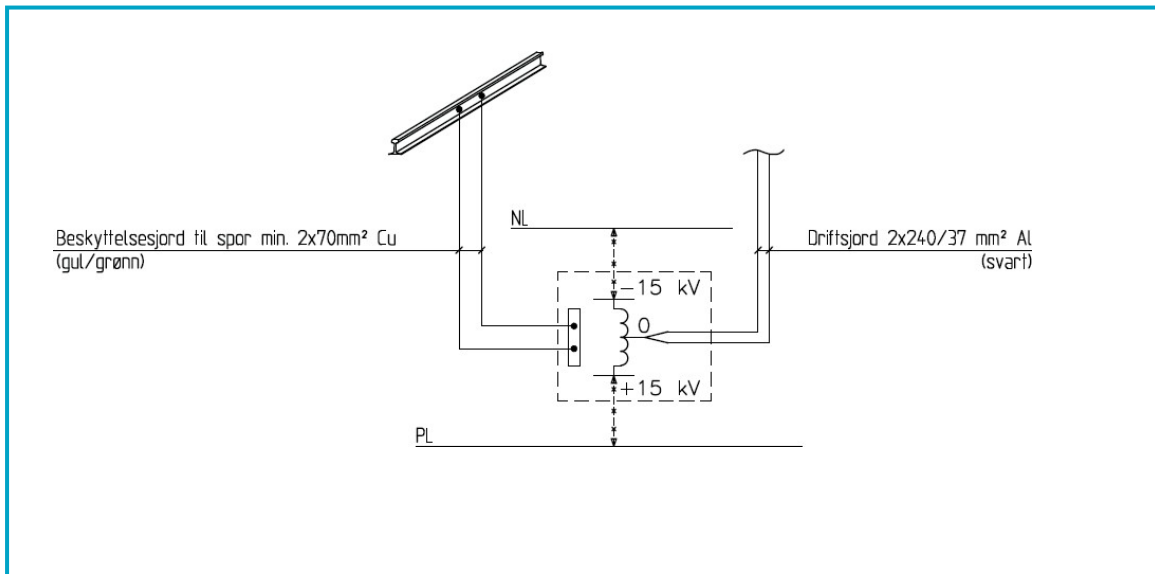
Figur 18.24 AT i kiosk



Figur 18.25 Bildet illustrerer størrelsen på en AT- transformator

18.6 RETURTIKOBLINGER

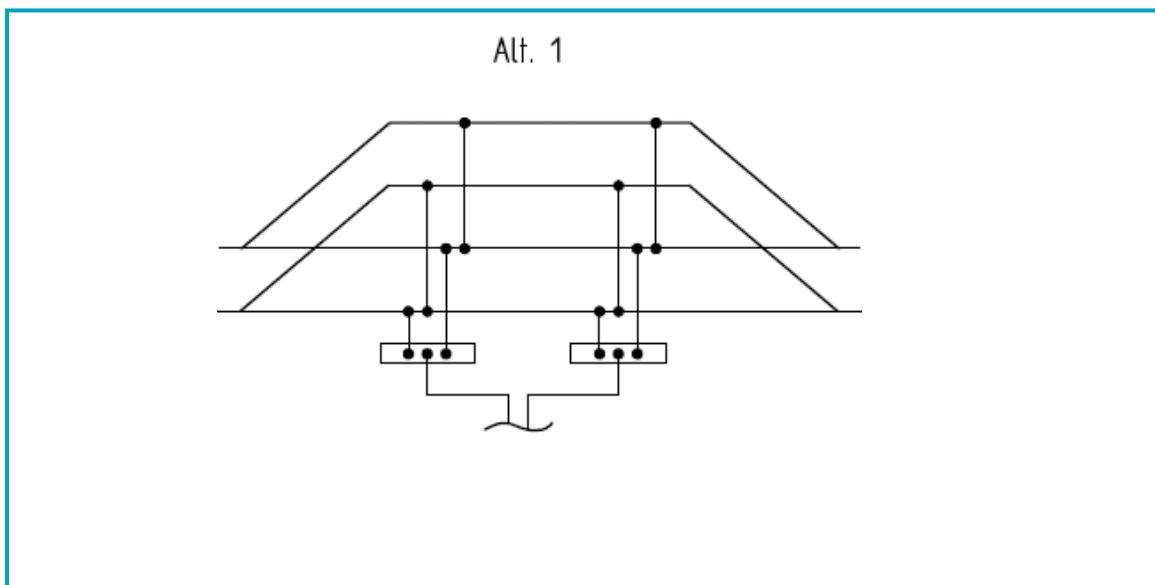
Det er hvilken type sporisolering som er på stedet som bestemmer hvordan tilkoblinger av retursamleskinne til sporet skal utføres.



Figur 18.26 Prinsipiell tilkobling mot spor

18.6.1 Tilkobling av returstrømsamleskinne på stasjon med akseltellere

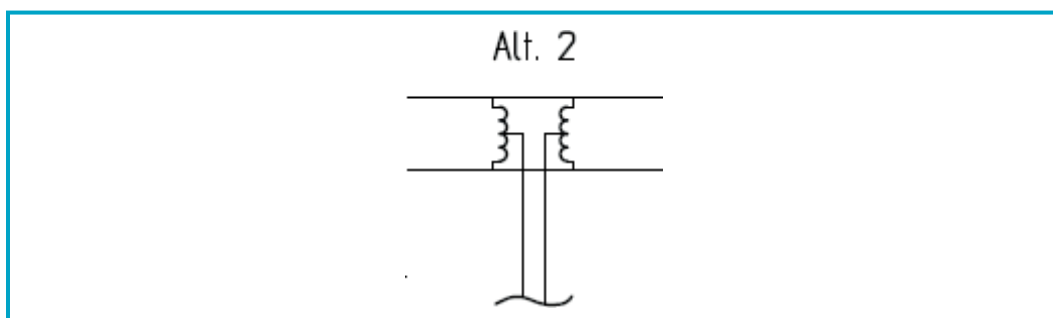
Retursamleskinnen kobles direkte til begge skinnestrenger. Dersom det er returledning på strekningen, skal tilkoblingen av retursamleskinnen ved autotransformatorene samordnes med nedføringen fra returledningen til sporet.



Figur 18.27 Prinsipp for samling av jordskinnene på stasjon med akseltellere

18.6.2 Tilkobling av retursamleskinne på fri linje, dobbeltisolert signalanlegg

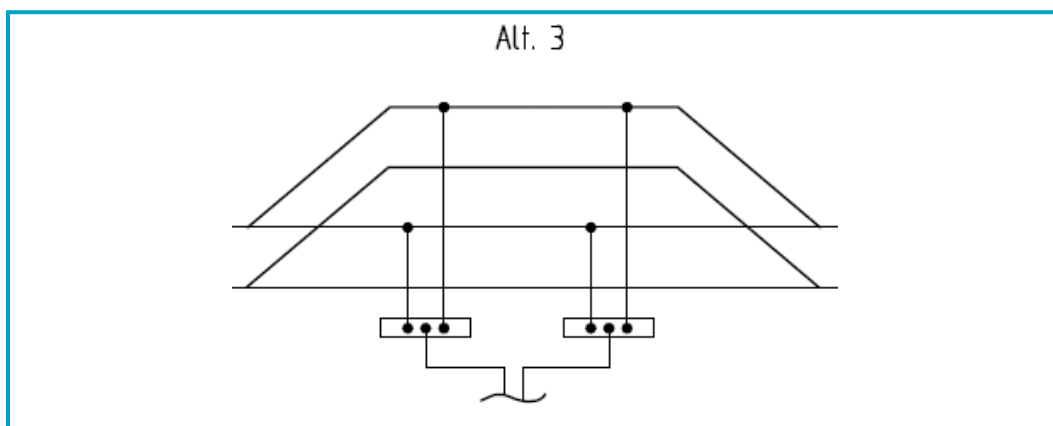
Retursamleskinnen kobles til sporet ved bruk av filterimpedansspole.



Figur 18.28 Prinsipp ved retur innføring på fri linje med dobbeltisolert signalanlegg

18.6.3 Tilkobling retursamleskinne på stasjon med enkeltisolerte/frekvensmodulerte sporfelt

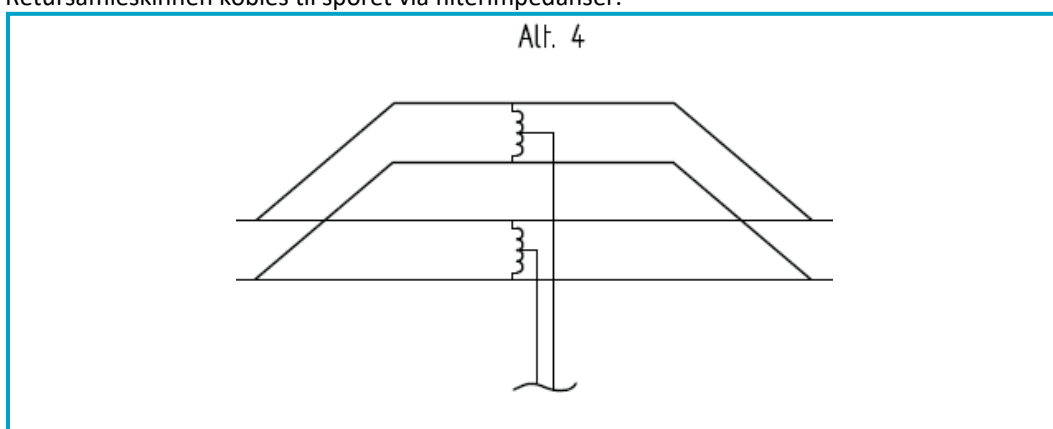
Retursamleskinnen kobles direkte til jordet streng, og på stasjoner med flere spor skal det i tillegg være en tverrforbindelse mellom sporene.



Figur 18.29 Tilkobling retursamleskinne på stasjon med enkeltisolerte/frekvensmodulerte sporfelt

18.6.4 Tilkobling retursamleskinnen på stasjon med dobbeltisolertesporfelt

Retursamleskinnen kobles til sporet via filterimpedanser.



Figur 18.30 Tilkobling retursamleskinnen på stasjon med dobbeltisolerte sporfelt

19 KOMPONENTER I RETURSTRØMKRETSEN

For de ulike signalsystemene er det et krav til utførelse av returstrømkrets. Systemene er kategorisert i utførelse definert som signalsystem A, B, C eller D på strekningen. Disse er bestemmende for hvordan returstrømkretsen skal bygges. De ulike systemene krever litt forskjellige komponenter for tilkobling i skinnen og forskjellige utførelser av tilkobling av returstrømmen.

Minimumskravet for isolasjonsnivå i fremføring av returstrøm er 1 kV. Returledningen fremføres alltid dubler (to ledere).

19.1 UTENDØRS RETURLEDNINGER

Ledningstverrsnittet og type isolasjon på returledningene skal være beregnet etter krav til prosjektering i Teknisk Regelverk.

Normalt benyttes disse tverrsnitt og isolasjon på returstrømledninger. AL-240/61 hardtrukket og isolert

- Tverrsnitt 240 mm² / 242,54 mm²
- Ytre linediameter: 20,3 mm
- Tråddiameter: 2,25 mm
- Vekt: 6,7 N/m

Andre aksepterte oppbygninger av returledningen kan være:

- Al 240/37
- Al 240/19

OBS: Al 240/19 har lav fleksibilitet i alle varianter.

Innspenningskraft i luftstrek

Ledningen skal strekkes (inspennes) etter tabell 73, tegningsnummer [EH-800053-000](#)

- Al 240/61
- Al 240/37
- Al 240/19

Type isolasjon for ledning til bruk innendørs og i tunnel

Isolasjon skal være halogenfri og selvslukkende (FRPE).

- Al 240/61
- Al 240/37
- Al 240/19

19.2 KABLER FOR RETURLEDNING

Utendørs- enleder kabel PEX (TXXP)

- Al 240/61
- Al 240/37
- Al 240/19

Innendørs og i tunnel:

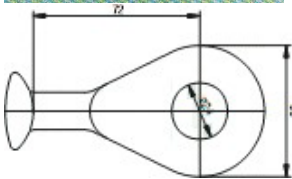
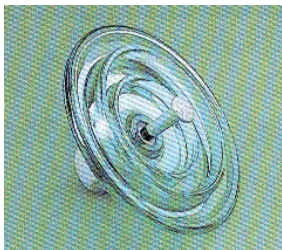
Isolasjonen skal være halogenfri og selvslukkende (IXXI)

- Al 240/61
- Al 240/37
- Al 240/19

19.3 MATERIELL TIL OPPHENG OG AVSPENNING AV RETURLEDNING



Mellomfester og trinser



Krok

Kroker som blir benyttet for å henge opp returledningen er tilpasset Bane NORs stålmaster.

El.nr 9000153 B3 mast smalside 9000168 B3 mast bredside 9000154 H3 mast

Trinse

Ved strekking av returledning i eksisterende trase er dette en trinse som letter arbeidet. Den egner seg best til bruk sammen med Sahlins" Linjekamerat", da kan dralinen til vinsjen trekkes ut samtidig som returfester og trinser henges opp.

Mellomfeste uten trinse

Gummiholk: 1 leder diameter 20 mm. Til dette opphenget kreves det et sett med løse trinser, slik at ledningen kan trekkes til riktig pilhøyde. Når returledningen legges inn i mellomfeste fjernes disse løse trinsene.

Tiltrekkingsmoment på skrue i mellomfeste skal være 15 Nm

Avspenningsisolator for returledning

Eksempel: Strekkjedeisolator i glass med 16 mm kulebolt og kulehake

Kulebolt med øye

16 mm kulebolt

Avspenningskause med kulehake

Eksempel

Avspenningsspiral

Det benyttes avspenningsspiraler (Vimser)

19.4 KRAV TIL KABELSKO, SKJØTER OG DIVERSE KLEMMER SOM SKAL PRESSES

Bane NOR har i dokumentet EH-800011-000 tekniske spesifikasjoner for:

- presskabelsko
- reduksjonshylse
- skjøtehylse
- pinnehylse
- pressavgreningsklemme
- C-pressklemme
- strømpressklemme
- skjøteklemme

I dette dokumentet er det spesifisert krav som disse komponentene skal oppfylle når de skal monteres i kontaktledningsanlegget.

Eksempler på de ulike elementene som er listet opp over

Pressverktøy kan enten være mekanisk eller hydraulisk. Valg av utstyr avgjøres av funksjonen til det som skal presses. Typisk pressverktøy er:

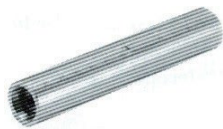


Strekbelastet pressskjøt Al 240 mm²

Hydraulisk press

- Bakker: K.nr. 34
- Antall press: 7 stk pr ½ del totalt 14 press

OBS! Det er ikke godkjent å presse med mekanisk håndpresstang Primat G 06-300



Strekavlastet pressskjøt Al 240 mm²

Hydraulisk press

- Bakker: K.nr. 32
- Antall press: 3 stk pr ½ del totalt 6 press.

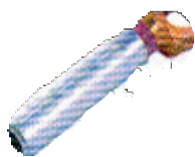


Mekanisk press

- Håndpresstang Primat G06-300
- Bakker: K.nr. 32
- Antall press: 8 stk pr 14.9 del totalt 16 press



19.5 PRESSKABELSKO MED KOBBER OG ALUMINIUMSOVERGANG INTEGRERT AL-CU 240 MM² Ø13 MM OG Ø17 MM



Hydraulisk press

- Bakker: K.nr. 32
- Antall press: 4 stk press

Mekanisk presstang Primat G06-300

Bakker: K.nr. 32

Antall press: 8 stk. press



Fortinnet Cu tett kabelsko Norm.

Mekanisk press

TVERSNITT I KOBBER	HULLDIAMETER			BAKKER	ANTALL PRESS
50 Cu mm ²	10,5	13,0	17,0	14	3
70 Cu mm ²	10,5	13,0	17,0	16	3
95 Cu mm ²	10,5	13,0	17,0	18	4

Figur 19.1 Fortinnet kabelsko

19.6 FORBINDELSER OG KOBLING TILSKINNE

Alle tilkoblinger i skinnegangen skal utføres med godkjent skrudd forbindelse.



Et eksempel:

AR 60-D 19,0 mm hull

AR 260-D 19,0 mm (tosidig tilkobling)

Dor for fastpressing av hylser type: OG 13,2

Krympeslange til isolering av skjøter

Ved skjøting av isolert returledning skal alle skjøter isoleres. Den letteste måten å foreta denne isoleringen er med krympeslange, men det kan også benyttes selvvulkaniserende tape. I tunneller og bygg skal krympeslangen være halogenfri.

19.7 KABELVERN OG FESTEKLAMMER

All kabel som føres i master og ned i bakken må være festet på forsvarlig måte i masten. Kabelen skal være beskyttet minst 1,8 m over bakken i henhold til kravene i FEF 2006 (§8-5). Er kabelføringen på en mast som har klatrevern, skal kabelvernet gå minst 2,5 m over bakken uten at det er fester som det kan klatres i.

19.7.1 Overspenningsvern ved høyspenningskabler

Høyspenningskabler skal beskyttes mot overspenninger med overspenningsvern i overgang til utendørs opphengt line.

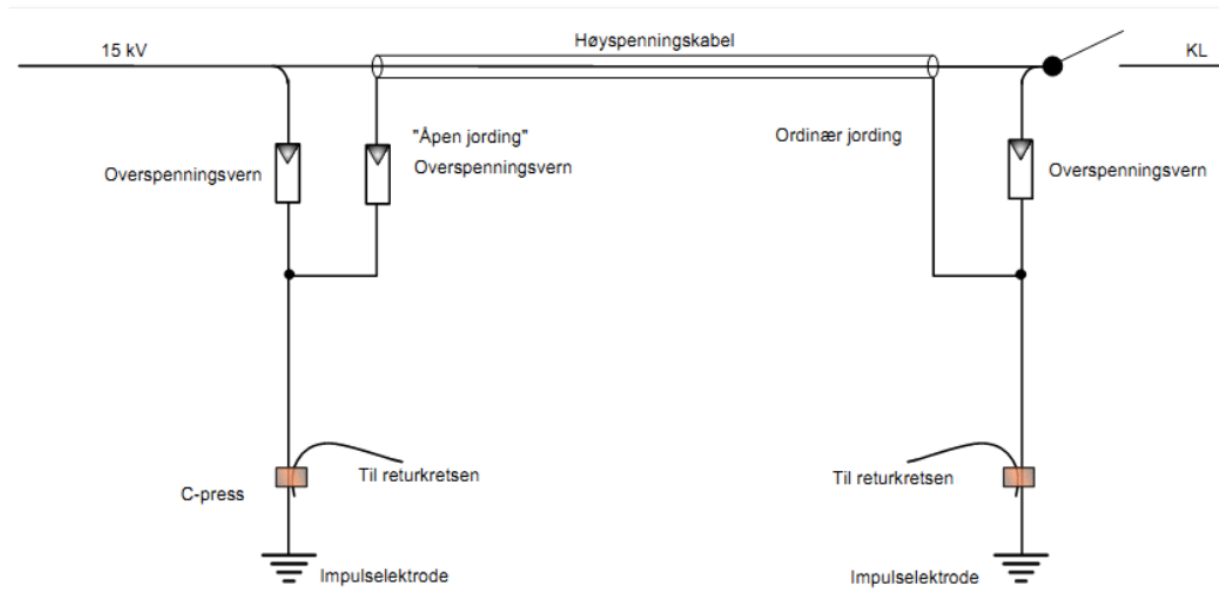
Kabler ≥ 70 m skal ha overspenningsvern i begge ender.

Kabler < 70 m skal ha overspenningsvern i en ende.

Unntak: En kort kabel lokalt i KL-mast/åk kan installeres uten vernekomponenter dersom kabelen har en spenningsfasthet på minimum $U_m = 52$ kV.

Kabelens skjerm skal jordes og utjevnes til returkretsen i minst en ende, fortrinnsvis i den enden der det er overspenningsvern for faselederen.

Overspenningsvern for kabelskjerm, se teknisk regelverk tabell 5.



Figur 1: Eksempel på overspenningsbeskyttelse av en lang matekabel (> 70 m), med åpen jording i forsyningsenden.
(Er kabelen kortere enn 70 m, installeres bare ett overspenningsvern (som vist på høyre side i figuren).)

19.8 KLEMBRETT

Et klembrett er en samleskinne som benyttes til sammenkobling av returstrømledninger fra luft eller kabelkanal til kobling for returstrøm/jording inne på en stasjon.

Tegning EH-70 5036-000 viser utførelsen av et klembrett. For H-mast brukes utførelse III og for B-mast bredside benyttes utførelse IV



Figur 19.2 Klembrett på mast

19.9 KOBLINGSKLEMME FOR ALUMINIUMSLINE

For å lage en avgrening fra en innspent line må det benyttes en spesiell koblingsklemme. På en slik klemme er tiltrekningsmomentet på skruene viktig.



19.10 FRAMFØRING AV RETURSTRØMSLEDNING

Ved framføring av returstrømledninger kan disse utføres som:

- luftstrekke på mastene
- i kabelkanal
- forlagt som kabel på vegg i tunneler
- forlagt som jordkabel

Ved framføring av returstrømledere i luft så skal det være isolerte ledninger. På eldre anlegg kan det forekomme uisolerte returstrømledninger.

19.10.1 19.10.1 Returstrømledning framført som luftstrekke

- Krav til utførelse i henhold til JD-540, kontaktledning/prosjektering/returkrets, kap.3.2
- Krav til utførelse i henhold til FEF 2006 Kap.8-6
- Krav til utstyr og materiell Tekniske Spesifikasjoner EH-800011-000
- Krav til liner, tråd, ledning og kabel Tekniske Spesifikasjoner **EH-800008-000**

Montasjehøyde av konsoller

Returledning skal henges så nær kontaktledningen som mulig av hensyn til induksjon. I praksis vil det si at de skal henge symmetrisk om øverste konsoll til utliggeren. Konsollavstanden skal normalt være 50 cm.

For å overholde sikkerhetsavstand til returstrømledningen i luftstrekke, skal returledningen betraktes som lavspennings ledning med hensyn til sikkerhetsavstand. Dette i henhold til FEF 2006 (§7).

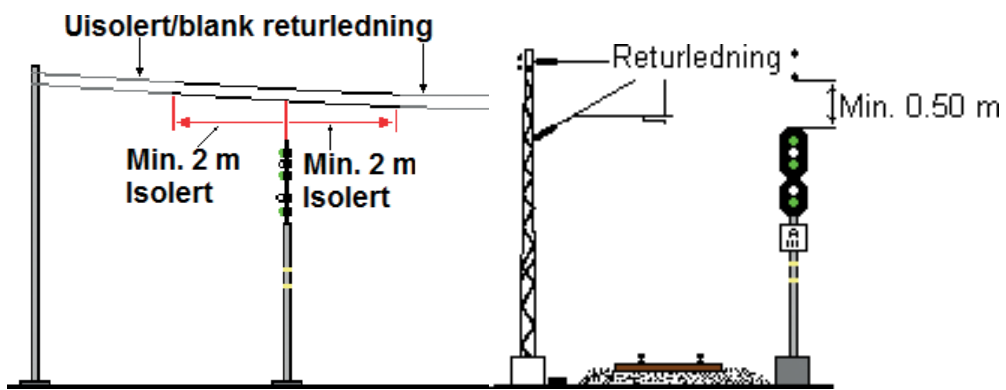
Avstander skal være:

- Returstrømledning – jordet anleggsdel = 25 cm
- Returstrømledning – kontaktledning = 50 cm
- Returstrømledning – forsterkningsledning = 200 cm
- Returledningens høyde over marken skal i ugunstigste tilfeller være minst 4 m
- På planovergang skal returledningen henges minst 0,30 m høyere enn kontaktråden. Returledning som krysser over vei skal ha en høyde minimum 5,80m
- Minste avstand til signalmaster fra isolert og uisolert returstrømledning skal i ugunstigste tilfelle minimum være 0,5 m. Returledning uten isolasjon, skal isoleres min. 2 m til hver side fra signalet

Avstanden skal i allikevel være så stor at, selv i ugunstigste stilling skal ikke returstrømledningen komme innenfor kravet til isolasjonsavstanden til andre anleggskomponenter.



Figur 19.3 Illustrasjon av fremføring av returstrømledning over planovergang



Figur 19.4 Returstrømledning fremført over signalanlegg

19.11 KRAV TIL RETURSTRØMLEDNING FRAMFØRT I KABELKANAL ELLER JORD

Returledning lagt i kabelkanal

Kabler og ledninger som fører returstrøm skal alltid legges tett sammen med mate- og forbigangsledere, slik at det totale elektromagnetiske feltbildet rundt kablene blir et minimum. Kablene skal ikke ligge i nærheten av andre kabler som kan påvirkes av magnetfeltet rundt strømkretsen, tele og signalkabler. Slike kabler skal forlegges separat.

	Fiberoptisk kabel, telekabel ¹	Signalkabel ³	Energiforsyning (≤ 1000 V)	Beskyttelsesledere	Returledninger	> 1000 V
Fiberoptisk kabel, telekabel ¹	X ²	X				
Signalkabel ³	X ²	X				
Energiforsyning (≤ 1000 V)			X	X ⁴		
Beskyttelsesledere			X ⁴	X	X	X
Returledninger > 1000 V				X	X	X

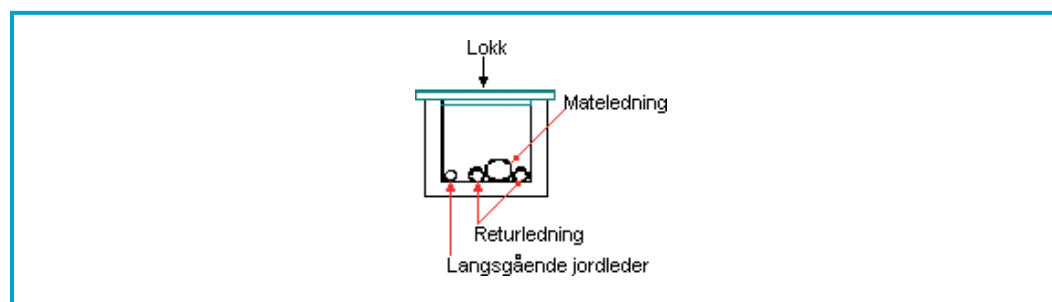
Figur 19.5 Tabell 2 viser tillatt forlegning av kabler i felles grøft, felles rør eller felles rom i kanal

¹ En mulig metallarmering i fiberoptiske kabler skal jordes i endepunkter og eventuelt på mellomliggende punkter.

² På komplekse anlegg der det er mange parallelle signalkabler i samme kanalkammer, bør telekabler om mulig legges i et eget separat kammer.

³ Signalkabel brukes i sikringsanlegg o.l. Det forutsettes at lederne har sikring med en utkoplingsstrøm som er mindre enn 10 A.

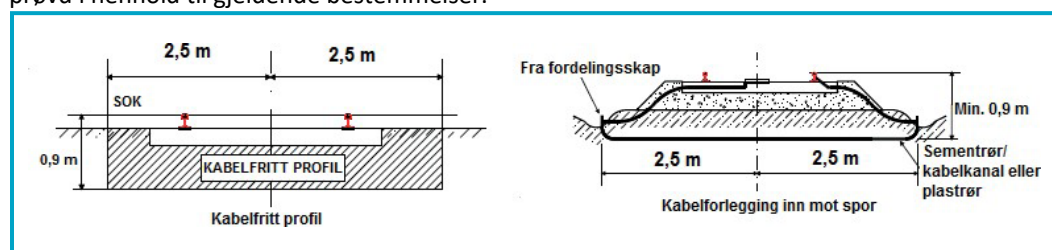
⁴ Anbefalt plassering av utjevningsleder er sammen med mate- og returkabler



Figur 19.6 Returledninger lagt tett inntil mateledning

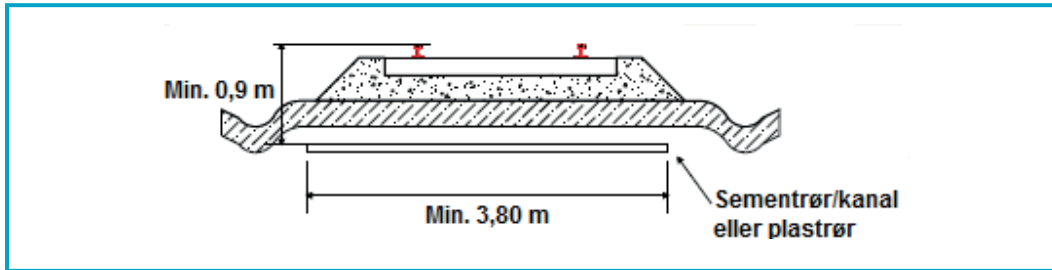
Returstrømleder forlagt i jord

Returledninger forlagt i jord skal være utført som kabel og være forlagt utenfor kabelfritt profil og skal merkes som høyspentkabler. Returstrømledere skal ha en nedgravnings dybde på min. 0,5 m og kablene kan unntaksvis legges i en dybde av 0,3 m, men skal da beskyttes og merkes med plastrør, plastplater eller tilsvarende, utført og prøvd i henhold til gjeldende bestemmelser.



Figur 19.7 Kabelfritt profil og kabelforlegging mot spor

Kabler som skal krysse sporet skal være lagt i rør \varnothing min.110 mm



Figur 19.8 Kabelforlegning, Krysningssted

19.12 MERKING SKAL MINIMUM UTFØRES VED

- innføring i skap/fordelinger/hus
- avgreiningspunkter, skjøter eller retningsendringer
- trekkekummer
- hver kontaktledningsmast (på fri linje, færre på stasjoner avhengig av avstand)
- kryssing av sporet (merkes i kum på hver side av kryssingen)

Merking av kabler med fargekoder for tilhørende faggruppe

Det kan i tillegg til kabelidentifikasjon benyttes merkesystem med fargekoding for identifikasjon av kabler tilhørende ulike fagområder.

Fargekode for fag/ kategori

Ved bruk av fargekode for hvert fag forenkler det arbeidet med å finne fram til hvilket fagområde kabler, ledninger og koblinger tilhører. De samme merkefargene kan også benyttes på tverrfaglige jordingsplaner.

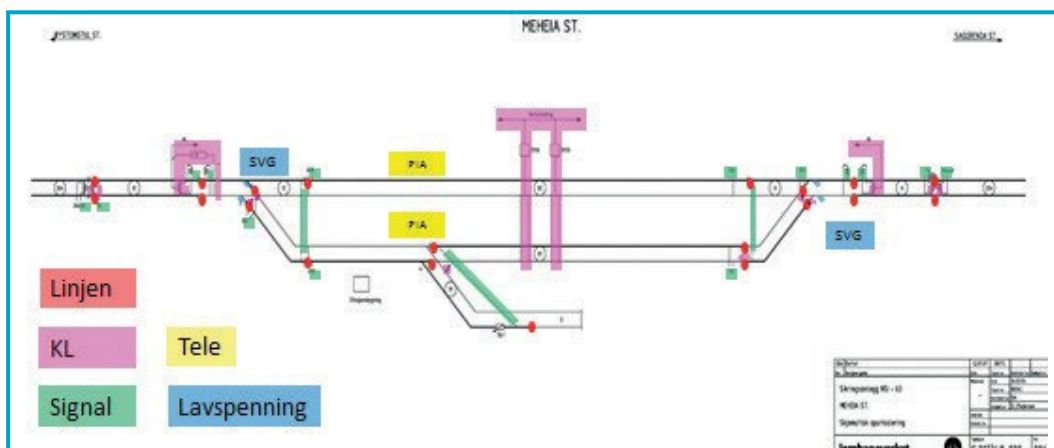
Dersom farger brukes, skal følgende farger benyttes:

FAG/KATEGORI	FARGEKODE
Høyspenning og returkrets	Rød
Lavspenning	Blå
Signal	Grønn
Tele	Gul
Langsgående jordleder	Hvit
Annet, ikke relatert til ett spesifikt fagområdet	Hvit

For utjevninger til langsgående jordleder brukes aktuelt fagområdes merkefarge



Figur 19.9 Eksempel på bruk av fargekoder ved rørgjennomføring til teknisk hus



Figur 19.10 Fargemerking av fag på en stasjonsplan

19.12.1 Returledning i tunnel

Returledning i tunnel kan monteres på vegg eller henges i tak. Det er et krav at det skal benyttes halogenfri og selvslukkende returleder. Kravene er spesifisert i Felles elektro/Prosjektering og bygging/Kabelforlegging og kabelkanaler. Kapittel 2.6

Returlederen som kabel skal være dobbeltisolert av type PEX «IXXI» halogenfri og selvslukkende. Det kan benyttes krokar og oppheng tilsvarende det som blir brukt på returledning fri linje.

Returledningen kan også Klamres fast til tunnelveggen, med Klammer utført etter tegning EH-705143.

Dersom dette ikke er mulig kan returledningen legges i kabelkanal, men da på motsatt side av andre metalliske kabelføringer (tele- og signalkabler). Kabel i betongkanal med lokk kan regnes som tilstrekkelig beskyttet mot brann.

19.13 RETURLEDNING OG SUGETRANSFORMATOR

Der returledningen dekker lengre strekninger blir den koblet direkte til sugetransformatoren uten hjelp av impedansspoler. Det skal ikke være noen annen forbindelse mellom returledningen og spor enn nedføringen midt mellom sugetransformatorene. Ved dobbeltspor skal returledningene for hvert spor forbindes med hverandre der hvor det er nedføringer til spor.

Der returledningen dekker bare et stasjonsområde, eller deler av dette, skal ledningens midtpunkt tilkobles tverrforbindelse midt på stasjonen mens endene tilkobles sporet utenfor stasjonens enkeltisolerte sporfelt (utenfor innkjørsignalene). Ved dobbelt isolert sporfelt kobles returledningen til skinnene over impedansspoler. Ved enkeltisolert sporfelt er det to måter å utføre koblingen mellom returledning og skinnestreng beregnet til jording/returstrøm.

- Returledningen kobles til et klembrett, fra dette kobles 2 stk. $1 \times 95 \text{ mm}^2$ Cu svart PN som tilkobles returskinnen med godkjent skrudd forbindelse
- Returledningen blir termittsveiset sammen med 2 stk. $1 \times 95 \text{ mm}^2$ Cu svart PN i en form og deretter koblet til returskinnen med godkjent skrudd forbindelse

Der det ikke er sporfelt kobles returledningen til et klembrett eller termittsveises med nedføring til skinner og til tverrforbindere. Disse nedføringer skal skje på to påfølgende master. Det skal brukes 1 stk. $1 \times 240 \text{ mm}^2/61 \text{ TXXP AL}$ til klembrettet og 2 stk. $1 \times 95 \text{ mm}^2$ Cu for hver nedføring til skinne. Det tillates ikke brukt brytere eller sikringer i returstrømkretsen.

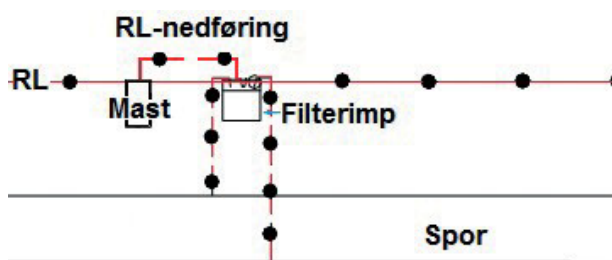
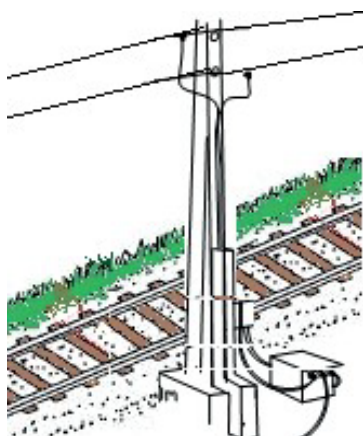
Returledning på fri linje, enkelt spor

På fri linje forbindes returledningene direkte til uttakene for viklingen (liten a og b) på sugetransformatorer og nullpunktet (0) skal til jordskinne ved sugetransformatoren.

Nedføring til filterimpedansspole midt mellom to sugetransformatorer skal utføres i samme mast, med 1 stk. 1 x 240 mm²/ 61 TXXP AL dobbeltisolert line for hver gjennomgående returledning, de kobles til 0-uttaket på filterimpedansspolens a og b uttaket kobles til hver sin skinnestreng med:

Filterimpedansspole 600A - 2 stk. 1 x 70 mm² Cu PN - ledning sort isolasjon

Filterimpedansspole 800A - 2 stk. 1 x 95 mm² Cu PN-ledning sort isolasjon (se skisse under)



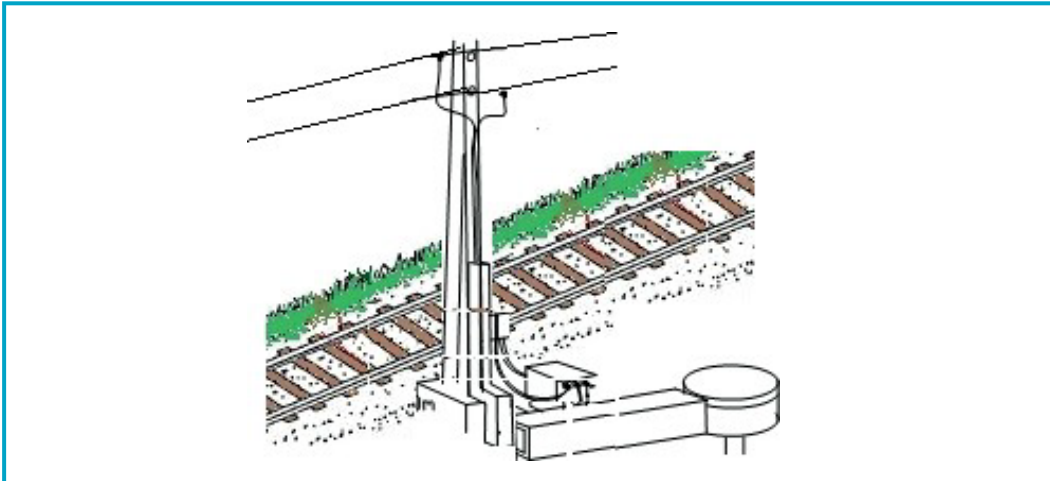
Midt mellom to sugetransformatorer på dobbeltspor, skal de to sporenes returstrømledninger sammenkobles

På dobbeltsporet bane føres returledningene for hvert spor ned til impedansspolene med dobbeltisolert kabel. Normalt blir det brukt type TXXP 240 mm²/61 AL.

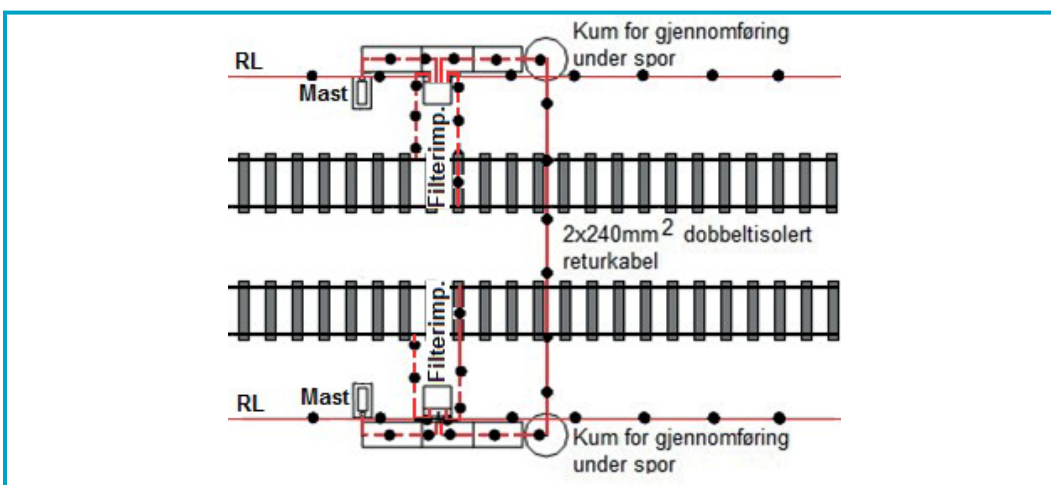
Ved dobbeltsporet bane skal returstrøm nedføringene for hvert spor føres ned rett ovenfor hverandre. Returstrømledningene for hvert spor skal forbindes med en tverrforbindelse.

Ledningstverrsnittet i tverrforbindelsen mellom de 2 spors returledninger skal være det samme som returstrømledningene dvs. normalt 2 stk. 1 x AL. 240 mm²/61 AL.

Tverrforbindelsen kan forlegges som isolert kabel i jord eller krysse som et luftstrek. Begge returledningene føres ned på baksiden av samme mast.



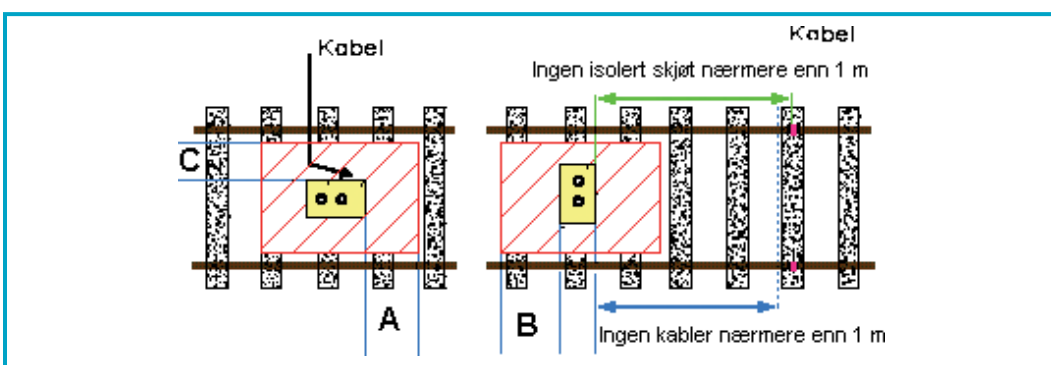
Figur 19.11 Nedføring på bakside av mast



Figur 19.12 Sammenkobling av returstrømkrets mellom to sugetransformatorer på dobbeltsporet strekning

Nedføring av returstrømledning i nærheten av baliser

Ved nedføring av returledning og tilkobling til skinner skal det minimum være 1 m fra nærmeste balise.



Figur 19.13 Skisse legging av kabler i nærheten av baliser

19.14 RETURSTRØMNEDFØRING TIL SKJØTELØSE OG FREKVENSMODULERTE SPORFELT

Strekninger med skjøteløse frekvensmodulerte sporfelt bygges med:

- FTG S S-forbindere i sporet
- TI21

Her må det avklares hvor returstrømnedføringen skal være i forhold til S-forbindere. Denne avstanden varierer etter hvilken type FTG S forbindere og mating det er på sporfeltet. Ved bygging av kontaktledningsanlegg og returledning ved tverrfaglig jordingsplan må det være en nøyaktig beskrivelse og tegninger av utførelse av jording/returstrømkoblinger til skinnegang. Det blir ikke benyttet impedansspoler for koblinger i returstrømkretsen.

Krav til returstrømtilkoblinger for FTG S sporfelter					
*St = standard; W = veksel; M = Midtmatet					
** FTG S-forbinder = S-forbinder, endeforbinder, kortslutningsforbinder					
FTG S type	Plassering av tilkoblinger	Antall tilkoblinger	Plassering av tilkobling til FTGS forbinder**	Se Fig.	Kommentar
FTG S 917 St*	Ingen restriksjoner	Ingen restriksjoner	Avstand til FTG Forbinder ≥ 10 m	---	1)
FTG S 917 W*	Generelt ikke tillatt	Generelt ikke Tillatt	--	---	2)
FTG S 917 M*	Ingen restriksjoner	Ingen restriksjoner	Avstand til FTGS-forbinder og utmating I midten av sporfelt	---	1)

Kommentarer:

1. I tillegg til kravene i tabellen over, må følgende regler tas i betraktning dersom det er endringer i jordskinnen ved elektrisk forbinder:

Dersom definert jordskinne må veksle ved en elektrisk forbinder, må avstanden for jordtilkoblingen venstre og høyre være:

- 400 m (minimum) for type FTG S 46
- 200 m (minimum) for type FTG S 917

Merk: På Gardermoen har vi dette tilfellet mellom sporfelt 518 og V002 ved Bekkedalshøyda BSTR område

2. Det må observeres at returstrøm tilkoblinger er gitt med hensyn på metalliske deler i veksler og sporfelter overkjøringsløyper. Dersom jordtilkoblinger ikke kan unngås innenfor disse områdene, må hvert enkelt tilfelle evalueres av Siemens

Merk: I alle følgende eksempler er S-forbinder tilsvarende med endeforbinder eller kortslutningsforbinder. Den inntegnede "returstrøm tilkobling" er tilkobling fra jordline. Det er ingen restriksjoner for tilkobling returleder – jordskinne men posisjonen av tilkobling til FTG S forbindere er gjeldene er gjeldende (se kolonne i tabell "Krav til returstrømtilkoblinger for FTG S sporfelter").

19.15 TI21 AUDIOFREKVENT SPORFELT

Dette sporfeltet benytter en sporfeltstrøm med frekvenser i området 1.5 til 2.6 kHz. Sporfeltene kan avgrenses med isolerte skjøter eller skjøteløse overgangssoner som er 20 meter lange.

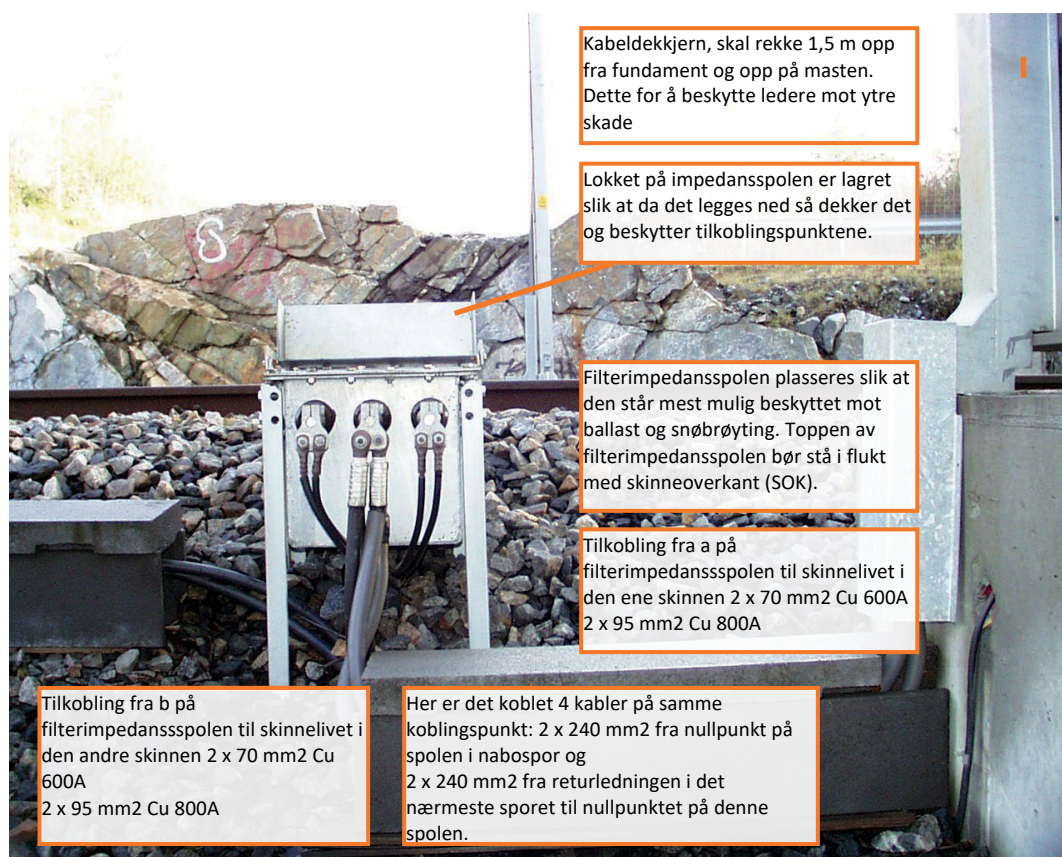
Ved tilkobling av nedføringer av returstrømledninger skal det benyttes filterimpedansspole. I tabellen under er det tatt med det som berører returstrøm tilkoblinger i skinnegangen.

BESKRIVELSE	AVSTAND	HENVISNING
4. Begrensninger av sporfeltets lengde		
Sporfelt med en sugetransformator og null-felt.	< 500 m	
5. Avstand til andre tilkoblinger.		
Avstand sender-TU/ETU og impedansspole	≥ 100 m 1	
Avstand mottaker-TU/ETU og impedansspole	≥ 25 m 1	
1 gjelder ikke ved isolert skjøt.		

Figur 19.14 Utsnitt fra tabell "oppsummering av avstander TI21 frekvensmodulerte sporfelt"

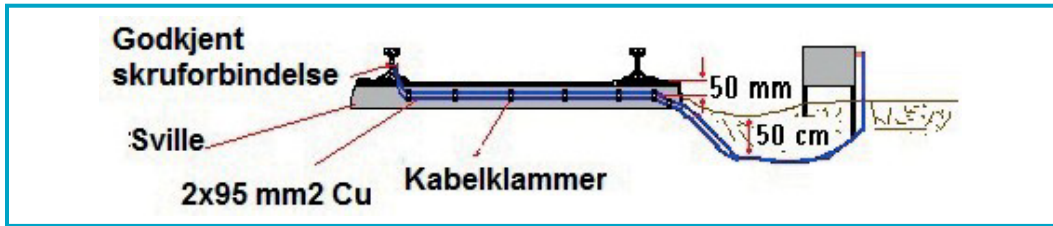
19.16 EKSEMPEL PÅ UTFØRELSE AV NEDFØRINGER AV RETURSTRØMLEDNING

Filterimpedansspolen skal plasseres med lokket i plan med svillens overkant slik at den er synlig. Tilkoblingspunktene/isolatorene skal vende vekk fra sporet for å beskytte de mot ballast som stadig blir etterfylt og snøbrøyting.



Klamring av PN-ledning på sviller

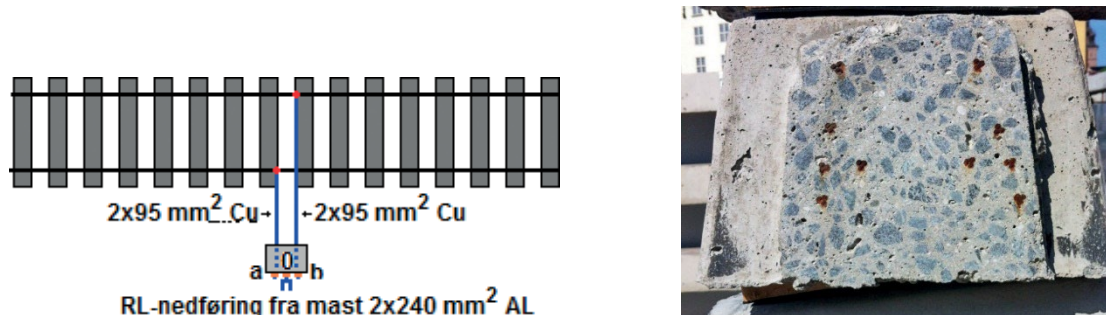
For at det ikke skal bli frostskafer på betongsvillene, skal hull til festespiker el ekspanderende bolt til feste av klammer bores min 50 mm fra overkant betongsville.



Figur 19.15 Skisse klamring av retur på betongsville

Føring av ledere fra filterimpedansspole til skinne

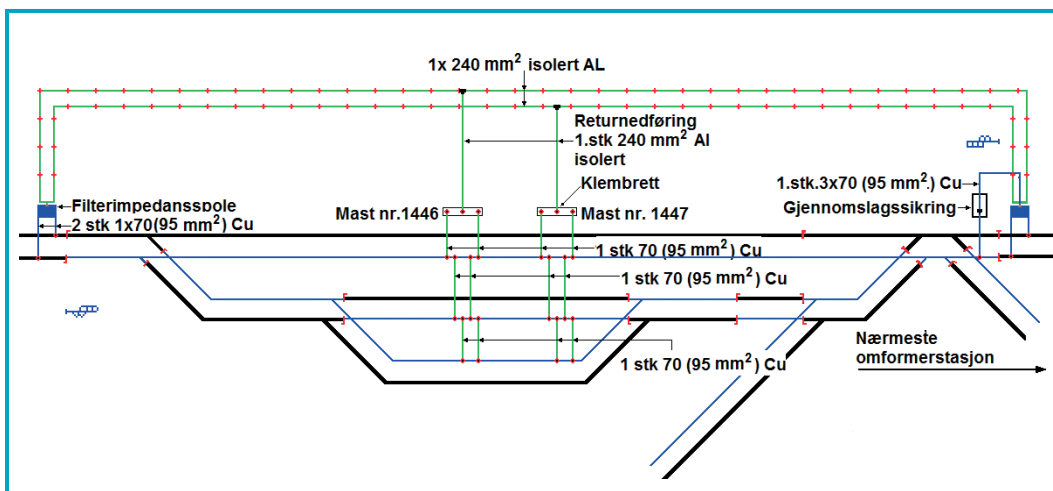
Ved montering av forbindelse mellom filterimpedansspole og skinner skal føringene fra tilkoblingene fra a og b legges på to forskjellige sviller. Dette gjøres fordi det er armering i betongsvillene, og ved skader på ledningsisolasjonen kan dette kortslutte ledningene fra a og b på impedansspolen.



Figur 19.16 Plassering av armering i en betongsville

19.17 UTFØRELSE AV NEDFØRING AV RETURSTRØMLEDNINGER PÅ STASJONER

Fra de langsgående returstrømledningene skal det være nedføring midt på stasjonen til skinnegangen der det er returstrømledning bare over stasjonen. Nedføringene skal føres ned i to nabomaster, en nedføring for hver returledning i hver sin mast. Dette gjøres for at ikke returstrømkretsen på stasjonen skal bli brutt hvis en nedføring blir ødelagt.



Figur 19.17 Skisse returstrømnedføring på stasjon

Tverrsnitt fra ledere på Klembrett til jordskinne i spor

- Returstrøm 600 A: 2 stk. 1x70 mm² flertrådet Cu ledning med sort isolasjon til jording/ returstrømskinne i nærmeste spor.
- Returstrøm 800 A: 2 stk. 1x95 mm² flertrådet Cu ledning med sort isolasjon til jording/ returstrømskinne i nærmeste spor.



Figur 19.18 Kobling til jord/returstrømskinne med godkjent skrueforbindelse

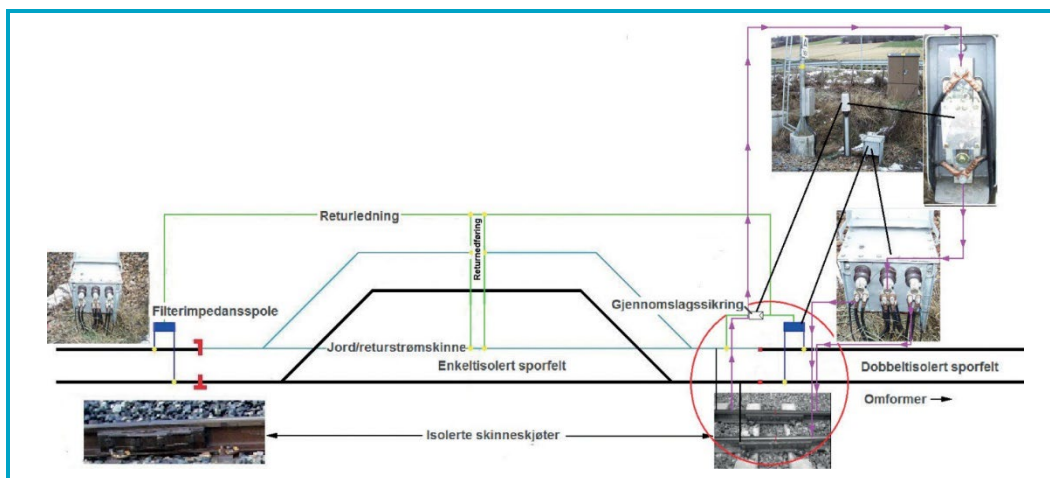
Fra denne jord/returskinnen legges det tverrforbindelser mellom de andre togsporenes jord/ returskinner.

Til tverrforbindelsen skal det benyttes 2 stk. 1 x 70 mm² (95 mm²) flertrådet Cu-ledning med sort isolasjon.

19.18 KOBLING AV RETURSTRØMLEDNINGENE FRA STASJONEN TIL FRI LINJE UTEN RETURLEDNING

Stasjonens skinner er på begge sider ved stasjonsgrensen er utisolert fra skinnene på fri linje ved bruk av isolerte skinneskjøter. Returledningene over stasjon fra hovedinnkjøringsignal til hovedinnkjøringsignal, skal kobles til skinnene på fri linje. Enten direkte til spor eller ved bruk av filterimpedans. Ved begge hovedinnkjøringsignalene kobles begge returledningene til 0-tilkoblingen på en filterimpedansspole ved hjelp av min.1 stk. 1x240 mm²/61 TXXP AL dobbeltisolert line.

Mellom stasjoners jord/returstrømskinner og langsgående returstrømledninger og filterimpedansens 0-uttak, skal det plasseres en gjennomslagssikring av hensyn til mulig brudd i returstrømkretsen mellom stasjon og fri linje.



Figur 19.19 Bildeskisse returnedføring ved stasjonsgrense

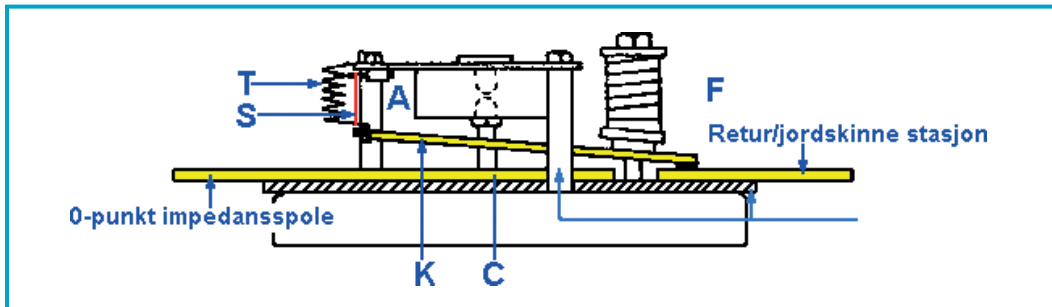
Plassering av Gjennomslagssikring

Gjennomslagssikringen skal plasseres på egen stolpe rett ut for den isolerte skjøten. Det anbefales at det monteres gjennomslagssikring ved stasjonens begge ender. Det skal monteres minst en gjennomslagssikring plassert i den enden av stasjonen som vender mot nærmeste omformer. Denne skal monteres mellom impedansspolens 0-uttak og stasjonens returskinne ved hjelp av 3 stk. 1x95 mm² Cu med sort isolasjon

Forbindelsesledninger med videre skal gis et rimelig vern mot skade ved graving etc. og skal beskyttes med godkjent vern i 1,5 meters høyde over fundamenttopp minimum 2 m over bakkenivå.

Gjennomslagssikringens virkemåte

De aktive komponenter er bygget på en montasjeplate. Strømbanen er isolert fra denne slik at forskriftenes krav til adskillelse av driftsjording og beskyttelsesjording er oppfylt.



Figur 19.20 Prinsippkisse av en gjennomslagssikring

Gjennomslagssikringen består av en solid overspenningsleder (A) som er koblet i serie med smeltetråden (S). En grovt dimensjonert kontaktskinne (K) som er forspent av fjæren (F) holdes i stilling av smeltetråden.

Ved feil på returstrømkretsen mellom fri linje og stasjonen, vil det bli stor spenningsforskjell på hver side av den innlagte isolerte skjøten i skinnene.

En overspenning ledes fra impedansspolens 0-punkt gjennom avlederen som tenner, via smeltetråden og kontaktskinnen til jording/returskinne på utsiden av stasjonsgrensen.

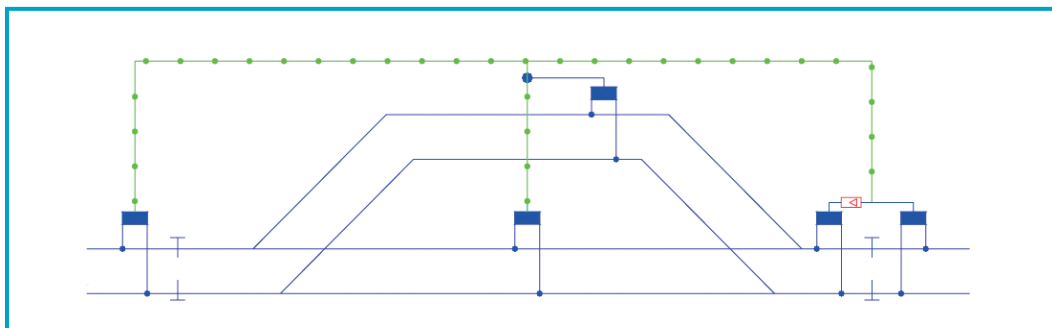
Når overspenningen er avledet, slukker avlederen og Isolert nettdrift er gjenopprettet.

Ved særlig stor og langvarig strømgjennomgang vil sikringstråden (S) smelte og kontaktskinnen presses ned slik at dennes kontakt (C) danner varig forbindelse over den isolerte skjøten.

Den spoleviklede tråden (T) opprettholder strømgjennomgang etter at sikringstråden er smeltet, men før kontakten (C) har sluttet, slik at overspenninger forårsaket av hurtig bryting unngås. Sikringstråden er dimensjonert slik at denne smelter før gjennomslagssikringen ødelegges av for store strømmer.

19.19 KOBLING AV RETURSTRØM TIL SKINNER PÅ STASJON MED DOBBELTISOLERTE SPORFELT

På stasjon med dobbeltisolerte sporfelte må returstrømnedføringen kobles til skinnene ved å bruke filterimpedans. Returstrømmen kobles til på filterimpedansens 0-punkt sammen med tverrforbinderen til neste spor. Filterimpedansens tilkoblingspunkt a og b kobles til hver sin skinne.



Figur 19.21 Kabling av returstrøm på stasjon med dobbeltisolerte sporfelt

19.20 RETURSTRØMKRETS OG BESKYTTELSESJORD/UTJEVNINGSFORBINDELSER PÅ STASJONER

På stasjoner er det som regel enkeltisolerte sporfelt. Det vil si at en skinne er til framføring av returstrøm og beskyttelsesjord /utjevningsforbindelser. Den andre skinnen benyttes til oppbygging signal/stillverk på stasjonen. Husk å ha tverrfaglig jordingsplan som angir hvilken skinne som skal benyttes til returstrøm og jording/utjevningsforbindelser. Det er viktig å skille tilkoblinger av returstrøm og jording/utjevnes fra hverandre med valg av riktig farge på isolasjonen.

- Alle tilkoblinger i skinner, og som har som oppgave og føre returstrøm tilbake til omformerstasjon skal være utført med sort isolasjon
- Beskyttelsesjord og utjevningsforbindelser skal utføres med gul/grønn isolasjon
- Leder fra jordelektroder som skal tilkobles retur/jordingsskinne kan utføres med blank ledning

På enkeltisolerte spor er det lagt inn overkast der returstrømmen bytter skinnestreng. Dette må gjøres for at signal/stillverk skal fungere, og dekke deres krav til forskrifter.

Antall ledere og tverrsnitt ved returstrømkoblinger i sporet

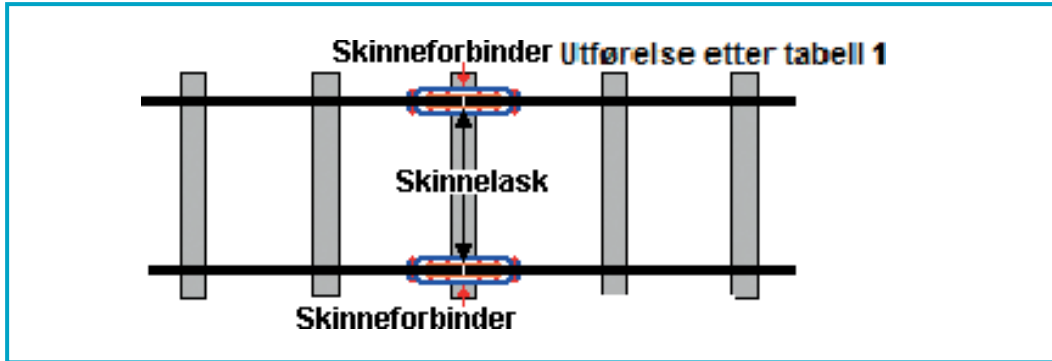
Alle koblinger i sporet skal ha ekvivalent Cu-tverrsnitt etter tabell 1.

TABELL 1: MINIMUM KOBBERTVERRSNITT FOR SKINNEFORBINDELSE, SKINNEFORBINDERE OG OVERKAST.	
TYPE SPORFELT	
ENKELTISOLERT	DOBBELTISOLERT
2 x 95 mm ²	1 x 95 mm ²
2 x 95 mm ²	1 x 95 mm ²
2 x 95 mm ²	

Skinneforbinder

Elektrisk forbindelse fra en skinne til en påfølgende skinne.

I hovedtogspor på stasjoner utføres skinneforbindere etter tabell 1 med flertrådet Cu-ledning med sort isolasjon påsatt fortinnet tett kabelsko i hver ende som festes til skinnesteget med godkjent skrudd forbindelse. Skinnestrenger som kan føre returstrøm skal i alle skinnskjøter som ikke har isolasjon utstyres med skinneforbinder (f.eks. sidespor).



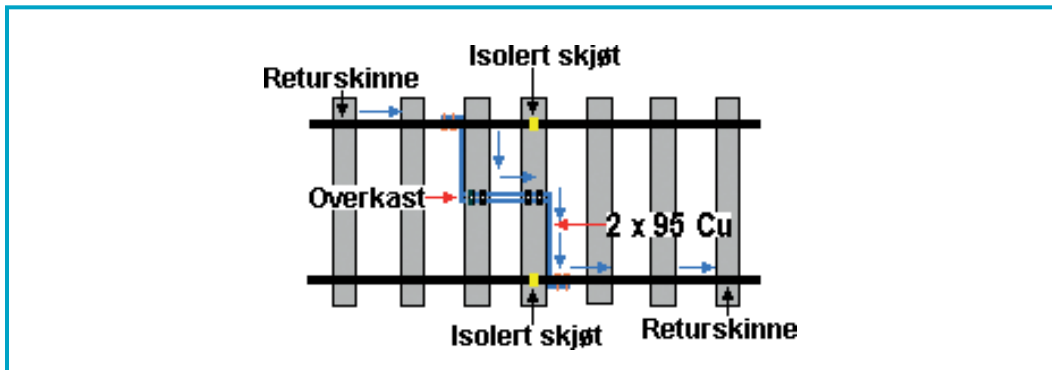
Figur 19.22 Skinneforbinder monteres på yttersiden av skinnestrengen

Skinneforbindelse

Langsgående leder over mer enn 1 skinneskjøt. Antall og tverrsnitt etter tabell 1. Lederne skal ha sort isolasjon.

Overkast

Permanent elektrisk forbindelse utført med ledning som benyttes for å føre retur- og/eller sporfeltstrøm mellom to skinnestrenger, skal dimensjoneres slik at de tåler den strømbelastning som de maksimalt kan utsettes for. Minimum kobbertverrsnitt som skal benyttes for disse er angitt i tabell 1. Cu-lederne skal ha sort isolasjon og den skal legges som vist på figur 20.22



Figur 19.23 Skisse av overkast

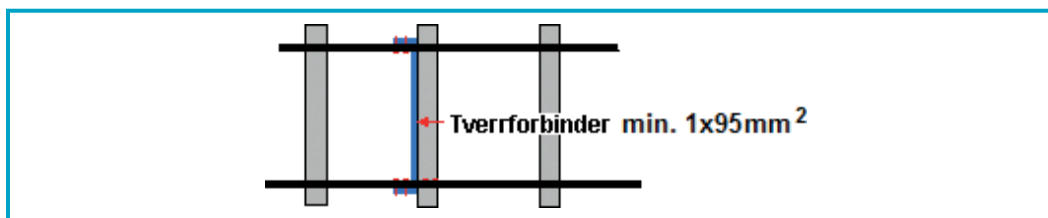


Figur 19.24 Overkast

Tverrforbinder

Tverrforbindere benyttes på steder uten signalsystemer i sporet. For fordeling av returstrøm må tverrforbindere ha et minimum kobbertverrsnitt på $1 \times 95 \text{ mm}^2$.

- På fri linje for hver ca. 200 m
- Foran isolerte sporfelt legges (minimum 2 stk.)
- Ved sugetransformatorer (minimum 3 stk. utenfor hver av de isolerende skinneskjøtene og minimum 2 stk. mellom de isolerende skinneskjøtene)
- Ved innføring av returstrøm til omformere minimum 3 stk. forbindere



Figur 19.25 Tverrforbinder

Forbindelser på tvers av stasjoner

Tverrforbindelser skal dimensjoneres slik at de tåler den strømbelastning som de maksimalt kan utsettes for. Tverrforbindelser som fører returstrøm, skal ha et minimum kobbertverrsnitt på $2 \times 95 \text{ mm}^2$. Det skal legges sikker strømforbindelse til hoved- eller gjennomkjørspor.

Mellom dobbeltspor skal det ikke legges tverrforbindelser unntatt gjennom filterimpedansspolers midtuttak.

Når de to skinnestrengene ikke er isolert fra hverandre på grunn av sikringsanlegg skal tverrforbindere brukes på følgende steder:

- På stasjoner mellom alle uisolerte skinnestrenger omtrent midt på stasjonen
- Utenfor matestasjoner (minimum 3 stk. for hver returkabel)
- Ved transformatorer hvor en eller flere viklinger er forbundet med skinnegangen skal tverrforbindere legges mellom alle spor.

19.21 GLIDESKJØT I SPORET

Ved glideskjøter i sporet skal det over skjøten legges doble skinneforbindere med minimum 95 mm^2 fleksibel kobberline per forbindelse.



Figur 19.26 Glideskjøt med sporutvidelse

19.22 TILKOBLING AV RETURLEDER VEDOMFORMERSTASJONER

Returledningen fra omformerstasjon skal tilknyttes skinnegangen over filterimpedans. Hver returledning er normalt tilknyttet skinnen med sort 1 stk. $4 \times 95 \text{ mm}^2$ Cu-ledning. Tverrsnittet skal minimum være 400 mm^2 . På nye anlegg er det som regel oppgitt hvilket tverrsnitt som skal benyttes.

19.23 FILTERIMPEDANS I RETURSTRØMKRETSEN

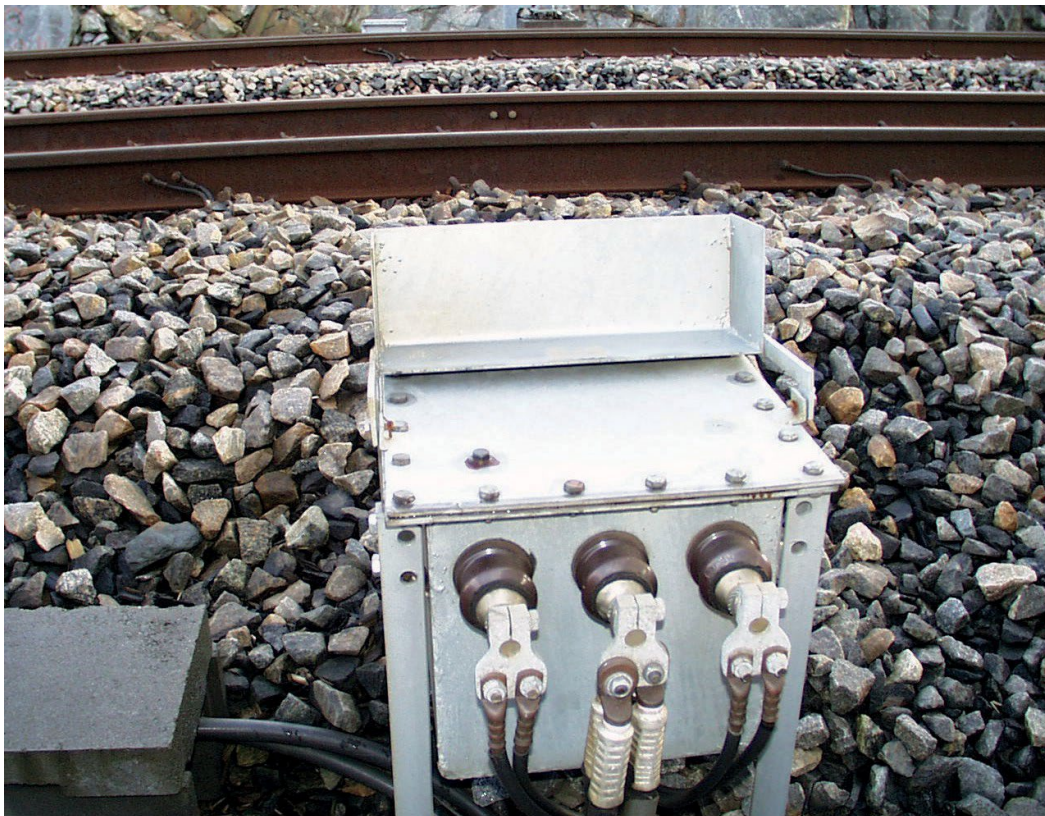
Filterimpedansspoler settes inn på strekninger med relébaserte 95/105 Hz sporfelter.

Når en leder for returstrøm skal tilknyttes spor med dobbelt-isolert sporfelt, må det gjøres slik at returstrømmen fordeles på de 2 skinnestrengene uten at sporfeltspenningen for sikringsanlegget samtidig brytes ned. Filterimpedansspoler slipper gjennom returstrømmen ($16 \frac{2}{3} \text{ Hz}$) og fordeler den i begge kjøreskinnen, men slipper ikke gjennom signalstrømmen som har en høyere frekvens (95/105 Hz)

Vi har to typer impedansspoler.

- Type 1 = 600A
- Type 2 = 800A

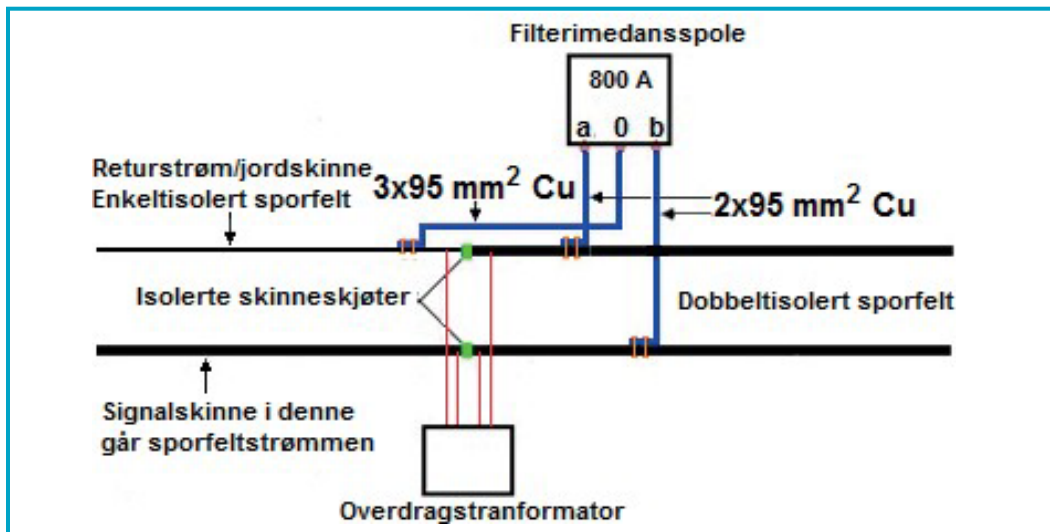
Det er her snakk om arbeidsstrømmen til impedansspolene.



Figur 19.27 Koblet filterimpedansspole ved sporet

Koblingsbilde av sugetransformator med skinnkniv

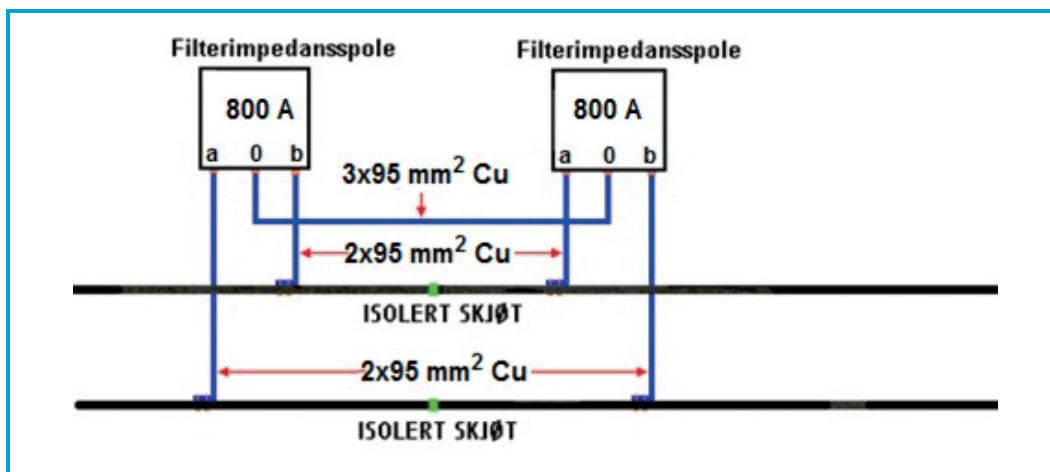
Figuren under illustrerer en impedansspole over en isolert skjøt mellom dobbeltisolert og enkeltisolert sporfelt, i tillegg er det montert en overdragstransformator som tar seg av signalstrømmen.



Figur 19.28 Kobling av filterimpedansspole fra enkelt til dobbeltisolert sporfelt

Skisse av kobling av filterimpedansspoler ved dobbeltisolert sporfelt

Ved sammenkobling av to dobbeltisolerte sporfelter, skal det benyttes 2 stk. impedansspoler som kobles sammen slik.



Figur 19.29 Kobling av filterimpedansspole ved dobbeltisolerte sporfelt

19.24 MINSTE LEDNINGSTVERRSNITT VED KOBLING AV FILTERIMPEDANSER

Isolasjonen på ledningene skal være sort. Filterimpedansspoler som skal lede returstrøm forbi isolerte skinneskjøter skal ha antall Cu-ledere og tverrsnitt som oppgitt i tabell 2. Det er størrelsen på filterimpedansespolen som er bestemmende for hvor mange Cu-ledere og hvilket tverrsnitt som skal benyttes ved koblingen.

TABELL 2. MINIMUM KOBBERTVERRSNITT FOR FORBINDELSE PÅ FILTERIMPEDANSEN.

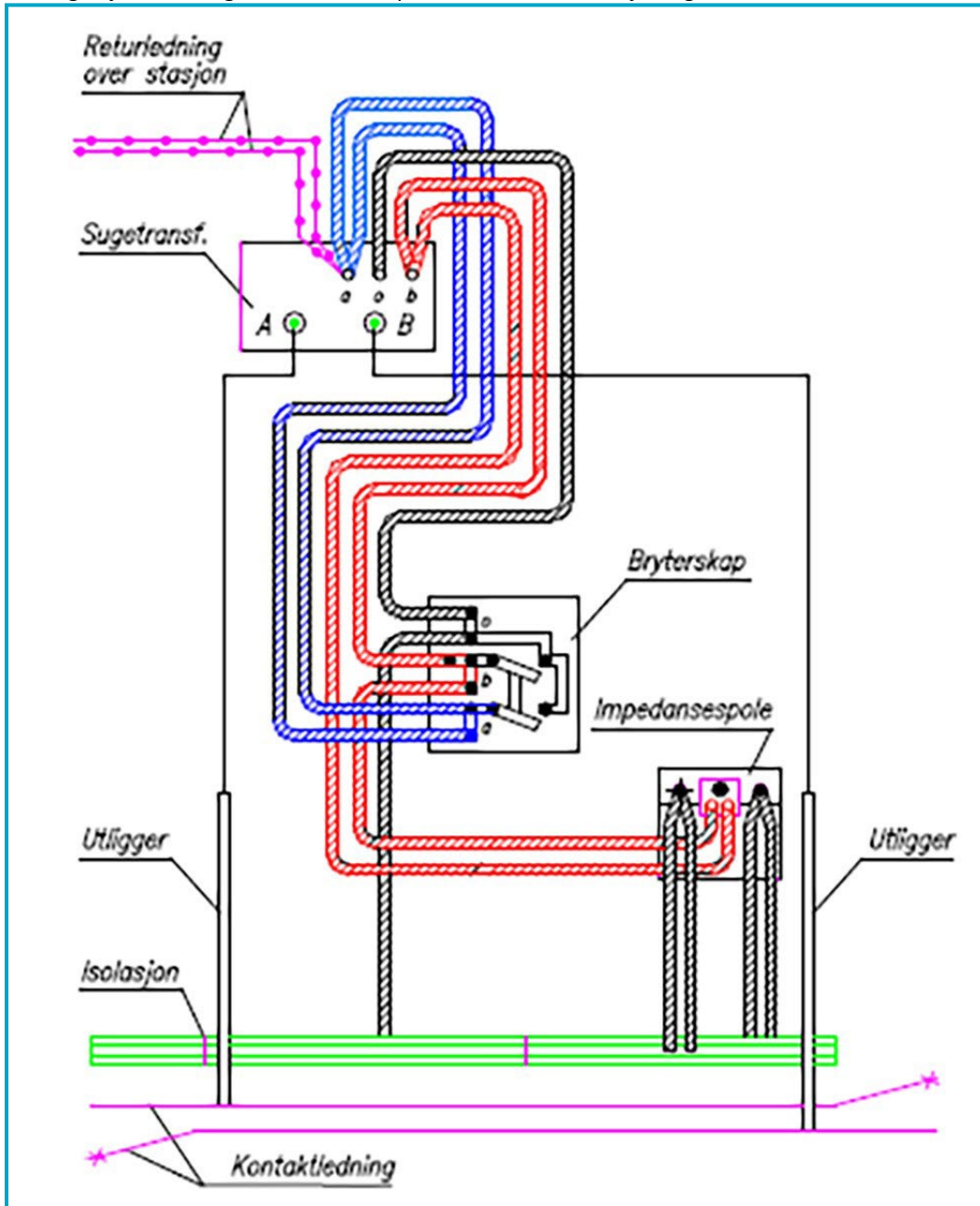
Type filterimpedans	STØRRELSE FILTERIMPEDANS	
	600 A	800 A
Forbinder a	2 x 70 mm ²	2 x 95 mm ²
Forbinder b	2 x 70 mm ²	2 x 95 mm ²
Forbinder 0	3 x 70 mm ²	3 x 95 mm ²

19.25 SUGETRANSFORMATOR I RETURSTRØMKRETSEN



Koblingsbilde av sugetransformator med skinnekniv

Koblingsskjema for sugetransformator plassert ved hovedinnkjørssignal.



Sugetransformatoren blir omtalt i eget kapittel

20 JORDING OG UTJEVNING AV KONTAKTLEDNINGSANLEGG

Jording og utjevning i Bane NORs kontaktledningsanlegg skal utføres slik at farlige berørings og skrittspenninger unngås. Videre for å oppnå elektromagnetisk sameksistens mellom de ulike anlegg, systemer og komponenter.

Jording og utjevning skal også utføres for å medvirke til beskyttelse mot overspenninger i ulike anleggsdeler. Banestrømmens returkrets skal holdes avskilt fra andre elektriske kretser og jordingsanlegg.

Kravet gjelder ikke i bygninger der en nødvendigvis må føre inn returstrømkretsen, dette gjelder omformerstasjoner, koblingshus og kretser som er koblet direkte til sporet. Isolasjonsnivået på jordledere bør tilsvare isolasjonsnivået i kontaktledningsanleggets returkrets.

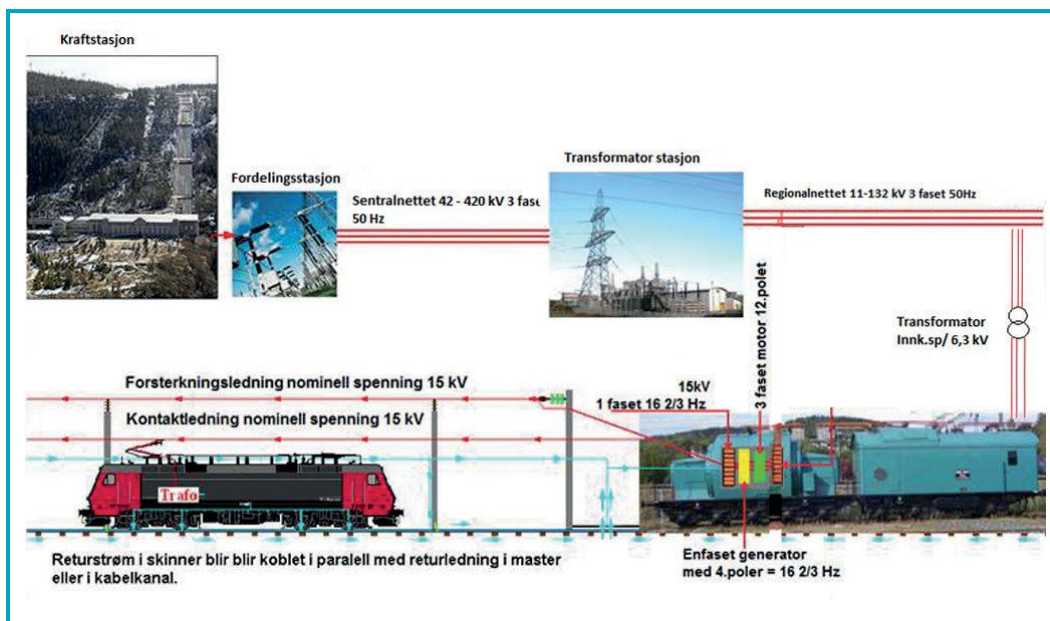
Ved utføring av jording i elektriske jernbaneanlegg må vi definere jording. Dette fordi begrepet jording i kontaktledningsanlegg har to forskjellige funksjoner i en felles strømkrets

Banestrømmens returstrømkrets

Beskyttelsesjording og utjevningsforbindelser

Helt enkelt forklart er kontaktledningsanlegg et enfase anlegg. Nominell spenning 15 kV som skifter med periodeintervall på $16 \frac{2}{3}$ Hz.

Trekraftkjøretøy som forbruker strøm, transformerer spenningen ned til den spenningen de elektriske motorene benytter mest vanlig har vært 1000V 16 $\frac{2}{3}$ Hz og videre til de elektriske motorene. Transformatoren og motorene er forbundet med jernbaneskinnene gjennom hjulene (returstrømkretsen) som fører strømmen tilbake til omformereren.



Figur 20.1 Prinsippskisse av strømkretsen for returstrøm/beskyttelsesjord

20.1 RETURSTRØMKRETSEN

Skinner og returledninger koblet i parallell det som fører strømmen tilbake til omformereren/ matestasjonen. Alle ledninger som inngår i denne kretsen og som har som hovedoppgave å lede returstrømmen tilbake til omformereren skal ha sort isolasjonskappe med et isolasjonsnivå på 1000V. (Det er utarbeidet et eget kapittel om returstrømkretsen)

20.2 SIGNALANLEGG OG SPORFELTSTRØM

Ved jording av kontaktledningsanlegg så kobler vi oss til det som er grensesnitt mot signalanlegg.

Dette er en kort og enkel beskrivelse som setter søkelys på de deler av systemet som signalanlegget har felles med returstrømkretsen til kontaktledningsanlegget. Det vil si kjøreskinnene og komponenter som er koblet til kjøreskinne. I tillegg til å føre returstrømmen tilbake til omformer/ matestasjon så må denne kretsen også fungere etter at alle beskyttelsesjordinger og utjammingsforbindelser er koblet til de samme kjøreskinnene.

Derfor er det meget viktig at det er utarbeidet en tverrfaglig jordingsplan, slik at det ikke er tvil om hvilke kjøreskinnestrenger som skal føre returstrøm/jording.

Det er tre forskjellige forstyrrelser returstrømkretsen kan påføre signalanlegget.

- Det kan være strøm fra returstrømkretsen
- Lekkasjestrøm fra KL-anlegget fordi det er feil på en isolator eller er forurenset av salt fra vei, bremsesøv fra lok eller støv fra strømvaktaker. Masten er jordet til skinnen som også fører signalstrøm
- Tilkobling av jordinger/utjammingsforbindelser forstyrrer sporfeltene slik at releene faller. (tilhørende signal går i stopp)

Signalanlegget skal opprettholde sikkerheten ved jernbanen. Anlegget benyttes til å koordinere og styre togtrafikken på jernbanenettet.

Til signalanlegget hører:

- sikringsanlegg for den enkelte stasjon
- CTC (Centralised Train Control)
- ATC (Automatic Train Control)

Sikringsanlegg består av blant annet sporfelter, releer, baliser, signaler i sporet, drivmaskiner for sporveksler og sikring av planoverganger.

20.2.1 Sporfelter med isolerte skjøter

Sporfeltene har til oppgave å gi informasjon om et sporfelt er belagt eller ikke.

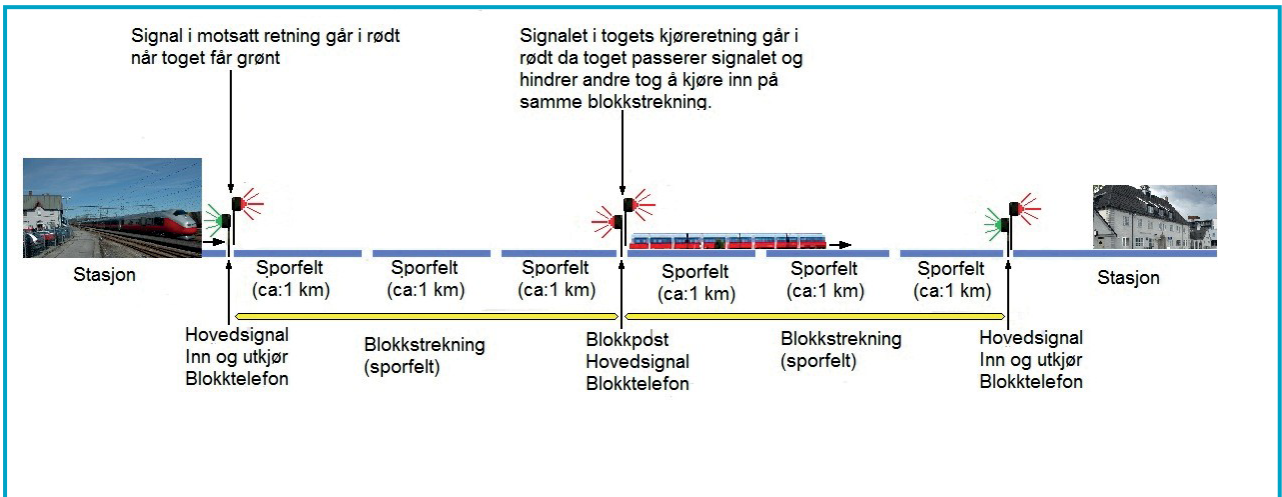
Dersom et sporfelt er belagt kan det bety:

- at det befinner seg tog på feltet
- det foregår arbeider der (sporfeltet er kortsluttet med kontaktmagneter)
- at det har oppstått skinnebrudd

Et sporfelt er en kjøreskinneseksjon som utgjør en selvstendig elektrisk krets med egen spenningskilde og belastning.

Sporfeltene mates med en frekvens på 95 eller 105 Hz.

Frekvensene er valgt ut fra ønske om minst mulig påvirkning fra banestrømmens 16 ⅔ Hz. Mellom skinnestrengene påtrykkes det en spenning kalt sporfeltspenning, denne spenningen forårsaker en strøm som går via skinnene og et relé i enden av sporfeltet. Ved fritt spor skal releet være tiltrukket. Når det kommer et tog inn på feltet, vil hjulparene kortslutte sporfeltspenningen og releet faller. For å hindre at sporfeltspenningen på et felt påvirker releene på nabofeltene, må man ha isolerte skjøter mellom feltene. Det er to typer tradisjonelle sporfelter; enkelt- og dobbeltisolerte.



Figur 20.2 Sporfelt, linjeblokk og blokkpost

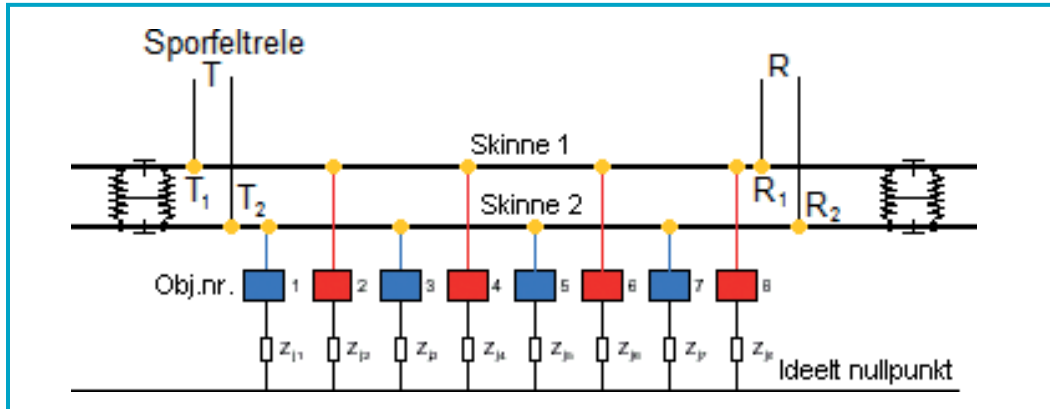
Sporfelter med isolasjon bare i den ene kjøreskinne strengen kalles enkeltisolerte.

20.2.2 Mastejordings innvirkning på dobbeltisolerte sporfelt

Ikke bare jordplater/spyd, men alle metallgjenstander som har kontakt med jorden, har en overgangsmotstand mot det ideelle nullpotensial.

Denne motstanden vil variere sterkt, men i prinsippet vil altså f.eks. alle signaler, master og lignende ha en slik overgangsmotstand.

Vi skal så se på hvordan utjevningsforbindelser fra objektene langs sporet kan innvirke på dobbeltisolerte sporfelt.



Figur 20.3 Problemer med sporfelt på grunn av ekstra avledning mellom skinnene

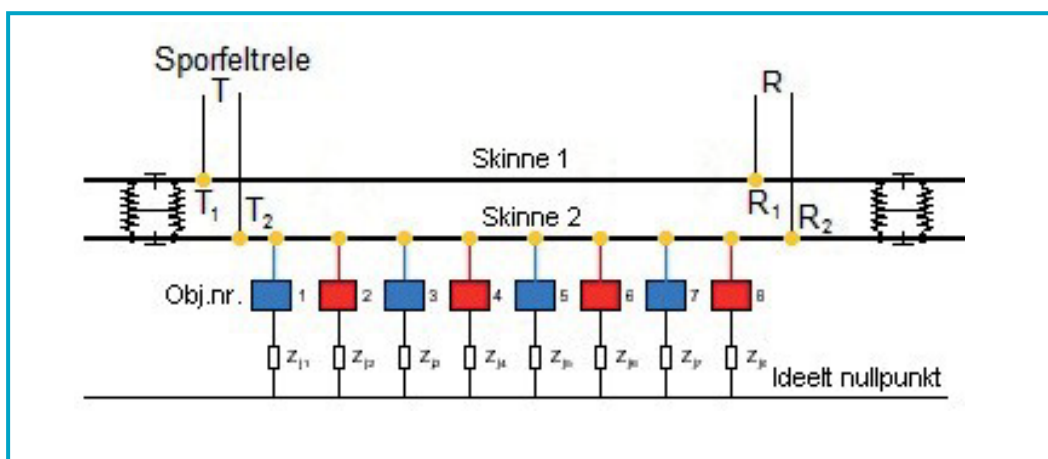
Dersom objektene beskyttelsesjord veksler med tilkobling til begge kjøreskinne strenger på et dobbeltisolert signalanlegg vil man få et bilde som figur 20.3 viser.

Objektene er jordet til sporet og:

- Objektene 1, 3, 5 og 7 er jordet til skinne 2
- Objektene 2, 4, 6 og 8 til skinne 1

Samtlige objekter har dessuten, idet de står ned i jorden, en overgangsmotstand (Z_j) mot ideelt nullpotensial. Man har således i praksis fått ekstra ledende forbindelser mellom skinnene. Denne ekstra avledningen mellom skinnene betyr at det kan bli problemer med å få sporfeltet til og virke som planlagt, fordi svært mye av sporfeltstrømmen blir avledet og vil derfor ikke komme fram til sporfeltrelène.

Den andre måten er å jorde alle objekter til samme skinnestreng, jf. figur 20.4



Figur 20.4 Alle objekter jordet til samme skinnestreng

Ideelt skal banereturstrømmen fordele seg likt på de to kjøreskinnene, dette forutsetter at de to kjøreskinnene har lik impedans.

I dette tilfellet vil kjøreskinne 2 ha mindre impedans idet impedansen i selve kjøreskinnen her er parallellkoblet med en resulterende jordledningsimpedans, dvs. impedansen i kretsen fra pkt. R2 via objektene 5 - 8 og deres tilhørende impedanser "ideelt nullpotensial" og objektene 1 - 4 med tilhørende impedanser til punkt T2.

Dette fører til at banereturstrømmen fordeler seg ulikt på de to kjøreskinnene

Som man ser, er altså ingen av disse jordingsmåter ideelle og man må vurdere vanskelige tilfeller spesielt.

En måte å forbedre forholdene på kan være å øke objektene overgangsmotstand til jord ved å avisolere objektene fra bakken.

En praktisk regel ved jording er at utjevningsforbindelser helst ikke skal krysse under (andre) kjøreskinner da dette lett fører til kortsluttede sporfelt og dermed driftsforstyrrelser.

20.3 JORDING AV KONTAKTLEDNING

Jording av kontaktledningsanlegg skal prosjekteres og bygges slik at berøringssikkerhet blir ivaretatt og at anleggets funksjoner oppfylles. Regler for prosjektering og utførelse for alle faggrupper er gitt Teknisk Regelverk

Kapittelet omfatter krav til jordingsanlegg:

- Innenfor sone for kontaktledningen
- Utenfor sone for kontaktledningen
- Ikke-elektrifiserte strekninger
- I tillegg er det gitt krav til jordingselektroder
- Krav til dokumentasjon

Videre skal et jordingsanlegg oppfylle krav som er gitt i "Forskrift om elektriske forsyningsanlegg med veiledning" FEF 2006"

20.4 SONE FOR KONTAKTLEDNINGEN

Sone for kontaktledningen er bestemmende for hvordan anleggsdeler og objekter skal jordes og hvordan de skal tilknyttes returstrøm/jord skinner.

Sone for kontaktledning:

1) **Utførelse:** Sone for kontaktledning skal ha følgende parametere:

- «X» lik 4,0 meter ved kurveradius større eller lik 1000 meter.
- «X» lik 5,0 meter ved kurveradius mindre enn 1000 meter.
- For en KL-mast der «X» er lik 5 meter, gjelder denne grensen for sone for kontaktledning på begge sider av KL-masten frem til neste KL-mast. Se OCLZ i Figur 1 a).
- Sone for kontaktledning kan begrenses av et solid hinder eller en uisolert ledende del utjevnet til returkretsen. Se OCLZ i Figur 1 b)
- Sonen for kontaktledning forlenges vertikalt under skinneoverkantplan (SOK) inntil jordoverflaten nås. Forlengelsen (U) begrenses til 4,0 m, se U i Figur 1 b).
- Ved avspenning av kontaktledning utvides sone for kontaktledning i henhold til trådføringen på stedet, se Figur 1 c).

2) **Utførelse:** For strømskinne settes «X» lik 1,3 meter

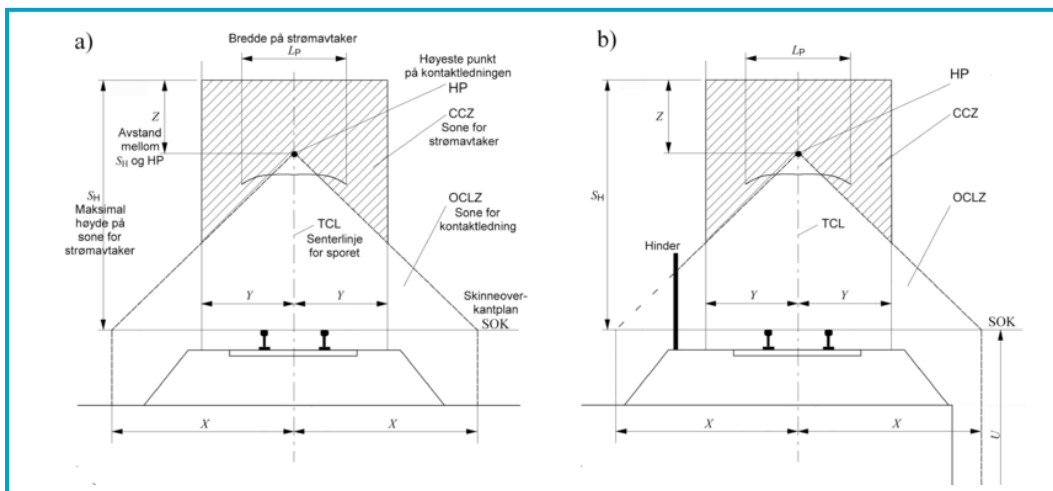


Fig: 20.5 Sone for kontaktledning

Fig: 20.6 Sone for strømskinne som kontaktledning

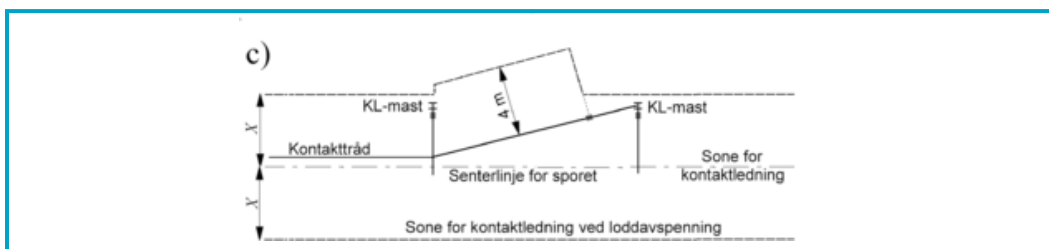
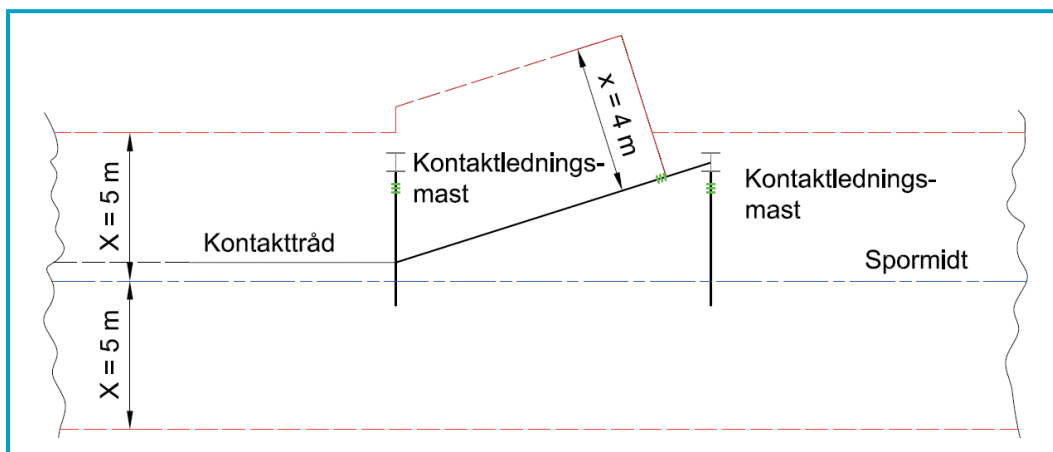


Fig: 20.7 Sone for kontaktledning ved avspenninger

20.4.1 Sone for strømvtager

a) **Sone for strømvtager:** Sone for strømvtager defineres i henhold til EN 50122-1 punkt 4.

1. **Utførelse:** Sone for strømvtager skal ha følgende parametere:
 - «Y» lik 2,5 meter
 - «Z» lik 2,0 meter. Se CCZ i Figur 1 a) og b).
2. **Utførelse:** For strømskinne settes «Y» lik 2,5 meter og «Z» lik 1,0 meter.

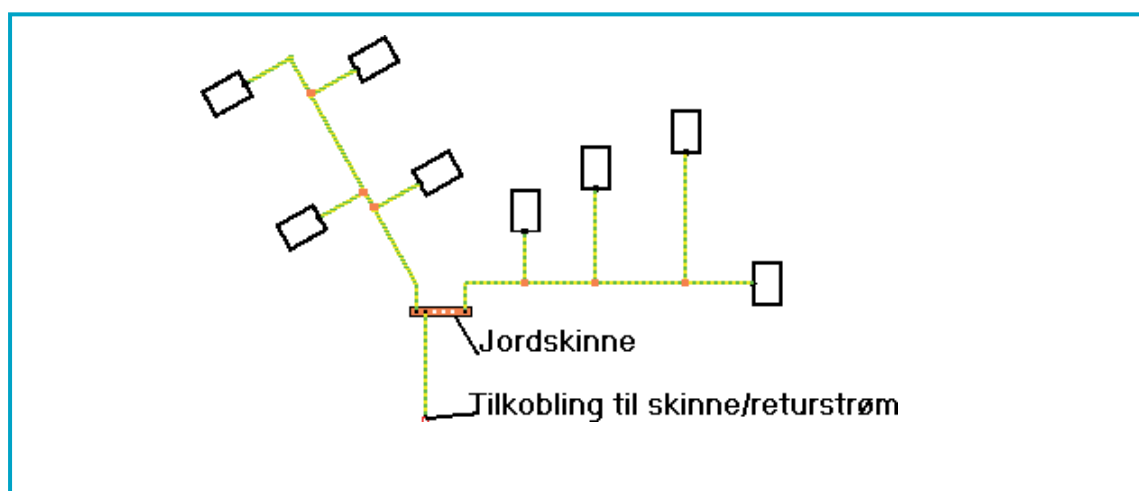


Figur 20.8 Kontaktledningens sone for kontaktledning ved avspenninger

20.5 ANLEGG INNENFOR SONE FOR KONTAKTLEDNING

Alle jordledere og utjevningsforbindelser med tilhørende koblingspunkter skal være entydig og varig merket. Det bør minimum fremgå ved nummerering av alle jordlederseksjoner, hvilke objekter/anleggsdeler utjevningsforbindelsen går til og hvor utjevningsforbindelser er tilkoblet (merking ved objektet/anleggsdelen).

Alle utjevningsforbindelser skal være så korte som mulig og ha en trestruktur. Utjevningsforbindelser og jordledere skal kobles og anordnes slik at de tilkoblede anleggsdeler ikke selv danner serieforbindelse. I denne meningen er det en serieforbindelse hvis jordforbindelsen kobles til et objekt, og en ny jordforbindelse fortsetter fra dette ene tilkoblingspunktet og fram til et nytt objekt. Hvis det blir feil på første objekt så det må byttes ut og du løser jordingen på dette objektet så vil du også fjerne jordforbindelsen til objekt to. Figuren under viser eksempel på sammenkobling av anleggsdeler slik at serieforbindelser unngås. Se figur 20.9.



Figur 20.9 Eksempel på tilkobling uten at det blir serieforbindelse



Figur 20.10 Feil utførelse, brukt kobberkabelsko ved jording av dverg. På galvaniserte flater skal det benyttes fortinnede kabelsko eller cupalblikk

Unntak fra å benytte jordleder er ved: Utsatte (ledende) anleggsdeler som er montert på stålmaster, åk o.l. kan jordes gjennom sine festepunkter dersom disse danner tilstrekkelig god forbindelse.

20.5.1 Større ledende konstruksjoner

Alle større ledende konstruksjoner (kryssende bruer og kulverter eller andre betongkonstruksjoner) innenfor eller delvis innenfor sone for kontaktledning skal kobles til banestrømmens returrets. Hvordan tilkoblingen skal utføres er avhengig av hvilket signalsystem som er på strekningen.



Figur 20.11 Den nye gangbroen over Oslo S

20.5.2 Alle utsatte ledende anleggsdeler

Alle utsatte (ledende) anleggsdeler, som er slik plassert at samtidig berøring (avstand under 2,5 m) med gjenstander som er tilkoblet banestrømmens returkrets skal også ha utjevningsforbindelse til banestrømmens returkrets.



Figur 20.12 Ledende konstruksjon og diverse andre objekter som skal ha utjevning til returstrøm/ jordskinne

20.6 BESKYTTELSESJORDING

Skriftspenning og/eller overspenning til andre elektriske installasjoner fra kontaktledningsanlegget 15 kV 16 ⅔ Hz. Dette er en jording som skal avlede/beskytte mot at det kan oppstå farlig berøringsspenning,

Blir det for eksempel feil i en utliggerisolator, vil strømmen ledes gjennom isolatoren og til masten. Denne masten er beskyttelsesjordet, det vil si koblet til skinnen som er definert returstrøm/ jordskinne. I det øyeblikket strømmen lekker gjennom isolatoren og kommer til masten, vil det bli en kortslutning (Ik) i høyspenningsanlegget. Da vil vernereleer i omformerstasjonen registrere denne jordfeilen, og koble ut effektbryteren (bryterfall).

Effektbryteren vil automatisk prøve innkobling med prøvespenning, disse innkoblingene skal ikke belaste kontaktledningsanlegget med mer enn 25 A i 2 sekunder av gangen.

Automatisk gjeninnkobling blir forsøkt 2 ganger:

- innkobling etter 5 sekunder,
- innkobling etter 30 sekunder

Derfor er det viktig med rett dimensjonering av ledningstverrsnitt på beskyttelsesjording, slik at den ved isolasjonsfeil tåler de høye kortslutningsstrømmen på stedet og ikke brenner av.

(Beskyttelsesjordleder skal tåle høyeste kortslutningsstrøm Ik i min. 0,3 sekund og kalles Ik maks.)

Tåler ikke beskyttelsesjordingen kortslutningsstrømmen, brenner ledningen av og dermed er ikke masten lenger en del av kretsen for returstrøm/beskyttelsesjord. Vernereleene vil ved gjeninnkobling av effektbryteren ikke registrere kortslutningen, og masten vil stå under spenning og er livsfarlig å berøre.

Alle ledninger som er til beskyttelsesjording/utjevningsforbindelse, skal ha gul og grønn isolasjonskappe.

20.7 UTFØRELSER AV JORDING

- Direkte til skinne
- Via langsgående seksjonert jordleder eller som sammenhengende langsgående jordleder, som regel tilkoblet skinnene med bruk av filterimpedans eller PAK filter.

20.7.1 Direkte tilkobling av jording til skinne

Jording direkte til skinnegangen skal utføres på en slik måte at det ikke dannes kortslutning mellom kjøreskinnene. Dersom det er 95 /105 Hz sporfeltet på strekningen, skal jordingsforbindelsene mellom objekter og skinne fordeles mellom høyre og venstre kjøreskinne.

Ved å bruke en slik tilkobling til skinnene blir det mindre skjevspenninger mellom skinnestrengene sporfeltens funksjon opprettholdes. Når større gjenstander skal jordes bør gjenstanden jordes over en filterimpedans.

20.7.2 Langsgående jordleder

Når det gjelder jording til skinne via en langsgående jordleder så er det bare gjort på nye anlegg bygd etter 1996-97. Langsgående jordleder er blitt tatt i bruk fordi det medfører at man får færre tilkoplinger til skinnestrengen. Ved at langsgående jordleder blir koblet til skinnestrengen som regel ved bruk av en filterimpedans, slipper man skjevspenninger mellom skinnestrengene. På denne måten så unngås det at konstruksjoner danner forbindelser gjennom jord slik at en kortslutter skinnestrengene.

Den langsgående jordlederen skal være isolert Gul/Grønn PN Cu-jordleder som bør legges i kabelkanal. Tverrsnitt og maks lengde beregnes etter tabell.

20.7.2.1 Sammenhengende langsgående jordleder

På nyere strekninger bygges det i dag med sammenhengende langsgående jordleder. Dette er et jordingssystem som blir tilpasset nye signalsystemer.

Ett nytt signalsystem er basert på akseltellere istedenfor konvensjonelle sporfelt som tidligere er blitt benyttet. I og med at sporfeltene ikke har sporfeltstrøm er disse systemene mye mer driftsikre (få signalfeil).

Tabell 1 og 2. skal benyttes for denne typen jording, men i stedet for maks lengde av jordlederen, er det maks avstand mellom jordelektrodene og hovedutjevningforbindelser koblet til sporet.

20.7.2.2 Seksjonert langsgående jordleder

Seksjonert langsgående jordleder er det som oftest er blitt benyttet ved jording/ utjevningforbindelser. Maks lengde på langsgående skal tilpasses i henhold til tabell. Se kap 20.9

Mellom to forskjellige seksjonerte jordledere skal det være minst 2,5 m mellom jordlederne og endene skal være isolerte dette gjøres ved å benytte endeholker tilpasset tverrsnittet på lederen.

20.7.3 Jording og utjevning til kjøreskinner

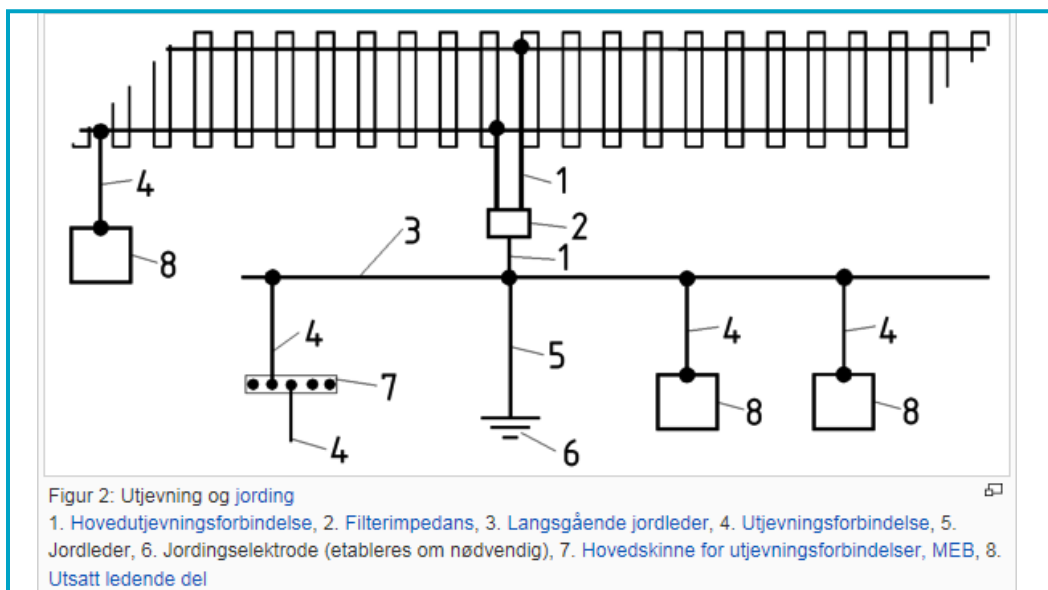
Alle beskyttelsesjordinger skal tilkobles skinnestrengen som fører returstrøm/jording for at det ikke skal oppstå forskjellig jordpotensial (spenningsforskjell) mellom disse.

Denne tilkoblingen blir kalt utjevningsforbindelse til banestrømmens returkrets.

Hele kretsen fra utsatt ledende del til skinnestreng betegnes «utjevningsforbindelse til banestrømmens returkrets», og omfatter jordledere, utjevningsforbindelser og impedansspoler (filter), eller kun direkte kobling til skinnegang, avhengig av om anlegget har langsgående jordleder eller ikke.

Alle ledninger som brukes til beskyttelsesjord og utjevningsforbindelser skal være med gul/ grønn isolasjonskappe med isolasjonsnivå på 750 V

Ulike begreper for jording innenfor sone for kontaktledning ved elektrisk jernbane er forklart ved hjelp av skissen i figur 20.13



Figur 20.13 Jordingsbegreper

20.8 DIMENSJONERENDE KORTSLUTNINGSSTRØM

Kortslutningsstrømmer for dimensjonering av jordledere og utjevningsforbindelser er beregnet til $I_{rms\ 0,3} = 0,64 \times I_{k\ jord}$.

Det vil si at følgende kortslutningsstrømmer skal legges til grunn ved dimensjonering av jordledere og utjevningsforbindelser:

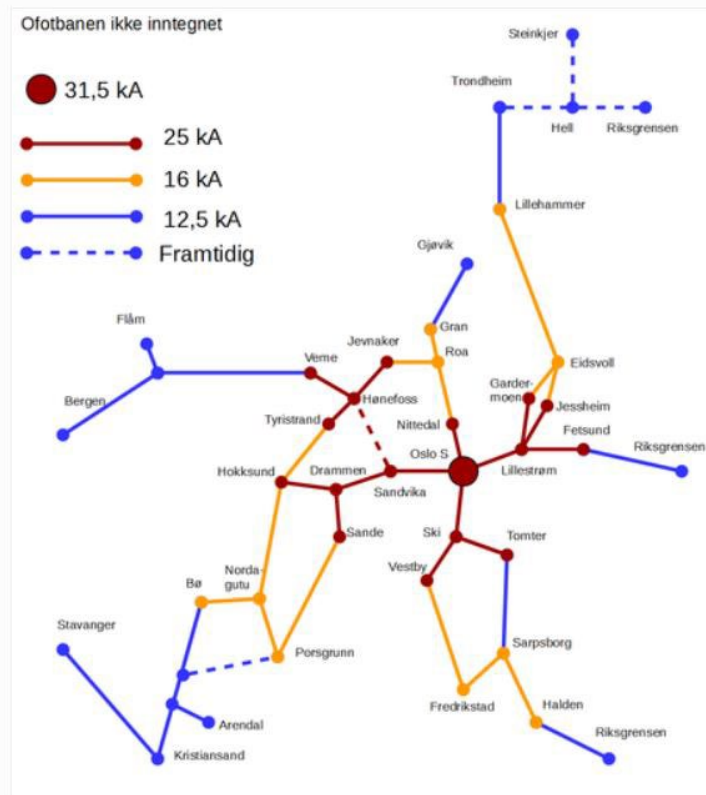
Tabell 5: Beregnede verdier for kortslutningsstrøm basert på Figur 2

Område	Se krav a) - (I_k)	Se krav c) - (I_p)	Se krav d) - (I_{th}) (for beregning av temperaturstigning)		Se krav e) - (I_{rms}) (for beregning av berøringsspenning)	
	Dimensjonerende kortslutningsstrøm I_k	Støtstrøm I_p	Termisk kortslutningsstrøm $t_k=0,1\ s, I_{th0,1}$	Termisk kortslutningsstrøm $t_k=0,3\ s, I_{th0,3}$	Vekselstrømmens effektivverdi $t_k=0,1\ s, I_{rms0,1}$	Vekselstrømmens effektivverdi $t_k=0,3\ s, I_{rms0,3}$
	[kA]	[kA]	[kA]	[kA]	[kA]	[kA]
Koblingshuset Oslo S	31,5	69,0	37,8	23,4	31,5	20,2
Innenfor Oslo-området	25,0	54,8	30,0	18,6	25,0	16,0
Oftobanen	20,0	43,8	24,0	14,9	20,0	12,8
Ytre Oslo-område	16,0	35,0	19,2	11,9	16,0	10,3
Resten av landet	12,5	27,4	15,0	9,3	12,5	8,0

Områdene avgrenses som beskrevet i Tabell 6 og i Figur 3.

Tabell 6: Avgrensning av områder

Område	Beskrivelse
Koblingshuset Oslo S	Selve koblingshuset, alle matekabler, og alle spor som normalt er ensidig matet fra koblingshuset.
Oslo-området	Innenfor området som avgrenses av følgende stasjoner (inkludert stasjonsområdene): <ul style="list-style-type: none"> • Nittedal (Gjøvikbanen) • Jessheim (Hovedbanen) • Gardermoen (Gardermobanen) • Fetsund (Kongsvingerbanen) • Sande (Vestfoldbanen) • Hokksund (Sørlandsbanen, mot Oslo via Drammenbanen) • Tyristrand (Randsfjordbanen, mot Oslo via Ringeriksbanen) • Jevnaker (Roa - Hønefossbanen, mot Oslo via Ringeriksbanen) • Veme (Bergensbanen, mot Oslo via Ringeriksbanen) • Vestby (Østfoldbanen) • Tomter (Østfoldbanen Østre linje)
Ytre Oslo-område	Gjelder alle nye InterCity-strekninger utenfor Oslo-området, innenfor (inkludert stasjonsområdene): <ul style="list-style-type: none"> • Lillehammer (Dovrebanen) • Halden (Østfoldbanen) • Bø (Vestfoldbanen, Bratsbergbanen og Sørlandsbanen) Gjelder i tillegg strekningene: <ul style="list-style-type: none"> • (Hokksund) - (Tyristrand) (Randsfjordbanen) • (Nittedal) - (Gran) (Gjøvikbanen) • (Roa) - (Jevnaker) (Roa - Hønefossbanen)
Ofofbanen	-
Resten av landet	-



Figur 3: Kart med angitt dimensjonerende kortslutningsstrøm.

Ved prosjektering av jordingsanlegg i nærheten av matestasjoner skal det kontrolleres at den maksimale kortslutningsytelsen ikke overstiger verdiene over.

VIKTIG! Ved dimensjonering av jordledere skal det benyttes 0,3 sek. utkoblingstid av kortslutningsstrømmen i kontaktledningsanlegget.

KORTSLUTNINGSSTRØMMENS VARIGHET SKAL DIMENSJONERES FOR ULIKE KOMPONENTER PÅ FØLGENDE MÅTE	
Jordledere og utjevningsforbindelser	0,3 s
Transformatorer	2,0 s
Jordingsapparater	0,5 s
Øvrige komponenter og konstruksjoner	1,0 s

For komponenter der utkoblingstiden er oppgitt i Bane NORs egne tekniske spesifikasjoner, skal disse følges.

20.9 ANLEGG MED LANGSGÅENDE JORDLEDER

Alle utsatte anleggsdeler innenfor sone for kontaktledning skal kobles til langsgående jordleder. Av termiske årsaker skal det ved forventede korslutningsstrømmer over:

- 18 kA og høyere, benyttes jordleder min. tverrsnitt 95 mm² cu.
- 13-18 kA benyttes jordleder min. tverrsnitt 70 mm² cu.
- 13 kA eller lavere benyttes jordleder min. tverrsnitt 50 mm² cu.

20.9.1 Dimensjoneringskrav til jordledere og utjevningsforbindelser som har minst en forbindelse i sone for kontaktledning eller i sone for strømvaktaker

Dimensjonering: Elektriske ledere tilkoblet returkretsen (utjevningsforbindelser, returledere, langsgående jordleder, utstrakte ledende deler, tverrforbindere, skinneforbindere og overkast) skal være dimensjonert for påregnelig påkjenning ved drift og kortslutning.

1. Utførelse: Påregnelig kortslutningsstrøm angitt i Felles elektro/Prosjektering og bygging/ Generelle tekniske krav#Dimensjonerende kortslutningsstrømmer og varigheter i 15 kV-anlegget skal legges til grunn.
2. Utførelse: Elektrisk dimensjonering av returkrets skal koordineres med forventet strømbelastning i henhold til Banestrømforsyning/Prosjektering og bygging/Kraftsystem #Påregnelige_påkjenninger.
3. Utførelse: Dersom lederen har minst én tilkobling i sone for kontaktledning eller i sone for strømvaktaker, skal den ha et ledertverrsnitt som vist i Tabell 3 og Tabell 4.

Ledertype: Egnede ledertypen og ledertverrsnitt skal velges for elektriske ledere tilknyttet returkretsen.

- 1) Utførelse: Ledere som forlegges uisolert i jord, skal være i et materiale som ikke er utsatt for korrosjon. Tabell 4 viser krav til lederdimensjoner ved bruk av annet ledermateriale.
- 2) Vurdering: Egnethet bør vurderes ut ifra strømføringsevne, mekanisk styrke, håndterbarhet, påregnelige ytre påvirkninger, kostnader og fare for tyveri og hæververk.

Tabell 1: Beregnet kontinuerlig strømføringsevne for uisolerte ledere som ikke er utsatt for mekanisk påkjenning.

Ledertverrsnitt [mm ²]	Uisolerte ledere					
	Forlagt i jord [A]			Forlagt i luft** [A]		
	Cu	Al	Stål	Cu	Al	Stål
50	317	*	97	281	223	85
70	381	*	116	345	274	105
95	450	*	137	416	330	127
120	512	*	156	481	381	146

* Uisolert aluminium kan ikke forlegges direkte i jord på grunn av risiko for korrosjon.
 ** Verdiene er beregnet ved eksponering for sol.
 For ledere som forlegges beskyttet mot sol, økes strømføringsevnen med 7 %.

Tabell 3: Dimensjonering av ledere for termisk strøm.

Leder	Kontinuerlig strømbelastning for ledere, andel av matestrekningens påregnelige returstrøm	Kortslutningsstrøm for ledere, andel av matestrekningens dimensjonerende kortslutningsstrøm
Sammenhengende langsgående jordleder	15 %	80 %
Utjevningsforbindelser Hovedutjevningsforbindelser Seksjonert langsgående jordleder	0 %	100 %
Tverrforbindere mellom spor Tverrforbindere mellom skinner	50 %	50 %
Skinneforbindere og overkast der hver av kjøreskinnene (og lederen) fører halve returstrømmen.	50 %	50 %
Skinneforbindere og overkast som i normal drift fører hele returstrømmen.	100 %	80 %
A- og B-tilkobling for filterimpedans	50 %	50 %
0-tilkobling for filterimpedans	100 %	80 %

20.9.1.1 Lederdimensjoner ved bruk av ledninger med annet leder materiale

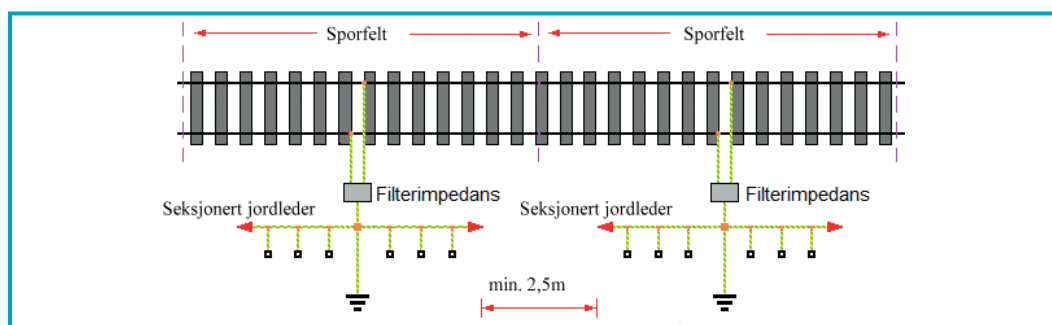
TABELL NR: 4			
Materiale	Erstatningsledere i	Erstatningsledere i	Erstatningsledere i
Kobber	50 mm ²	70 mm ²	95 mm ²
Aluminium	≥ 50 mm ²	≥ 80 mm ²	≥ 130 mm ²
Aluminium/stål	≥ 55 mm ²	≥ 90 mm ²	≥ 145 mm ²

Terminering er gjerne tilpasset et fysisk ledertverrsnitt med 50, 70, 95, 120, 150 mm² osv. Andre mulige tilpasninger:

- Redusert ledertverrsnitt på langsgående jordleder kan kompenseres med mindre avstand mellom utjevninger – beregning på grunnlag av maksimale kortslutningsstrømmer skal dokumenteres.
- Bruk av to paralelle ledere i utjevningsforbindelser og tverrforbindere der samlet ledertverrsnitt oppfyller kravet.

Lederisolasjon: Der det benyttes lederisolasjon, skal isolasjonen være farget, slik at lederens funksjon blir gjenkjennelig.

- 1) Utførelse: Isolasjon for ledere i returkretsen skal være svart.
- 2) Utførelse: Isolasjon for langsgående jordledere og for utjevningsforbindelser skal være gul/grønn.
- 3) Utførelse: Isolasjon for N-ledere skal være blå.



Figur 20.14 Langsgående seksjonert jordleder

20.9.2 Tilkobling til banestrømmens returstrømkrets

Langsgående jordleder skal kobles til skinnegangen ved veldefinerte punkter.

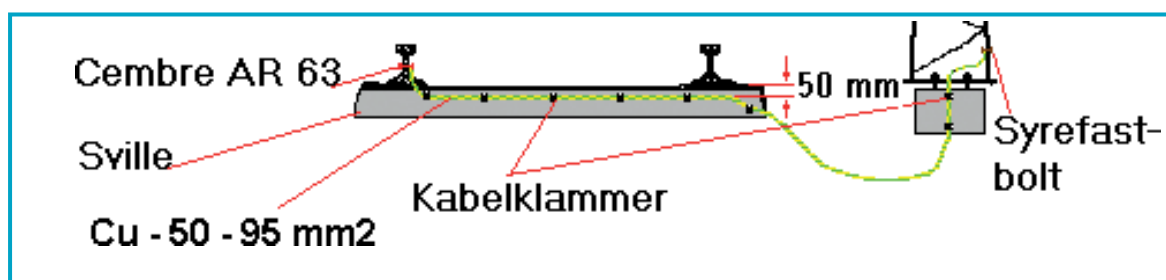
Forbindelsen fra langsgående jordleder til skinnegangen (hovedutjevningsforbindelser) skal ha samme tverrsnitt som selve jordlederen. Kobling til skinne skal utføres med godkjent skrudd forbindelse.

Forbindelse mellom jordlederen og skinnegangen skal kobles via en impedansspole, eller et PAK-filter godkjent for bruk i Bane NOR.

Tilkoblingslederne fra a og b på impedansspolen skal klamres på hver sin sville og kobles til skinnestreng.

Ved festing av Klammer på svillen, blir det benyttet ekspansjons bolter el. spiker.

Fra produsenten av sviller blir det påpekt at på grunn av fare for frostsprengning av svillen skal festene bores inn minimum 50 mm fra overkant sville.



Figur 20.15 Skisse Klamring på sville

20.9.3 Filterimpedansspolen

- Være høyohmig for sporfeltstrømmen
- Være lavohmig for returstrømmen (16 ⅓ Hz)
- Tåle de kortslutningsstrømmer og de automatiske gjeninnkoblingsrutinene som kan forekomme.

I tillegg bør filterforbindelsen være lavohmig for atmosfæriske overspenninger. Av hensyn til plassering ute ved sporet skal filterforbindelsen:

- Være tilstrekkelig mekanisk beskyttet
- Være tilstrekkelig beskyttet mot Klimatiske påkjenninger
- Ha en lett synlig farge/varselpinne

20.9.4 PAK – filter

Ved tilkobling av jordelektrode og utjevningsforbindelse til spor der det er audiofrekvente FTG S sløyfer og langsgående seksjonert jordleder skal utjevningsforbindelsen kobles til et PAK filter før det kobles til gjeldende returstrøm/jordskinne. Audiofrekvente sporfelt med FTG S sløyfer veksler mellom høyre og venstre skinnestreg som retur/jordskinne ved passering av en FTG S sløyfe. (se figur 21.18 og 21.19) PAK filter benyttes for å få en sikker skinnebruddsdeteksjon.

PAK- filteret stopper den audiofrekvente sporfeltstrømmen, slik at den ikke kan benytte den seksjonerte langsgående jordlederen for å komme forbi en FTG S sløyfe og vise «Klart for tog».

20.9.5 Jordelektroder

Langsgående jordleder skal ha egen jordelektrode (jordspyd).

Elektroden bør kobles til langsgående jordleder på samme sted som jordlederen kobles til skinnegangen. Ved bruk av overspenningsavleder skal jordelektroden plasseres i umiddelbar nærhet av denne.

20.9.6 Koblingspunkter

Koblinger mellom jordleder og utjevningsforbindelser skal utføres varig og etter godkjent metode, samt være tilgjengelig for inspeksjon. Koblinger til jordelektroder eller andre anleggsdeler som kan ha behov for frakobling ved målinger eller lignende, skal være i skrudd utførelse. Koblingspunktene skal merkes på jordingsplanen.

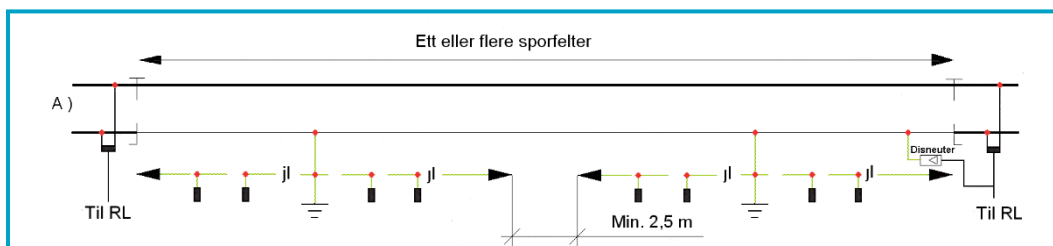
20.10 SPORFELTER

Jordingen skal utføres på en slik måte at hensikten med jording er tilfredsstillt, samtidig som det ikke skal svekke sporfeltenes funksjon, herunder togdeteksjon og eventuell deteksjon av skinnebrudds m.v. Det vil i praksis si at langsgående seksjonerte jordleder skal tilkobles sporet midt på seksjonslengden. Her skal det også etableres en jordelektrode som kobles til sporet. Tilkoblingspunktene skal defineres på jordingsplanen.

20.10.1 Seksjonert langsgående jordleder, konvensjonelt enkeltisolert sporfelt

På strekning med enkeltisolerte sporfelt så skal tilkobling av seksjonert langsgående jordleder til sporet kobles til den skinnen som er definert som jording/returstrømskinne.

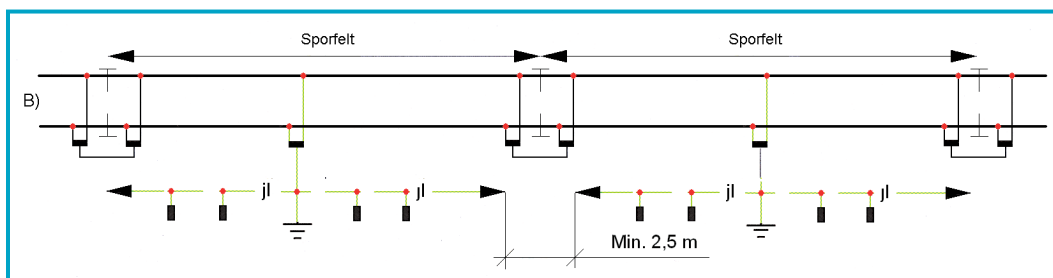
Det skal benyttes ledere med gul/grønn isolasjon.



Figur 20.16 Konvensjonelle enkeltisolerte sporfelter

20.10.2 Seksjonert langsgående jordleder, konvensjonelt dobbeltisolert sporfelt

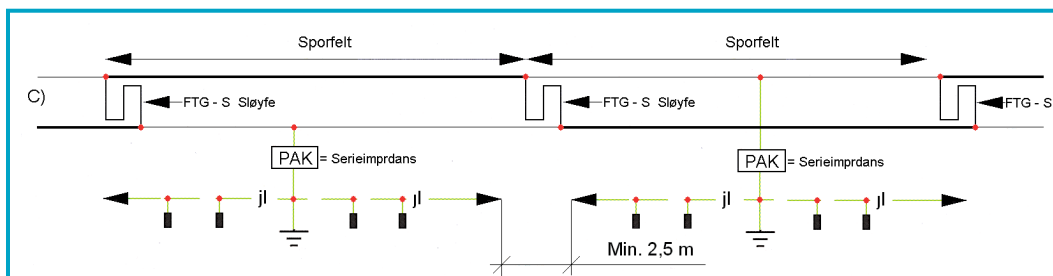
På strekning med dobbeltisolerte sporfelter skal det benyttes filterimpedans ved tilkobling av seksjonert langsgående jordleder. Det skal benyttes ledere med gul/grønn isolasjon ved tilkobling i til sporet



Figur 20.17 Konvensjonelle dobbeltisolerte sporfelter

20.10.3 Seksjonert langsgående jordleder, endematede FTG-S sporfelt

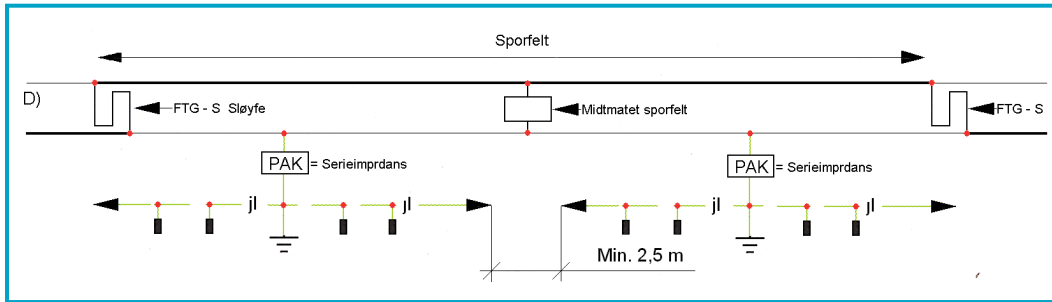
På strekninger med audiofrekvente FTG-S sløyfer og seksjonert langsgående jordleder så skal det benyttes et PAK filter ved tilkobling til den skinnen som er definert som jord/returstrømskinne. Det skal benyttes ledere med gul/grønn isolasjon ved tilkobling til sporet. Legg merke til at tilkoblingene av seksjonert langsgående jordleder til sporet bytter skinnestreng for tilkobling etter en FTG-S sløyfe i sporet.



Figur 20.18 Skjøteløse endematede sporfelt med FTG S sløyfe

20.10.4 Seksjonert langsgående jordleder, midtmatede FTG-S sporfelt

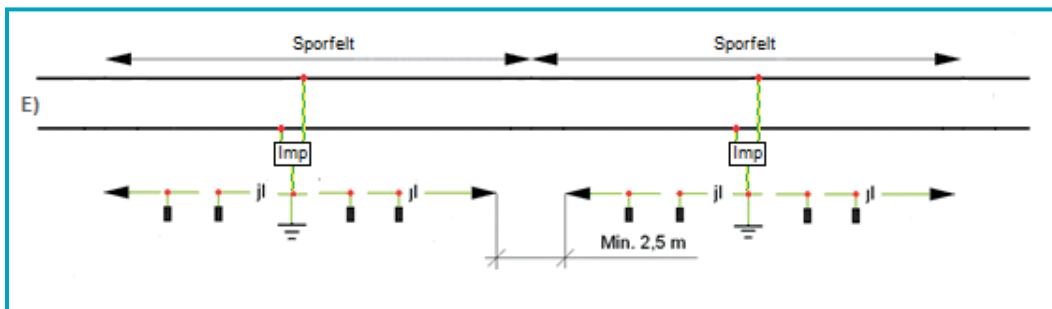
Tilkoblingene skal utføres etter samme regler som for endematede FTG-S sporfelt.



Figur 20.19 Skjøteløse midtmatede sporfelt med FTG S sporfelt

20.10.5 Seksjonert langsgående jordleder, TI 21 audiofrekvent sporfelt

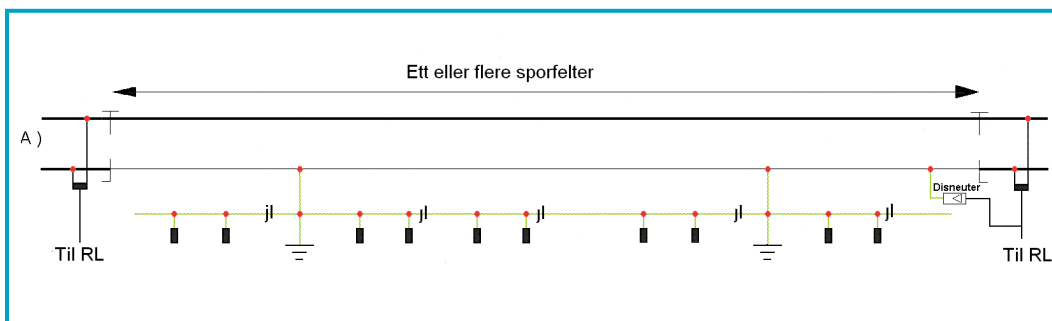
TI 21 audiofrekvente sporfelt kan benyttes på strekninger som har isolasjon i sporet eller helsveiset spor. Det skal det benyttes filterimpedans ved tilkobling av seksjonert langsgående jordleder til sporet. Det skal benyttes ledere med gul/grønn isolasjon ved kobling til sporet.



Figur 20.20 Audiofrekvent sporfelt TI 21

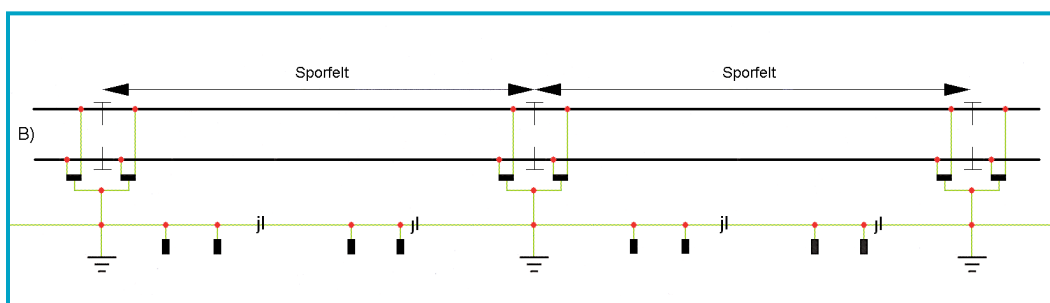
20.10.6 Sammenhengende langsgående jordleder, konvensjonelt enkeltisolert sporfelt

Ved bruk av sammenhengende langsgående jordleder benyttes tabell 5 til å bestemme maksimal avstand mellom tilkoblingene til sporet. De isolerte sporfeltene må tilpasses til disse lengdene. Det skal benyttes ledere med gul/grønn isolasjon ved kobling til sporet.



Figur 20.21 Konvensjonelle enkeltisolerte sporfelter

20.10.7 Sammenhengende langsgående jordleder, konvensjonelle dobbeltisolerte sporfelt

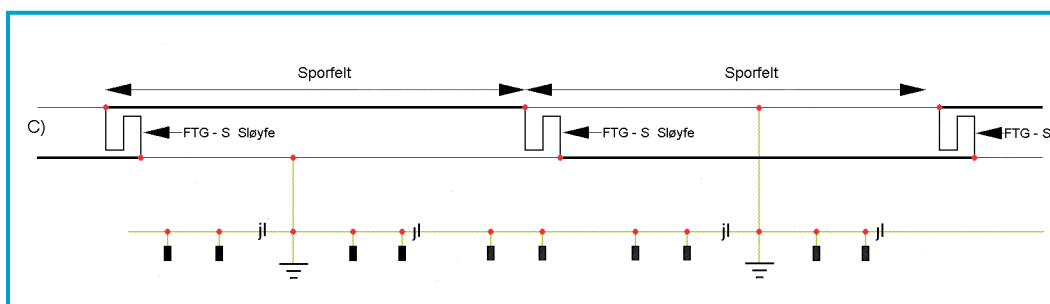


Figur 20.22 Konvensjonelle dobbeltisolerte sporfelter

Det er samme regler som for enkeltisolert sporfelt, som benyttes for avstand mellom tilkoblingene. Det skal brukes filterimpedans ved tilkoblingsstedene, husk å bruke ledere med gul/grønn isolasjon ved kobling til sporet.

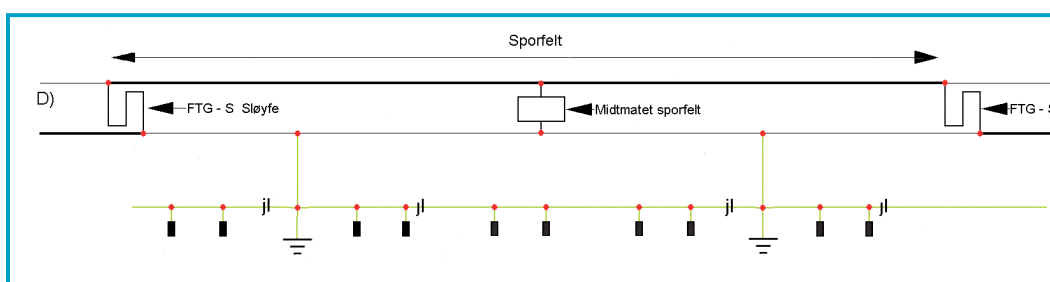
20.10.8 Sammenhengende langsgående jordleder, endematede FTG S sporfelt

På strekninger med audiofrekvente FTG S sløyfer og langsgående sammenhengende jordleder så benyttes det ikke PAK filter ved tilkobling til den skinnen som er definert som jord/ returstrømskinne. Det skal benyttes ledere med gul/grønn isolasjon ved tilkobling til sporet. Legg merke til at tilkoblingene til sporet veksler mellom høyre og venstre skinne etter FTG S sløyfen i sporet.



Figur 20.23 Skjøteløse endematede sporfelt med FTG S sløyfe

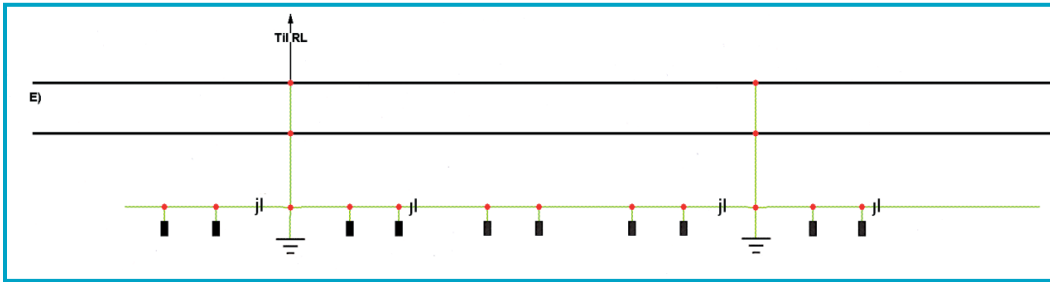
Sammenhengende langsgående jordleder, skjøteløse midtmatede FTG-S sporfelt
Tilkoblingene til sporet skal utføres som for endematede sporfelt.



Figur 20.24 Skjøteløse midtmatede sporfelt med FTG S sporfelt

20.10.9 Sammenhengende langsgående jordleder, spor uten sporfelter

Langsgående sammenhengende jordleder kobles til begge skinnstrengene i sporet ved bruk av ledere med gul/grønn isolasjon. Avstanden mellom tilkoblingene skal utføres etter tabell 1.



Figur 20.25 Spor uten sporfelter

20.11 GRENSESNIITT TIL ANDRE ANLEGG

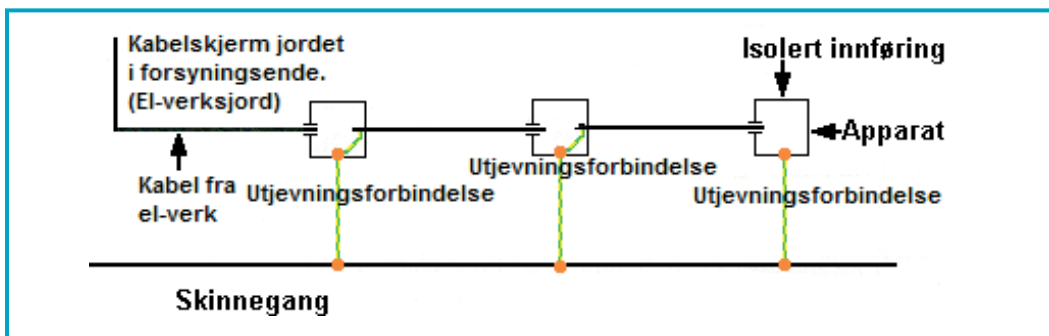
20.11.1 Nettleverandør

Ledende gjenstander som er plassert innenfor kontaktledning anleggets «sone for kontaktledning» skal være jordet til den kjøreskinnen som er definert som jord/returstrømskinne på stedet.

Nettleverandør sitt jordingssystem og banestrømmens returstrømkrets/jord skal ikke sammenkobles. Derfor skal disse to jordsystemene holdes adskilt fra hverandre.

Det er nå vanlig at ledende gjenstander innenfor sone for kontaktledning blir forsynt med strøm fra en lokal nettleverandør ved bruk av jordkabel. Skjermen på denne jordkabelen skal jordes i forsyningsende, det vil si at den blir tilknyttet nettleverandøren sin jord i transformator kiosken.

Jordskjermen på den kablen som er ført fram til det aktuelle utstyret innenfor sone for kontaktledning må kappes og avisoleres fra dette utstyret. Kabelenden skal påsettes skilt om at den er jordet i motsatt ende (forsyningsende og må merkes med eget skilt)



Figur 20.26 Eksempel på utisolering av nettleverandør sin jord

For å unngå at disse to jordingssystemene får elektrisk forbindelse gjennom elektroder, bør det dokumenteres at avstanden mellom elektrodene er tilstrekkelig.

Det skal ikke være mulig å berøre skinejord og annet jordingssystem samtidig.

Avstand mellom jordingssystemene skal derfor være min 2,50 m, dersom ikke minst ett av systemene er isolert mot tilfeldig berøring.

20.11.2 Bruk av spenningsbegrenser – «Åpen jording»

- a) Valg av løsning beskrevet i dette avsnittet skal beskrives i en risikoanalyse
- b) Dersom det ikke kan benyttes en varig elektrisk forbindelse til spor, som for eksempel hvis:
 - et utsatt objekt strekker seg langt vekk fra jernbanesporet, og ikke kan seksjoneres.



Figur 20.27 Sonsveien stasjon

20.11.3 Skille elverksjord fra returstrøm/jord på plattformer

Det er komplisert å holde elverkets jordingssystem separat fra banestrømmens returrets fordi det er fastmontert lysmaster i en konstruksjon som er jordet til returstrøm/jordskinne.

I slike tilfeller skal utførelsen av jordingen være «Åpen jording»



Figur 20.28 Lysmaster tilkoblet strøm fra el-verk benytter «åpen jording» til spor

20.11.4 Nullpunkt sikring



Figur 20.29 Mange eiere av mobilkraner, gravemaskiner o.l. vil at maskinene jordes til sporet ved bruk av "åpen jording" dette for å beskytte maskinens elektronikk fra ikke kontrollert returstrøm



Nullpunktsikringen har vært brukt ved jordingsutførelse "åpen jording" men den oppfyller ikke kravet om å gjenopprette normalt tilstand (fungere som isolasjon) straks feilen er over. Ved jordfeil vil sikringen smelte og nullpunktsikring kobles til returstrøm/jordskinne. Anviseren på frontpanelet skifter farge fra hvit til rød, som er indikasjon på at det er jordet.

Ved bruk av nullpunktsikring må en fysisk tilbake for å sette inn en ny smeltesikring.

Figur 20.30 Nullpunktssikring

20.11.5 Spenningsbegrener skal tilfredsstillende følgende funksjonskrav

- Berøringssikkerhet: Straks det oppstår et spenningsnivå som er over tillatt berøringsspenning skal vernet opprette ledende forbindelse.
- Responstid: Reaksjonstiden på vernet skal koordineres med aktuelle feilsituasjoner som kan forventes.
- Funksjonssikkerhet: Vernet skal gjenopprette normalt tilstand (fungere som isolasjon) straks feilen er over.
- Enkel indikering: Det skal være lett å se på vernet om det står som ledende eller som isolerende.
- Meldekontakt: For spesielt kritiske steder skal det oppstå et varselsignal/alarm, slik at ansvarlig personell varsles med en gang vernet kobler inn.
- Isolasjonsnivå: Vernet skal tåle kontaktledningsspenning i henhold til gjeldende utkoblingsrutiner.
- Jording: Atmosfæriske overspenninger søker alltid korteste vei til jord. Dersom vernet skal åpne ved påkjøring av lyn, skal det installeres jordelektrode på samme sted som vernet er tilkoblet skinne.
- Synlighet/merking: Vernet skal ha lett synlig farge/varselpinne og tydelig merking.
- Plassering: Vernet skal plasseres i tilgjengelig arbeidshøyde, minst 1 meter over bakken, enten på egen stolpe eller på selve objektet som skal beskyttes.

20.11.5.1 Vern til bruk ved åpen jording

Figur 20.31

Dette er et vern som tilfredsstillere kravene gitt i Teknisk Regelverk.

Dette vernet produseres av:

- DEHN + SÖHNE
- SDS Voltage limiting device
- SDS 2 HN00

20.12 JORDLEDERE OG TILKOBLINGSMATERIELL

20.12.1 Isolert jordleder

Alle isolerte liner benyttet til beskyttelsesjording/utjevningforbindelser skal ha gul/grønn isolasjon i PVC og denne skal ha godkjent isolasjonsnivå:

Utendørs: U_o / U Minimum 450 / 650 V Innendørs/ tunnel Minimum 750 V.

20.12.1.1 Utendørs

Cu 50/19

Flertrådet, glødet

Normer: [DIN 48201/T1] p [DIN 48203/T1]

Tverrsnitt: 48,35 mm²

Ytre linediameter: 9,0 mm Tråddiameter: 1,80 mm

Vekt m/isolasjon: 0.535 Kg/m

Cu 70/19

Flertrådet, glødet

Normer: [DIN 48201/T1] p [DIN 48203/T1]

Tverrsnitt: 65,81 mm²

Ytre linediameter: 10,50 mm Tråddiameter: 2,10 mm

Vekt m/isolasjon: 0,755 Kg/m

Cu 95/19

Flertrådet, glødet

Normer: [DIN 48201/T1] p [DIN 48203/T1]

Tverrsnitt: 93,27 mm²

Ytre linediameter: 12,50 mm Tråddiameter: 2,50 mm

0 Vekt m/isolasjon:0,975 Kg/m

20.12.1.2 Tunneler og innendørs

Isolasjon «IX» halogenfri og selvslukkende utførelse, 750 V

Standarder: [IEC 332-1], [IEC 754-1] og [IEC 754-2]

- Cu 50/19
- Cu 70/19
- Cu 95/19

20.12.2 Jordingsbefestigelse på mast

I alle master er det boret hull med diameter \varnothing 13 mm

Det skal benyttes syrefast bolt med 6-kanthode, skive og mutter. \varnothing 12 og lengde 35 mm

20.13 TEKNISKE KRAV TIL KABELSKO

For å unngå reaksjon mellom kobber og galvaniserte master ved jording, skal alle typer kabelsko være tette og fortinnet. Alle kabelsko brukt til beskyttelsesjording i Bane NORs kontaktledningsanlegg skal oppfylle kravene til:

Det er en fordel og bare benytte fortinnete og tette kabelsko. Dette for å unngå at det blir brukt kabelsko av kobber på galvaniserte flater, og så slipper vi å ha to forskjellige typer kabelsko.

Kabelsko skal være tydelig merket med produsent ID, og hvilke pressbakker som skal benyttes. Produsenter av kabelsko gir garanti av pressforbindelsen ved bruk av deres anbefalte pressutstyr og bakker. Blir det brukt pressutstyr/bakker fra en annen produsent, uten at det er godkjent av kabelskoprodusent, gjelder ikke garantien.

20.13.1 Fortinnet Cu tett kabelsko Norm



Cu 50 mm ²	\varnothing 10,5 mm
Cu 50 mm ²	\varnothing 13,0 mm
Cu 50 mm ²	\varnothing 17,0 mm

Figur 20.32

Pressverktøy: Mekanisk håndpresstang Primat G6-300 / T
Mekanisk håndpresstang Primat G06-300 / T

Bakker: K.nr. 14

Antall press: 4 stk.

Cu 70 mm ²	\varnothing 10,5 mm	El.nr 20 887 34
Cu 70 mm ²	\varnothing 13,0 mm	El.nr 20 887 36
Cu 70 mm ²	\varnothing 17,0 mm	El.nr 20 887 38
Cu 70 mm ²	\varnothing 21,0 mm	El.nr 20 887 40

Pressverktøy: Mekanisk håndpresstang Primat G6-300 / T
Mekanisk håndpresstang Primat G06-300 / T

Bakker: K.nr. 16

Antall press: 4 stk.

Cu 95 mm ²	\varnothing 10,5 mm	El.nr 20 887 42
Cu 95 mm ²	\varnothing 13,0 mm	El.nr 20 887 44
Cu 95 mm ²	\varnothing 17,0 mm	El.nr 20 887 46
Cu 95 mm ²	\varnothing 21,0 mm	El.nr 20 887 48

Pressverktøy: Mekanisk håndpresstang Primat G6-300 / T
Mekanisk håndpresstang Primat G06-300 / T

Bakker: K.nr. 18

Antall press: 4 stk

20.13.2 Skjøtehylser



Cu 50 mm ²	El.nr 20 951 46	verktøyinnsats K 14
Cu 70 mm ²	El.nr 20 951 50	verktøyinnsats K 16
Cu 95 mm ²	El.nr 20 951 54	verktøyinnsats K 18

Antall press: 6.stk 3 på hver halvdel

20.14 KOBLINGSFORBINDELSER TIL JORDLINER



For tilkobling til langsgående jordline forlagt i kabelkanal, skal det brukes

- Cu pressavgreningsKlemme = H-pressklemmer
- C-pressklemme
- Cadweld termisk sveis.

20.14.1 H-press



50-50 mm ²	El-nr.20 995 29	Varenr. 301 335 344
70-70 mm ²	El-nr.20 995 31	Varenr. 301 335 345
95-95 mm ²	El-nr.20 995 33	Varenr. 301 335 346

Pressverktøy:

Mekanisk håndpresstang Primat G6-300 / T
Mekanisk håndpresstang Primat G06-300 /

Antall press: 3 stk.

Pressbakker til H-press

2x50 mm ²	El-nr.20 835 26 Nr. 300 539 540
2x70 mm ²	El-nr.20 835 31 Nr. 300 539 543
2x95 mm ²	Primat håndpresstang har for liten åpning

20.14.2 C-pressklemmer



2x50 mm ²	El-nr.20 996 60	Nr. 302 776 354 DB-3
2x70 mm ²	El-nr.20 996 67	Nr. 304 800 004 DB-3
2x95 mm ²	El-nr. 20 996 69	Nr.302 800 438 DB-3



Pressbakker til hydraulisk presshode DB-3

1. C2 pressbakker El-nr.20 996 40
2. C2-L Løse C-Klemmer El-nr.20 99641

20.14.3 Pfisterer mekaniske håndpresstenger



Primat G6-300 El.nr 20 802 10 Nr. 300 509 509
Lukket utførelse med dreibart hode og isolerte rørarmer

Primat G6-300T El. Nr. 20 801 44 Nr. 300 509 001
Lukket utførelse med dreibart hode og isolerte teleskoparmer

Verktøyinnsatser: 50 mm bredde



Primat G06-300 El.nr 21 801 40 Nr. 303 871 037
Åpen utførelse med dreibart hode og isolerte rørarmer

Primat G06-300T El. Nr. 20 801 44 Nr. 303 871 871
Åpen utførelse med dreibart hode og isolerte teleskoparmer

Verktøyinnsatser: 50 mm bredde

20.14.4 Pfisterer hydraulisk pressutstyr

C-pressklemmene må presses med hydraulisk utstyr. Mest brukt er den elektrisk drevne EAR III går under navnet Reodor. Under til venstre.

EAR II EHP, 850 bar

Hydraulisk presshode bane type DB-3



20.14.5 Dubuis, batteridrevet hydraulisk pressverktøy

Dette hydrauliske pressverktøyet har bakker som kan benyttes på komponenter levert av Pfisterer. Dette presshodet har en åpning i kjeften på 38 mm.



Debuis C130-38 ELEC

Manuelt, ergonommetrisk, hydraulisk verktøy

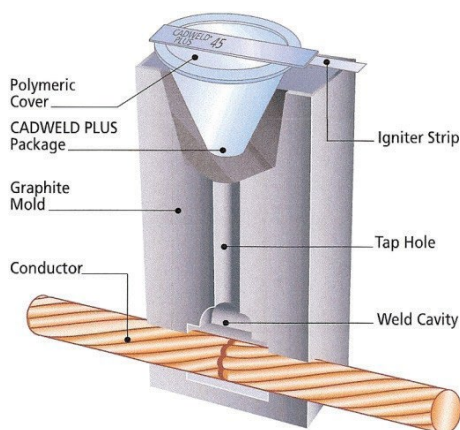
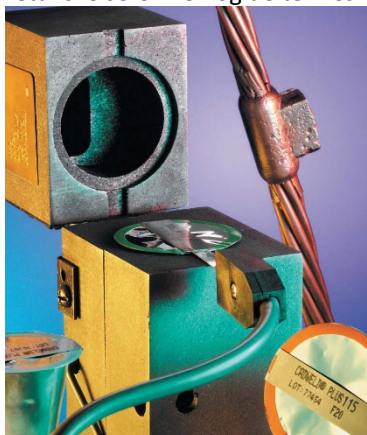
Presskraft 130kN	Slaglengde 26 mm	Batteri 14,4V 2,6Ah 18V 3Ah	Dimensjon 385305x95 mm	Vekt kg 14,4V 6,84 18 V 7,04	Bruksområde DIN sekskant 10- 300 mm ²
---------------------	---------------------	-----------------------------------	---------------------------	------------------------------------	--

20.14.6 Cadweld termittsveising

Cadweld pluss termittsveis er basert på grafittformer som er tilpasset de ulike linedimensjonene og tilkoblingsplugger. Sveisedosene som brukes er normalt fra 65 – 115 g.

Ved å bruke Cadweld pluss er det blitt mye enklere å sveise tilkoblingene.

Det er slutt på å legge smelteskive i bunnen av formen og tømme sveisepulver fra plastboksen opp i grafittformen for siden å legge tennpulver på toppen og tenning med gnistpistol. Dette var et krevende arbeid i fuktig vær og med mye vind. Det var også vanskelig å bruke der det var liten plass. Cadweld pluss har sveisedoser som legges rett i sveiseformen og de tennes med et elektrisk apparat.



CADWELD PLUS for Grounding Applications

CADWELD PLUS Part Number	European Article Number	Size Identification Ring Color	Traditional Welding Material Part Number (Clear Cap)
15PLUSF20	165700	Black	15
25PLUSF20	165701	Red	25
32PLUSF20	165702	White	32
45PLUSF20	165703	Light Blue	45
65PLUSF20	165704	Dark Green	65
90PLUSF20	165705	Gray	90
115PLUSF20	165706	Orange	115
150PLUSF20	165707	Dark Blue	150
200PLUSF20	165708	Yellow	200
250PLUSF20	165709	Purple	250
300PLUSF20	165710	Light Green	use 2 x 150
400PLUSF20	165711	Brown	use 2 x 200
500PLUSF20	165712	Light Brown	500

20.15 KOBLING TIL SKINNESTRENG

Alle tilkoblinger til skinnestrengen skal utføres med godkjent skrudd forbindelse.

20.15.1 Montering av Cembre skrueforbindelse



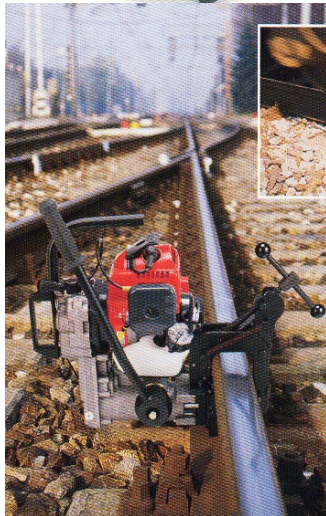
17,5 mm hull AR 63

Fnr.250.301.360 Utgå

19,0 mm hull AR 60-D

Dor for fastpressing av hylser type OG 13,2

Til å bore hull i skinnelivet brukes en bensindrevet boremaskin. Maskinene kan benytte både spiral og kjernebor.



- Boring av hull i skinnelivet
- Fest skinneboremaskinen på et sted det ikke er skrift eller ujevnheter i skinnelivet
- Boremaskinen må skrues godt fast til skinnen, slik at den ikke vibrerer under boringen. (vibrasjon = ødelagt bor)
- Åpne kranen slik at det kommer boreolje før boringen begynner
- Før matehendelen fram til skinnen og sett den i inngrep til mating. Gi motoren full gas og begynn boringen med et fast og jevnt trykk helt til boret har kommet gjennom skinnelivet
- Skru av gasen og oljekranen. Stopp motoren og løsne boremaskinen fra skinnen

20.15.2 Cembre, tilkobling til skinne



Alle tilkoblinger i skinnegangen skal utføres med godkjent skrueforbindelse. Cembre

19,0 mm hull AR 60-D

El.nr. 28 340 15

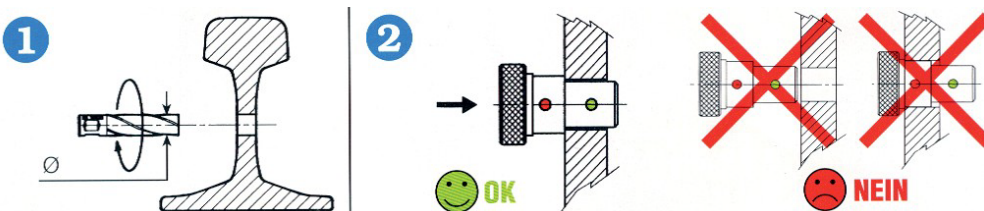
19,0 mm hull AR 260-D (tosidig kobling)

El.nr. 28 342 15

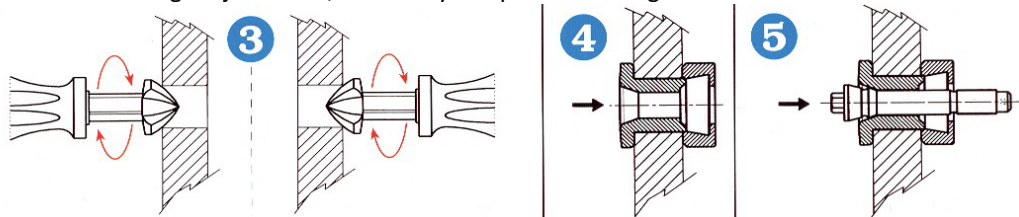
Dor for fastpressing av hylser type: OG 13,2

20.15.3 Montering av kontakthylse AR 260D

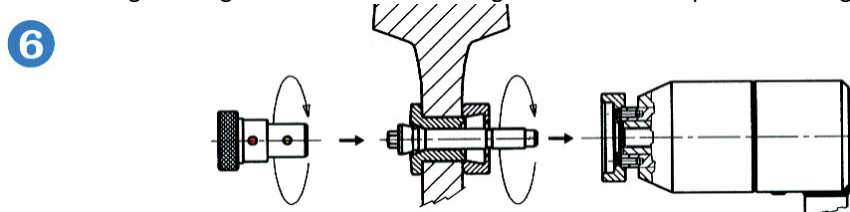
Cembre anbefaler bruk av deres tolk, til å bestemme om hullet i skinnelivet har korrekt diameter se figur 2



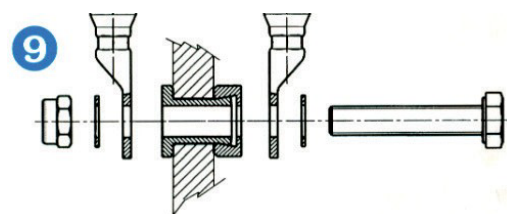
Grader etter boringen fjernes før, kontakthylsen presses fast figur 3



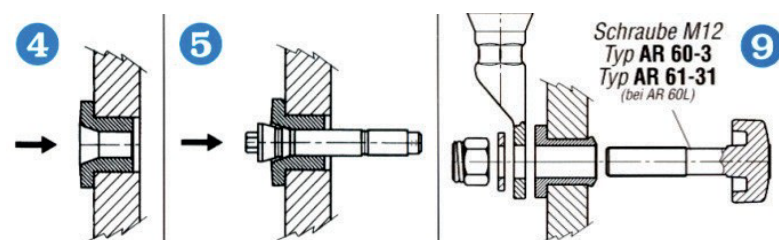
Tolken er også beregnet til bruk til fastskruing av doren til stempelhodet se fig 6



Doren trekkes gjennom kontakthylsen, dermed presses hylsen fast til skinnen



20.15.4 Montering av Cembre kontakthylse AR 60D



20.15.5 Verktøy til fastpressing av kontakthylse

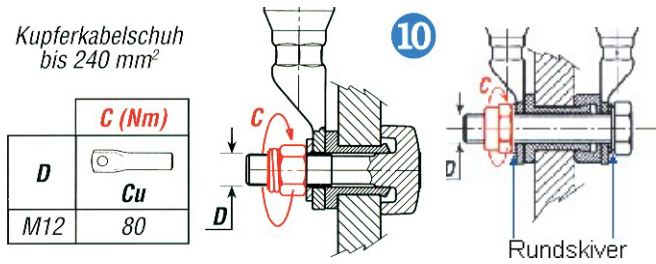
Til fastpressing av hylse blir det benyttet en hydraulisk håndpumpe, eller en batteridrevet pumpe, som gjør pressingen enklere. Det er flere leverandører av dette utstyret.

Maxeta A/S Cembre, avd. Norge Verktøy og maskin



20.15.6 Tiltrekingsmoment av skruen

Skruen skal tiltrekkes med et moment på 80 Nm på cu kabelsko
50 Nm på Al kabelsko



20.15.7 Dubuis, conplug

DUBUIS jordingsystem for konstruksjoner av plater og profiler av stål.
Godkjenning av Bane NOR EH-800047-000

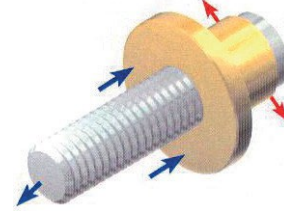
1. Bor et hull



2. Monter kontakten



3. Press fast kontakten



Du oppnår et sikkert jordingspunkt for alle typer konstruksjoner. Systemet er velprøvd, og det kan dokumenteres lave overgangsmotstander i forbindelse med beskyttelsesjording og ved kortslutninger.

20.15.8 Prinsipiell oppbygging av jordingsystemet

Selve kontaktsystemet består av 2 preinstallerte deler.

- En bolt med konisk hode og gjenger (illustrasjon 1)
- En bøssing med skulder som er sylindrisk utvendig og konisk innvendig (illustrasjon 2)

20.15.9 Hydraulisk monteringsverktøy for CONPLUG



PH4iN Varenr. 94 020. Dette verktøyet benyttes til installasjon av CONPLUG M12 og boring $\varnothing 19\text{mm}$ for skinner. Det er kalibrert i fabrikk til riktig utløsertrykk. Når verktøyet benyttes sammen med pluggen, trekkes det koniske hodet på bolten inn i hylsen. Denne ekspanderer og danner et varig trykk mellom kontaktflatene.



Mellomstykket skrues inn på gjengene på bolten i CONPLUG mellomstykket og verktøyet skal ha samme fargekode.



Mellomstykket settes inn i bajonettgrepet på verktøyet. Verktøyet med innmontert CONPLUG settes inn i hullet som er boret på forhånd. Trykk verktøyet mot underlaget og start pumping.



Det høres et KLikk når i verktøyet når det kalibrerte trykket er nådd, ca 37Nm. Verktøyet returneres ved å trykke på utløserhåndtaket. Mellomstykket er nå løst fra verktøyet og kan skrues av pluggen.



Håndtaket på den faste armen kan tas av for å gjøre verktøyet kortere. Det behovet kan f. eks. være ved montering i en sporveksel



Hylseutdriveren kan benyttes til å fjerne en skadet hylse etter at bolten er banket ut med en hammer.



Verktøyet leveres i en oppbevaringskasse med plass til verktøy og tilbehør.

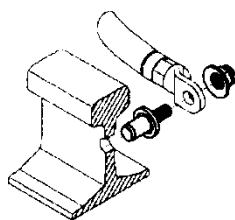


Manometer for kalibrering av PH4iN og PH6iN, leveres oppbevaringskasse.

20.15.10 CONPLUG Cu, Ø 19 mm med bolt M12 for skinner

Vare nr. 94 002 16	Bolt M12	Hull diam. 19 mm	Godstykkelse 17 mm. maks	Hylse matr. Cu fortinnet
-----------------------	-------------	---------------------	-----------------------------	-----------------------------

20.15.11 Tilkopling



Kabel med kabelsko monteres til bøsningens kontaktflate. Antifriksjonsskiven plasseres mellom mutter og kabelsko. (Se skissen). Trekk til mutteren, benytt momentnøkkel,

Tiltrekningsmoment: 72Nm

20.16 UTFØRELSE AV JORDING/UTJEVNINGSFORBINDELSER AV FORSKJELLIGE OBJEKT

Utførelse av jording på forskjellige objekt varierer, men det er en hovedregel. Det skal legges en hovedjordleder fra tilkoblingspunkt (jordskinne eller Impedansspole) og til det objektet som er lengst ut fra dette punktet.

Fra denne lederen skal det presses på avgrenningsledninger til de andre objektene.

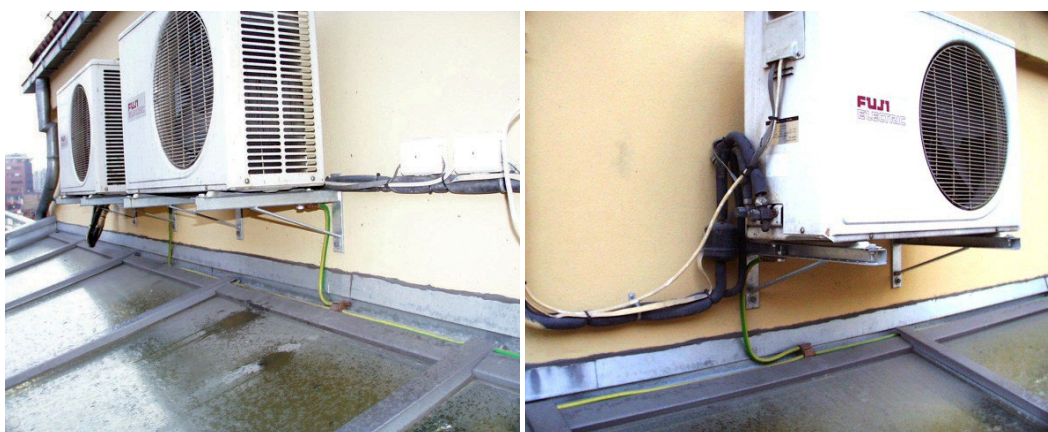
På denne måten blir det ikke seriejording, selv ved å løsne jording fra et objekt forblir de andre jordingene til de andre objektene intakt. (Se figur 20.34)

20.16.1 Jording av bygning innenfor sone for kontaktledning

Bygningen på dette bildet har en masse objekter som må jordes



Figur 20.33 synlig jordleder av takrenner, nedløp og skjerm



Figur 20.34 langsgående lokal jordleder, avgrening til varmepumper er koblet til med C-press til jordlederen

20.16.2 Jording av drivmaskin og vekselomstillere



Figur 20.35 Eksempel på seriejording ved jording av drivmaskin og vekselomstillere

Riktig jording av drivmaskin og stolpe vil være å la jordingen gå fra stolpen og ut til skinnen. Ved drivmaskinen presses det på en avgreining fra hovedjordforbindelsen, som kobles til drivmaskinen. Jordingsforbindelser fra utsatte (ledende) anleggsdeler innenfor sone for kontaktledning kan kobles direkte til skinnegangen dersom det ikke dannes forbindelser som medfører kortslutning mellom kjøreskinnene, langsgående parallell strømvei for sporfeltstrømmen eller på annen måte påvirker sporfeltenes funksjon. Alle skruded koblinger skal være lett tilgjengelig for inspeksjon.

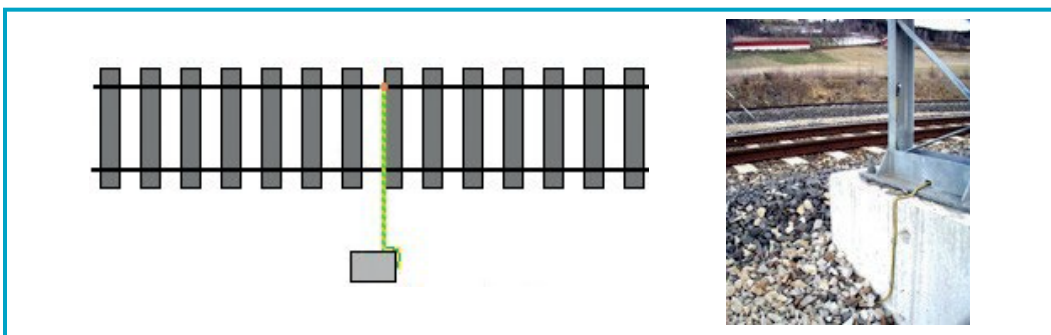
Jordledere og utjevningsforbindelser skal være beskyttet mot mekanisk skade og forlagt slik at fare for overslag/skade på andre kabler eller utstyr ikke er til stede.

Det skal benyttes kobberledning med gul/grønn isolasjon (Isolasjonsnivå minimum $U_0 / U = 450 / 600$ V)

Oppdages det brudd på jordledere eller beskyttelsesledere, må disse behandles som skinnebrudd. Fordi det kan være fare for returstrøm og farlige berøringsspenninger.

20.16.3 Føring av utjevningsforbindelse på fundament

For at jordlederen skal være best mulig beskyttet skal den føres ned på siden av fundamentet.



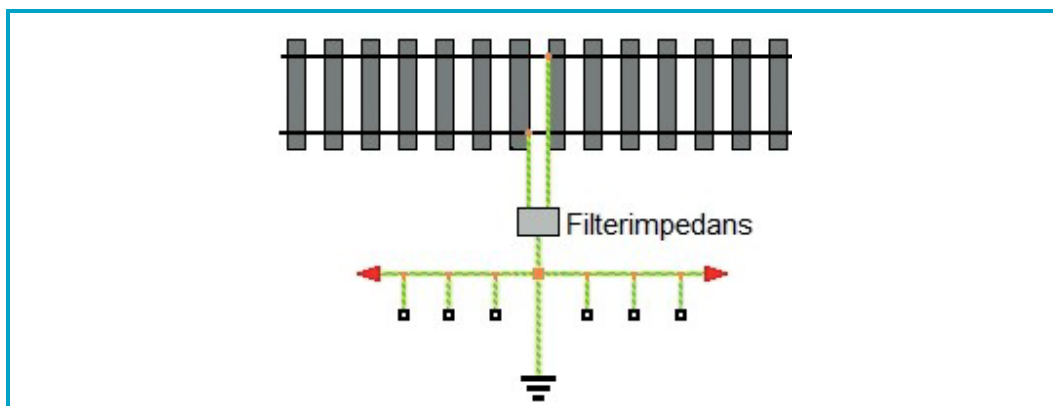
Figur 20.36 Skisse for føring av jordleder på fundament

20.16.4 Legging av hovedutjevnings forbindelse på sviller fra impedansspole

Leder ut fra impedansspolen skal festes på 2 forskjellige sviller.

Ved boring og innsetting av bolter/spiker for festing av Klammer, kan svillens armering bli ledende. Festes begge lederne til samme sville, kan disse ved feil på isolasjonen kortsluttes.

Derfor skal hver leder klamres på hver sin sville.



Figur 20.37 Skisse, kobling av jordlederseksjon til skinner

20.16.5 Utjevning forbindelse av bryterhåndtak



Figur 20.38 Utjevning av betjeningsrør til bryter

Alle bryterhåndtak skal ha utjevningsforbindelse, slik at ikke oppstår farlig berøringsspenning.

Betjeningsrøret til bryteren skal jordes som på bildet, dette gjelder også ved motorstyrt bryter

Det skal benyttes min. Cu-50 mm² gul/grønn fleksibel jordleder

20.16.6 Utjevning forbindelse av mast



Figur 21.39 Riktig utførelse ved utjevning av mast

Jordlinen skal festes på innsiden av mastevangene med fortrinnet tett kabelsko og med syrefast bolt

20.16.7 Legging av jordleder ved kryssing av langsgående kabelkanal

Ved direkte jording mellom utsatt anleggsdel og skinnegangen skal jordledningen legges 0,5 m under skinneoverkant. Dersom det er kabelkanal skal jordledningen beskyttes av et plastrør med diameter \varnothing 32 mm i pukken, ellers skal jordledningen graves ned.

Ved kryssinger skal jordledningene ligge over kabler, men under kabelkanal.

Ved direkte jording skal også utjevningsforbindelsene legges slik at de er lett tilgjengelig for inspeksjon samtidig som de er best mulig beskyttet mot mekaniske påkjenninger.

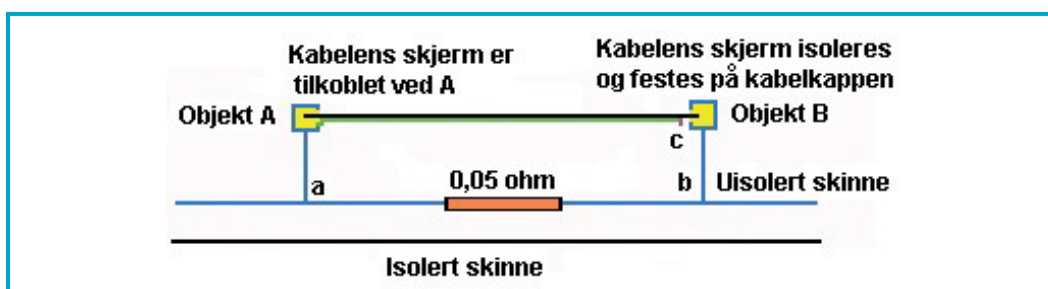
20.16.8 Jording/utjevning av langsgående ledende gjenstander til spor

Ledende konstruksjoner langs jernbanen kan være:

- gjerder
- autovern
- støyskjermer
- bruer

Ved jording av slike objekter må man påse at ethvert objekt kun har forbindelse til ett punkt på kjøreskinne, se figur 9.16.6 Objekt A er jordet til skinnestrengen og blir en del av denne, på samme måte er objekt B tilknyttet skinnestrengen.

Motstanden i skinnene mellom a-b = 0,05 ohm, dette tilsvarer ca. 250 m skinne.



Figur 20.40 Jording av objekt skal kun ha forbindelse til ett punkt på skinnegangen

Hvis kabelens jordskjerm blir tilkoblet ved objekt A og B har man laget en elektrisk forbindelse parallelt med kjøreskinne. Dette vil være uheldig av to grunner. For det ene vil en del av banereturstrømmen gå gjennom parallellforbindelsen i stedet for skinnestrengen. Dette vil kunne føre til skadelig oppvarming (jordledningene er ikke dimensjonert for å tåle store strømmer kontinuerlig).

For det annet vil man kunne miste skinnebrudds indikeringen i og med at man har en alternativ strømvei for sporfeltstrømmen.

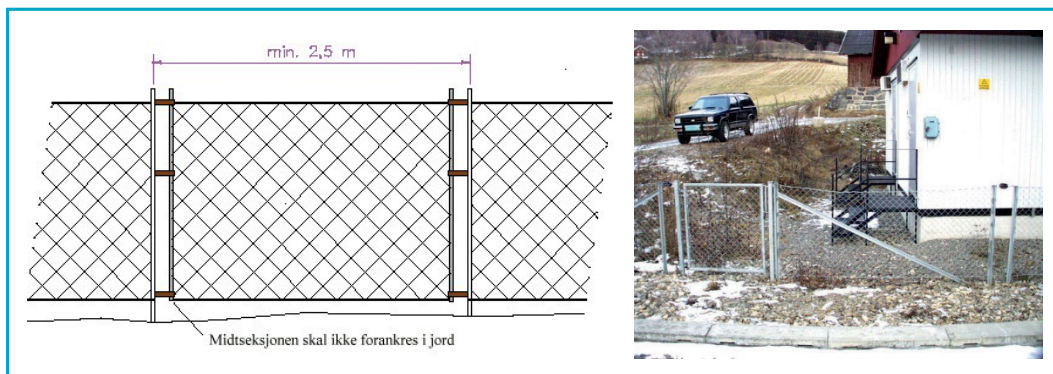
Det må derfor alltid ved f.eks. avisolering av jordledningen i kabler sørges for at man ikke lager slike "parallele strømveier". Imidlertid må man være oppmerksom på at man kan få spenningsforskjell mellom objekter jordet til hvert sitt punkt i kjøreskinnen. Det må sørges for, ved hensiktsmessig oppdeling av jordingene og tilkobling av jordledningene til kjøreskinnen, at disse spenningsene holdes lave og at mennesker ikke samtidig kan berøre objekter med vesentlig forskjellig jordpotensialer.

Langsgående ledende gjenstander innenfor sone for kontaktledning, f. eks. gjerder, støyskjermer, bruer og autovern, skal jordes og kobles til banestrømmens returkreter. Dersom de langsgående gjenstandene har lang utstrekning, skal de seksjoneres med isolerende sjikt. De isolerende sjiktene utføres todelt, slik at muligheten for å nå over begge sjiktene samtidig ikke er mulig. Denne avstanden er satt min. 2,5 m. Isolasjonsnivået skal være minimum 1000 V.

Seksjonen mellom sjiktene skal ikke forankres i jord. Slike lange gjenstander blir som regel koblet til skinnene ved bruk av en impedansspole.

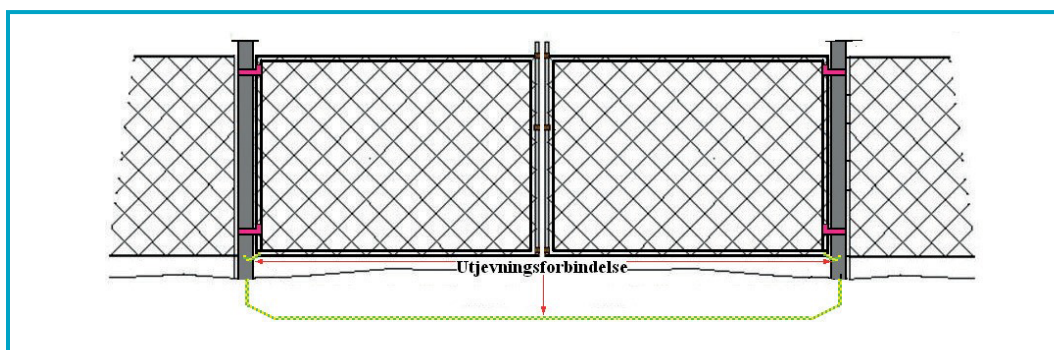
20.16.9 Utisolering og seksjonering av langsgående gjerder

Gjerder bør seksjoneres ved hver 300 m, og ved bruk av seksjonert langsgående jordleder skal seksjoneringen samordnes med jordlederseksjonene.



Figur 20.41 Eksempel på seksjonering av gjerde og port

Jording av port i langsgående gjerder

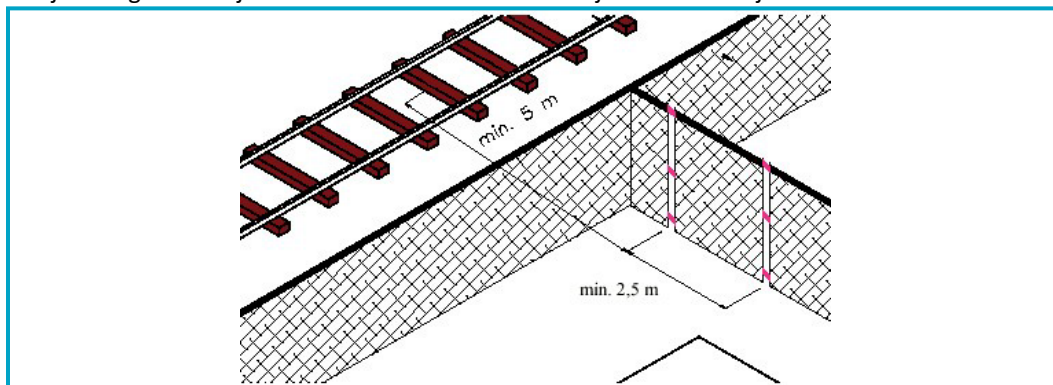


Figur 20.42 Eksempel på jording av port

Ved port eller grind i gjerder skal gjerdene på begge sider av åpningen forbindes med utjevningsforbindelse med samme tverrsnitt som gjerdets utjevningsforbindelse mot banestrømmens returrets. Portbladene skal også ha utjevningsforbindelser til stolpene.

20.16.10 Utisolering av ledende gjerder og gjenstander ut fra jernbanetraseen

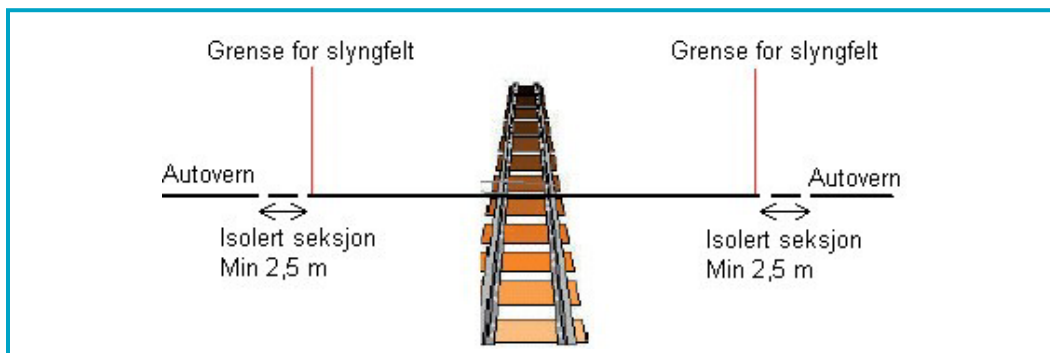
Dersom utstrakte ledende gjenstander som gjerde eller lignende går vinkelrett på sporet, er koblet sammen med gjenstander som går parallelt med sporet, skal gjenstandene seksjoneres og isoleres fra hverandre. Denne seksjoneringen må skje slik at hele den delen som seksjonert bort fra jernbanen blir minimum 5 m fra spormidtd.



Figur 20.43 Eksempel på utisolering av gjerde som går fra sporet

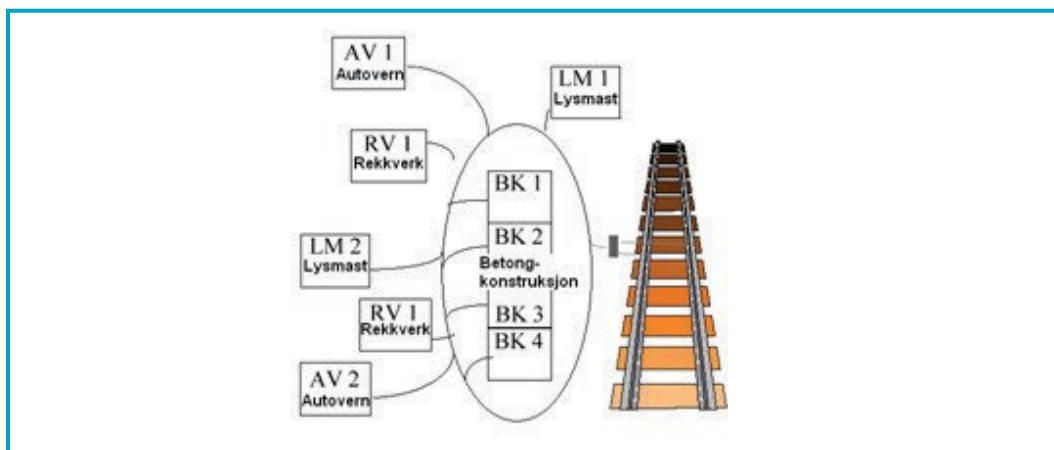
Dersom det finnes konstruksjoner som er innenfor sone for kontaktledning og som samtidig strekker seg langt utenfor sone for kontaktledning, må det legges inn isolerende sjikt i konstruksjonen. Dette gjøres for å hindre at feilstrømmene føres langt vekk fra sporet. Skille må utføres på en slik måte at det ikke er mulig å berøre seksjonene samtidig.

Disse konstruksjonene kan også krysse flere jernbanespor. Konstruksjonen skal da jordes direkte til skinnegangen eller via langsgående jordleder på den ene siden av jernbanetraseen. Det skal fremgå av jordingsplanen hvilken side som skal brukes.



Figur 20.44 Eksempel på utisolering av autovern som går fra sporet

20.16.11 Større ledende konstruksjoner



Figur 20.45 Ulike ledende konstruksjoner i forbindelse med Bane NORs infrastruktur.

Ved alle større ledende konstruksjoner (kryssende bruer og kulverter eller andre betongkonstruksjoner) innenfor eller delvis innenfor sone for kontaktledning skal kobles til banestrømmens returrets. Det bør benyttes en sammenhengende kobberleder rundt konstruksjonen. Alle ledende gjenstander festet til konstruksjonen, samt eventuell armering kobles til kobberlederen, se figur 20.45

Større ledende konstruksjoner som delvis befinner seg innenfor sone for kontaktledning, og som samtidig strekker seg langt utenfor sporområdet, skal søkes unngått. Dersom slike konstruksjoner er nødvendig må legges inn isolerende skille i konstruksjonen, slik at returstrøm og skinnepotensiale ikke trekkes ut i lang avstand fra sporet. Skille skal utføres todelt, uten muligheter for å nå over begge skillene (over 2,5 meter) se figur 20.44.

Kobberlederen kobles til banestrømmens returrets via langsgående jordleder, via filter (impedansforbindelse) eller direkte til jordet skinne, avhengig av jordings- og signalsystemet på strekningen. Kobling til returretsen bør dupleres.

20.16.12 Bruer

20.16.12.1 Jernbanebruer (langs sporet)

- a) For alle bruer skal det benyttes langsgående jordleder.

Unntak:

Bruer uten utsatte (ledende) anleggsdeler festet på brukonstruksjonen.

- b) Brukonstruksjonen skal kobles til jordlederen for om lag hver 50. meter. Armeringen i alle deler av betongbruer skal kobles sammen via en kobberleder som igjen kobles til langsgående jordleder. Koblingen til returkretsen bør dubleres.

20.16.12.2 Bruer over sporet

Overgangsbruer i betong eller stål behandles som større ledende konstruksjon

20.16.13 Ledende gjenstander som krysser flere spor

Ledende gjenstander som krysser flere spor, som for eksempel åk, bruer mv, skal kun kobles til banestrømmens returkrets på den ene siden av sporene. Det skal tydelig komme frem i jordingsplanen hvilken side objektet er koblet til.

Med sikringsanlegg type SIMIS og FTG-S sløyfer slik som på Gardermobanen, skal slike gjenstander jordes på begge sider av sporene.

20.16.14 Tunneler og kulverter

For å tilfredsstille kravene til EMC i tunneler forutsetter dette både returledning og langsgående seksjonert jordleder. Langsgående jordleder skal legges i kabelkanal eller festes på tunnelvegg. Alle utsatte anleggsdeler i tunnelen skal kobles til langsgående jordleder. Eventuell armering i utstøpte tunnelhvelvinger skal kobles til jordlederen for om lag hver 50 m. Kobling til armering skal være utført i mekanisk og elektrisk stabil forbindelse, korrosjonsbeskyttet og skal være tilgjengelig for inspeksjon. Jordlederens lengder se tabell 1. og tilkobling til sporet avklares som beskrevet i pkt 21.10 Sporfelte. Armeringen skal sammenbindes og seksjoneres i henhold til jordlederseksjonens lengde. Jordelektroder for hver jordlederseksjon bør tilfredsstille kravene som beskrevet i krav til jordelektroder. Dersom ikke kravet til overgangsmotstand kan oppfylles, skal det dokumenteres at det ikke er fare for utilsatte berøringsspenninger mellom samtidig tilgjengelige utsatte anleggsdeler i tunnelen.

20.16.15 Svingskive

Svingskive på spor med elektrisk drift, skal ha utjevningsforbindelse til banestrømmens returkrets via kongestol og krans. Alle tilstøtende spor skal være utstyrt med tverrforbindere og være innbyrdes forbundet dersom dette ikke er til hinder for eventuelle sikringsanlegg.

Begge skinner på svingskiven skal være forbundet med skivens understilling.

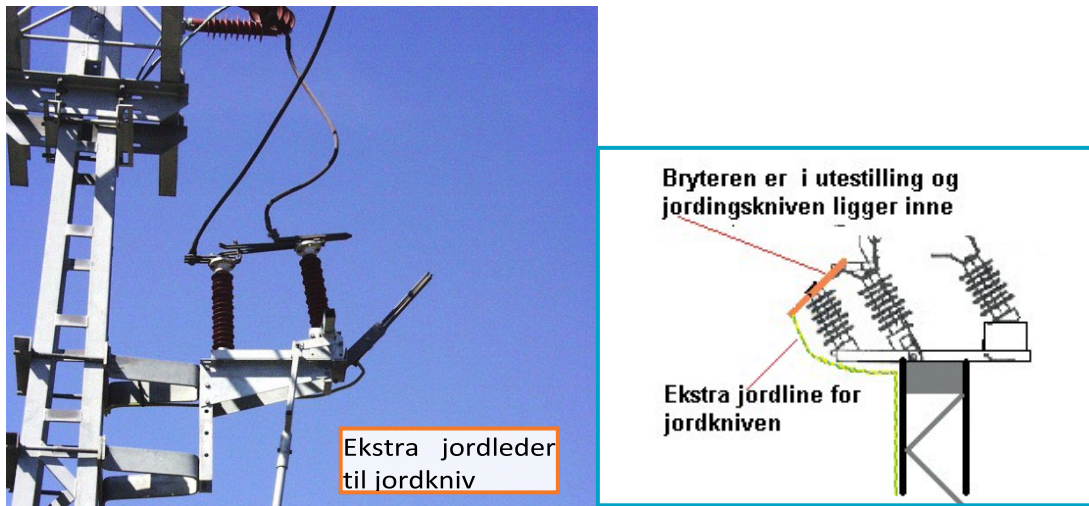
20.16.16 Kraner

Fastmontert kran nær elektrisk spor skal ha dobbel utjevningsforbindelse til banestrømmens returkrets. Kran påegneskinneroversporskaldjordesvedatkranskinnenharutjevningsforbindelse til banestrømmens returkrets.

20.16.17 Jordingsbrytere

Bryterkonsoll skal ha egen jordleder til banestrømmens returkrets. Jordpolen på bryteren skal være isolert fra bryterkonsollen. Jordingsbryter (kontaktledningsbryter med jordingskniv) skal ha 2 separate jordforbindelser til spor, som forbindes til forskjellige kjøreskinner (i samme eller forskjellige spor). Den ene jordlederen skal legges direkte fra bryterens jordede pol, den andre som ren beskyttelsesjord koblet til kontaktlednings bryter på vanlig måte.

Der hvor det finnes seksjonert jordleder skal jordleder og beskyttelsesjord kobles til denne. Plasseres kontaktledningsbryteren i kiosk skal anlegget jordes som et sonegrensebryteranlegg



Figur 20.46 Bryter med jordkniv ekstra jordleder

20.16.18 Kabler og utstyr

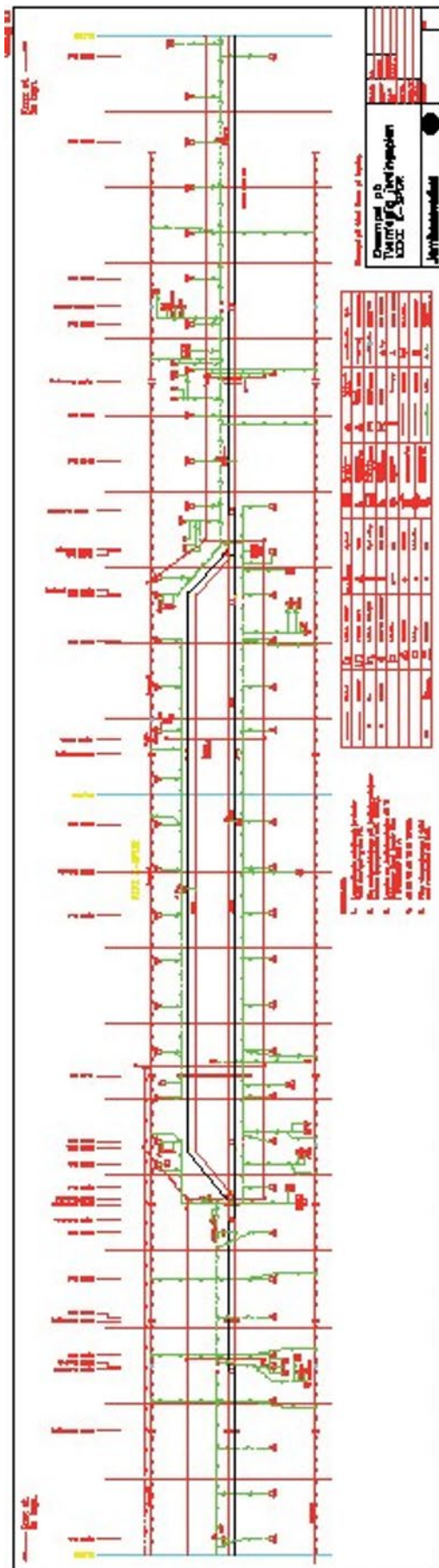
Skjerm eller PE-leder i kabler som går til installasjoner og anleggsdeler, innenfor kontaktledningens sone for kontaktledning, skal jordes i kun en ende for å unngå påvirkning fra returstrøm (16 2 /3Hz). Kabler skal jordes i forsyningsende og isoleres i forbrukerende.

Det finnes unntak for kabler inn i bygninger.

20.17 TVERRFAGLIG JORDINGSPLAN

Alle jordingsanlegg som bygges skal dokumenteres i form av en jordingsplan, der samtlige utsatte (ledende) anleggsdeler kommer frem. Alle faggruppene skal ha en felles jordingsplan, slik at misforståelser unngås. Jordingsplanen skal inneholde punkter som beskrevet under.

1. Underlag som viser:
 - målestokk i lengderetning med delestrekk ved hver 100 meter spor, veksler/sidespor
 - skinner (eventuelt med tykk og tynn strek, dersom det er definert en jord- eller returstreng)
 - skjøter, filter, hovedutjevningforbindelser, planoverganger, bruer med videre (disse bør angis med km-merke)
1. Alle utsatte (ledende) anleggsdeler innenfor sone for kontaktledning (KL-master, signalmaster, skap, gjerder m.v.) skal være tegnet inn. Seksjonering av lange gjerder og andre lange ledende objekter bør være tegnet inn og angitt med km-merke
2. Alle jordledere og utjevningforbindelser skal være tegnet inn
3. Jordingsplanen bør inneholde en tabell som viser utsatte (ledende) anleggsdeler innenfor sone for kontaktledning med km-angivelse og hvilken faggruppe de tilhører



Figur 20.47 Eksempel på tverrfaglig jordingsplan

20.18 DOKUMENTASJON AV JORDELEKTRODEANLEGG

- a) Ved bygging av nytt jordelektrodeanlegg og ved arbeider på eksisterende anlegg skal følgende dokumenteres:
- Elektrodens utforming (form, materiale og eventuelle tilsetningsstofferanvendt)
 - Elektrodens plassering inntegnes på jordingsplan (se figur 20.47) samt skisse med angitte avstander og dybde
 - Målt overgangsmotstand med beskrivelse av jordsmonn, målemetode og værforhold (inkludert skisse/skjema)

Målt avstand mellom ulike jordelektrodeanlegg og sannsynliggjøring av at motstandsområdene ikke overlapper, eventuelt at det ikke er mulig å unngå at de overlapper hverandre. Jordelektroder Alle jordingsanlegg er avhengig av gode jordelektroder for avledning av feilstrømmer til jord, slik at farlige berørings- og skrittspenninger blir minst mulig og innenfor tillatte verdier.

Det skal etableres jordledere ved:

- Ved hver langsgående jordlederseksjon
- Overspenningsvern
- Reservestrømstrafo
- Sugetrafo
- I nødvendig utstrekning langs jernbanesporet

20.18.1 Hva er en jordelektrode

Jordelektrode er en ledende metallstang, plate, rist el. som ligger i bakken. Den sørger for at ledere som er koblet til den får jordpotensialet. Videre vil jordelektroden avgi strøm som den blir tilført videre til jord.

I forskriftene FEF 2006 §§ 4-11 står det at jordelektroder skal være av

- Kobber
- Stål
- Stål med kobbermantel

Jordelektroder skal kunne motstå korrosjon og mekanisk påkjenning i levetiden til anlegget. God jord er viktig for og:

- Lade ut kortslutningsstrømmer og lyn
- Forhindre skade som skyldes transientstrømmer i kraftledninger
- Være referansepotensial for å sikre instrumenter
- Begrense spenningen mellom fase og chassis for å beskytte brukeren
- Beskytte mot statisk elektrisitet
- Beskytte elektroniske regulerings- og kommunikasjonssystemer
- Tilfredsstillende IEEE eller andre elektriske standarder

Jord måles ved å måle dets motstand til omkringliggende jord eller bakken. God jord karakteriseres av lav motstand.

Det blir ikke stilt krav om spesielle metaller i jordelektroden, men den skal ikke korrodere og den skal ha lav overgangsmotstand mot jord. Kobber er å anbefale.

20.19 ELEKTRODENS FUNKSJON OG UTFORMING

Elektrodens funksjon og utforming skal tilfredsstillere krav i henhold til:

- FEF 2006 Forskrifter for Elektriske Anlegg §§ 4-11
- FEL (Forskrifter om Elektriske Lavspenningsanlegg)

Jordelektroder skal utføres av kobber, stål eller stål med kobbermantel.

Elektrodeledningen skal være så kort som mulig og være av kobber min. 25 mm² tverrsnitt. Kobberkledd stål (kobberweld) bør ikke benyttes.

Jordelektroder skal dimensjoneres slik at overgangsresistansen mot jord blir tilstrekkelig lav for å hindre farlig berøringsspenning maks 125 V

Jordelektroder skal ved hjelp av kontaktklemme eller annen løsløsbar kontaktforbindelse, anbrakt i passende høyde, kunne frakobles av hensyn til målinger.

20.19.1 Koblingspunkter (skjøter)

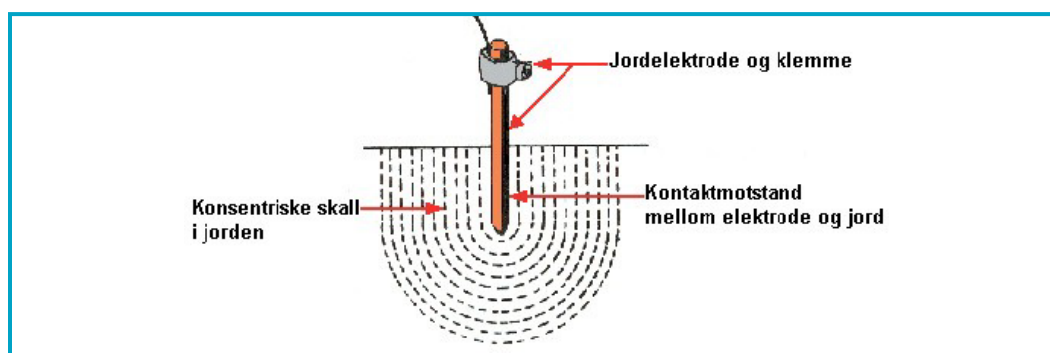
Koblingspunkter i jordingsanlegg skal være så få som mulig. Koblingspunktene skal utføres slik at de gir en pålitelig mekanisk og varig god ledende forbindelse.

Koblingspunkter i jorden skal om nødvendig beskyttes mot korrosjon.

- C-press
- Cadweldtermittsveis
- Skruddeforbindelser

Skrudde forbindelser skal være tilgjengelig for inspeksjon.

OBS. Brytere, skillebrytere eller sikringer må ikke innskytes i jordledninger



Figur 20.48 Jordelektrodens motstandskomponenter

Jordelektroder er vanligvis laget av et metall som leder godt (kobber) med tilstrekkelig tverrsnitt slik at motstanden blir ubetydelig.

Undersøkelser viser at motstanden mellom jordelektroden og jorden omkring er neglisjerbar hvis elektroden er fri for maling, fett eller annet belegg, og hvis jorden er hardpakket rundt jordelektroden.

Den eneste gjenværende komponenten er dermed motstanden til jorden omkring. Man kan forestille seg elektroden som om den er omkranset av konsentriske skall av jord, alle av samme tykkelse. Jo nærmere skallet er elektroden, desto mindre er overflaten til skallet, dermed er motstanden lavere. Når man legger til skall i en viss avstand fra elektroden har det ikke lenger noen vesentlig innvirkning på jordmotstanden som omgir elektroden. Avstanden hvor dette er tilfelle refereres til som de "effektive motstandsområdene" og de er direkte proporsjonale med dybden på jordelektroden.

20.19.2 Motstand som funksjon av jordelektrodens størrelse og dybde

Størrelse:

Økende diameter på jordelektroden reduserer ikke vesentlig motstanden til denne. Dobling av diameteren reduserer motstanden med mindre enn 10%.

Dybde:

Etter hvert som jordelektroden drives dypere ned i jorden, reduseres motstanden vesentlig. Generelt gjelder at når man dobler lengden på elektroden reduseres motstanden med ytterligere 40%.

20.19.3 Effekten av jordens spesifikke motstand på motstanden til jordelektroder

Jordens spesifikke motstand er nøkkelfaktoren som bestemmer motstanden til en jordelektrode og hvor dypt den må drives ned for å oppnå lav jordmotstand. Jordens spesifikke motstand varierer mye rundt omkring i verden og forandres med årstiden. Jordens spesifikke motstand bestemmes i stor grad av elektrolyttinnholdet, som består av fuktighet, mineraler og oppløste salter. Tørr jord har høy spesifikk motstand hvis den ikke inneholder oppløselige salter.

TYPISK RESISTIVITET FOR EN DEL ULIKE JORDSMONN OG BERGARTER			
Sjøvann	1 Ω m	Mørenegrus	3000 Ω m
Leire	40 Ω m	Tørr betong	4000 Ω m
Leire med sandblanding	100 Ω m	Betong tilsatt petrolkoks (blanding for fjelljording)	Ca. 40 Ω m
Dyrket jord	100 Ω m	Gneis	5000 Ω m
Ferskvann	250 Ω m	Granitt	25000 Ω m
Typisk verdi for bergarter i lavland	5000 Ω m	Typiske verdier for bergarter i høyfjellsområder	10000 Ω m
Sand	2000 Ω m		
Verdier målt ved +20 °C, normal fuktighet.			

20.19.4 Faktorer som påvirker jordens spesifikke motstand

To jordprøver kan faktisk bli meget gode isolasjonsmaterialer når de er godt tørket, da de har en spesifikk motstand som overstiger 109 ohm-centimeter. Jordprøvens spesifikke motstand forandrer seg raskt inntil ca. 20% eller høyere fuktighetsinnhold er nådd. Temperaturen virker også inn på jordens spesifikke motstand.

På grunn av at jordens spesifikke motstand er direkte proporsjonal med fuktighetsinnhold og temperatur er det logisk å anta at motstanden til et hvilket som helst jordingssystem varierer gjennom de forskjellige årstider.

Siden både temperatur og fuktighetsinnhold blir mer stabile i større avstand fra jordens overflate, bør et jordingssystem konstrueres med jordelektroden drevet ganske langt ned under jordens overflate for hele tiden å være mest mulig effektiv. Man får best resultater hvis jordelektroden når det permanente fuktighetsnivået.

20.19.5 Krav til berøringsspenninger

“Hvor lav motstand bør en ha i jord?” Et skjønnsmessig svar på dette i ohm er vanskelig. Jo lavere jordmotstand jo sikrere. Enkelte steder kan man uten vanskeligheter oppnå motstander på 5 ohm eller mindre. Andre steder kan det være vanskelig å bringe motstanden under 100 ohm.

Aksepterte industristandarder stipulerer at transformatorstasjoner bør konstrueres slik at de ikke overskrider en motstand på 1 ohm. I distribusjonssystemer er maksimum anbefalt motstand 5 ohm. I de fleste tilfeller sørger det nedgravde ristsystemet på alle transformatorstasjoner for ønsket motstand.

Disse parametrene kan vanligvis tilfredsstilles med riktig anvendelse av jordingsteori. Det vil alltid være forhold som vil gjøre det vanskelig å oppnå jordmotstanden som standarden krever. Når slike situasjoner oppstår, kan forskjellige metoder benyttes for å senke jordens motstand. Dette kan være parallelle stangsystemer jordspyd, stangsystemer som er drevet dypt ned og som er bygd i seksjoner, og det kan være kjemisk behandling av jorden. Andre metoder, drøftet i andre publikasjoner, er nedgravde plater, nedgravde ledere, elektrisk koblet bygningsstål og elektrisk koblet stålmert betong.

FEF 2006 §§ 4-11 omhandler krav til dimensjonering av jordelektroder slik at disse har så god avledning til sann jord slik at krav om høyeste tillatte berøringsspenning overholdes. Høyeste tillatte berøringsspenning er i henhold til EN-50122-1 = 480V/0,3 sek.

FEF 2006 § 4-11 og 5-5 omhandler jordingssystem i høyspenning og lavspenningsanlegg. Det står at jernbane er unntatt fra §§ 5 Lavspenningsinstallasjoner. Med «jernbane» i denne sammenheng forstås det jordingssystemet ved jernbanen som er felles med banestrømmens returkrets, det vil si innenfor sone for kontaktledning. Dette dekkes av FEF 2006 § 8-6 og ellers gjelder § 4-11. Forøvrig kan mesteparten av veiledningen til § 4-11 benyttes. Se i tillegg NEK 900 Elektriske Jernbaneinstallasjoner og NEK EN 50122-1 tabell 4

Måling av jordingmotstand kan kun utføres med spesialkonstruert testutstyr. De fleste instrumentene måler potensialfallet mellom en hjelpeelektrode og jordelektroden som påtrykkes vekselstrøm ved testing; avlesingen gjøres i Ω (ohm) og representerer jordelektrodens motstand til jorden omkring.

20.19.6 Overgangsmotstand til sann jord

Bane NOR har fastsatt at et elektrodeanlegg bør ha en overgangsmotstand til «sann jord» som ikke overstiger 40 W, men overgangsmotstanden skal ikke være større enn at kravene til berøringsspenninger tilfredsstilles. (480V/0,3 sek) Elektroden skal ikke påvirkes av temperatur- og fuktighetsvariasjoner gjennom året, og bør derfor være nedgravd til frostfri og fuktstabil dybde.

20.19.7 Avstand mellom elektroder i to atskilte system

Hvor lav- og høyspenningsanleggets jordinganleggeratskilt, skal deler av lavspenningsanleggets jordinganlegg som legges uisolert i jorden, holdes i minst 20 m avstand fra alle deler i jorden som tilhører eller er tilknyttet høyspenningsanleggets jordinganlegg.

Det må i jorden mellom de atskilte systemene ikke finnes ledende gjenstander som reduserer avstandskravets effektivitet.

Etableres lavspenningsanleggets systemjording ved jordledningen (elektrodeledningen) legges i jorden ut fra stasjonen, skal jordledningen utføres som kabel med isolerende kappe, og med driftsisolasjon som kan motstå en prøvespenning på 4000 V ved 50 Hz (merkespenning 1 kV).

Nøytralledere i stasjoners lavspenningsanlegg skal legges isolert, dvs. på isolatorer eller som isolert ledning/skinne.

20.20 UTFØRELSE AV JORDELEKTRODER

Jordelektroder med god avledning for lavere frekvenser (16 2/3 og 50 Hz) er ikke nødvendigvis tilfredsstillende for høye frekvenser (atmosfæriske overspenninger). For avledning av atmosfæriske overspenninger skal det etableres jordelektroder med gode høyfrekvente egenskaper. I praksis vil det si at alle jordelektroder bør utføres som kråkefotelektrode eller tilsvarende for alle anlegg hvor det finnes overspenningsavledere eller lynavlederanlegg. Jordelektroder i tilknytning til overspenningsavleder skal etableres i umiddelbar nærhet av overspenningsvern.

Overspenningsvern skal brukes ved:

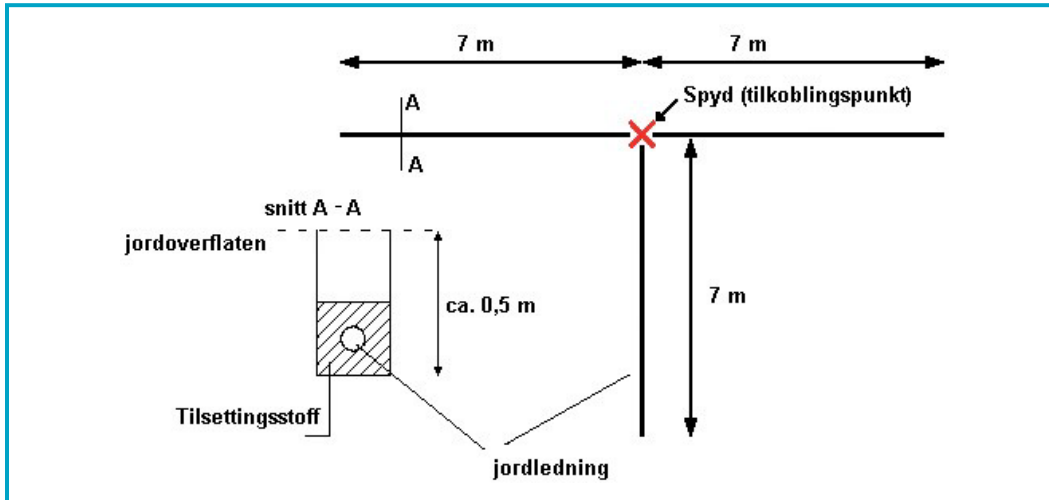
- sugetransformator
- reservestrøms transformator
- endeavslutning på høyspenningskabler

20.20.1 Kråkefotelektrode

Elektroden bygges opp av kobberwirer forlagt i stråler vinkelrett på hverandre forlagt i frostfri dybde. For å bedre overgangsmotstanden kan strålene kombineres med jordspyd, i ulike varianter avhengig av type jordsmonn. Figurene 21.49 og 21.50 viser eksempler på jordelektroder for ulike jordsmonn. I de tilfeller der jordsmonnet har dårlig ledningsevne vil tilsetningsstoffer kunne bedre ledningsevnen og bør benyttes.

20.20.2 Vanlig godt jordsmonn, matjord på leire eller sandholdig jord

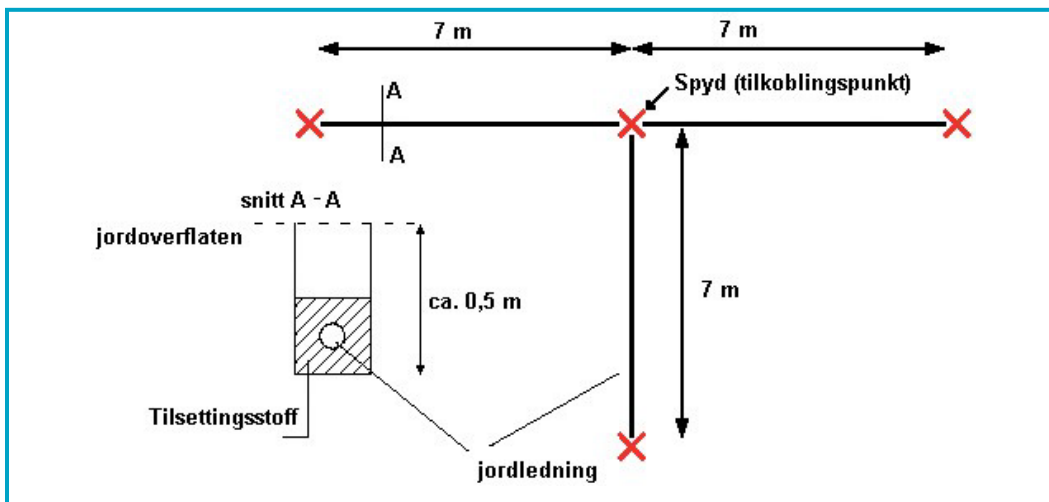
Ett spyd på 3 m i midten av kråkefoten, som vist på figur 21.49



Figur 20.49 Vanlig godt jordsmonn, og bare et spyd

20.20.3 Vanlig godt jordsmonn, flere spyd

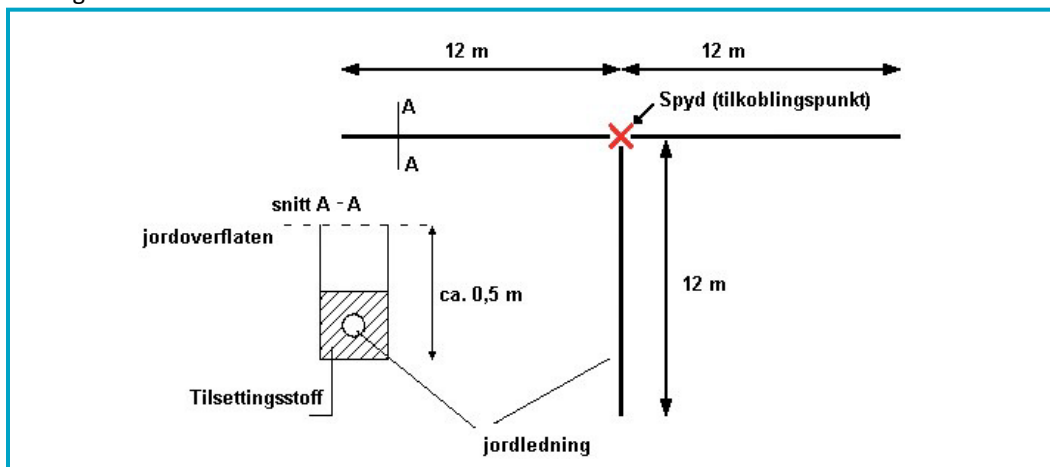
Dersom dette ikke gir tilstrekkelig lav overgangsmotstand kan det være nødvendig å øke antall spyd, se figur 21.50.



Figur 20.50 Godt jordsmonn, flere spyd

20.20.4 Jord på sand eller annen masse med dårlig ledningsevne

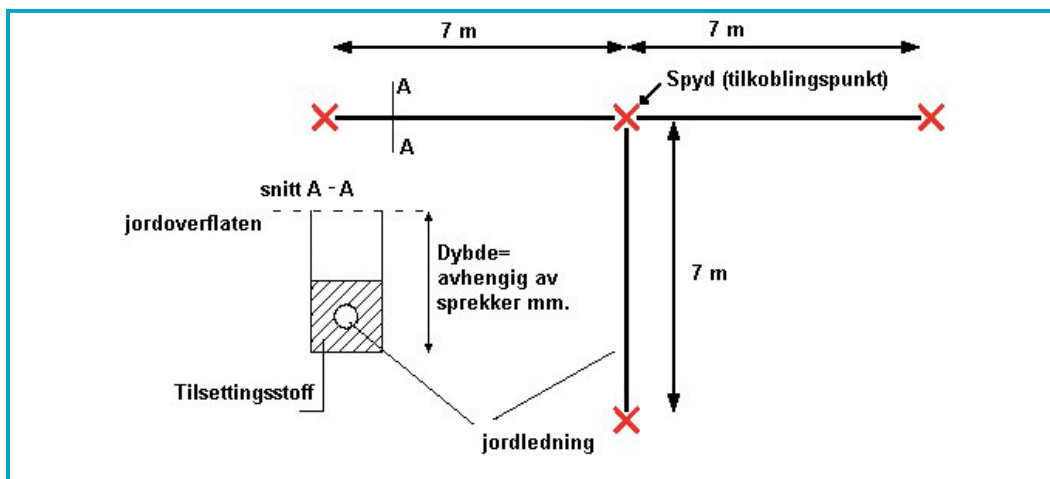
Lengden på strålene bør økes som vist på figur 20.51 I de tilfeller der jordsmonnet har dårlig ledningsevne vil tilsetningsstoffer som bentonitt (natriummontmerillonitt), petrolkoks eller gips (kalsiumsulfat) kunne bedre ledningsevnen



Figur 20.51 Jord på sand eller annen masse med dårlig ledningsevne

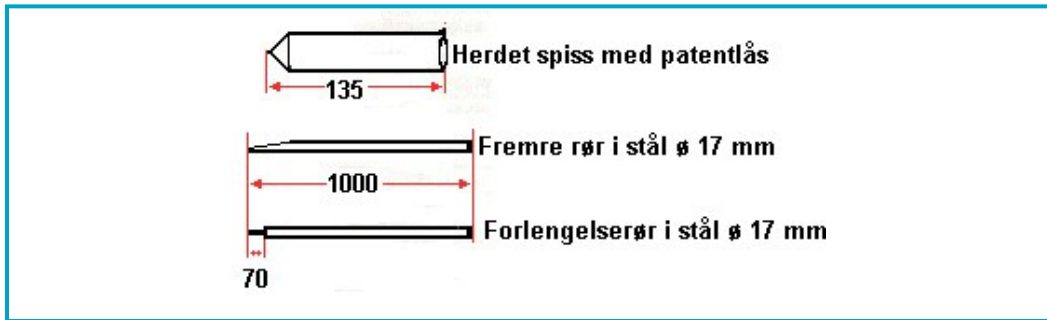
20.21 JORDING I FJELL

Der avstanden til godt ledende jordsmonn er stor kan det jordes i fjell. Der bør det legges en lengre kråkefotjording i fordypninger og sprekker i fjellet i tillegg bores det hull med diameter \varnothing 40 mm med en dybde på 6-8 m. I hullene tres det ned en Cu line med tverrsnitt min 50 mm² (for eksempel bæreline) og det skal brukes tilsetningsstoff i hullene. Tilsetningsstoff: 1/3 sement og 2/3 deler petrolkoks spes ut med vann til en tyntflytende blanding og fylles rundt jordlederen. Dybden bør være 6 m eller mer. Disse forbindes til kråkefotjordingen.



Figur 20.52 Jording i fjell

20.21.1 FS jordspyd beregnet på dybdejording



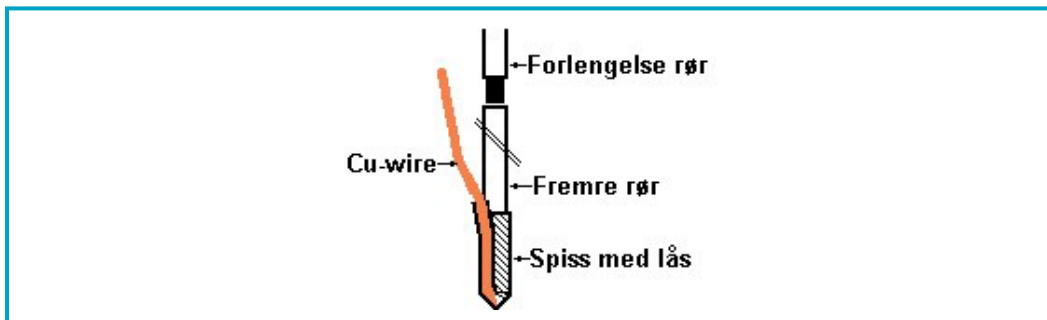
Herdet spiss El.nr.1263101
 Fremre rør El.nr.1263102
 Forlengelsesrør. El.nr.1263103

FS jordspydene er spesielt godt egnet for etablering av jordelektroder. Fordelen med disse spydene er at det passer like godt til både korte og lange elektroder. De er lette å arbeide med fordi de er bygget opp med forlengelsesrør (skjøter) i passelige lengder (1 m lengder).

Det blir levert hylse til å sette på enden av rørene til neddriving med slegge, eller hylse som passer til forskjellige typer borhammere.

Jordelektroden blir en hel lengde uten skjøter, da det festes 50 – 70 mm² cu-wire med tilstrekkelig lengde til etablering av elektrode og elektrodeledning til spiss og fremre rør og deretter drives den ned i bakken med forlengelsesrørene til ønsket lengde på elektroden

Treffer spydet fjell eller stor stein, før forlengelsesrøret er i bakkenivå, er det bare å løfte av det siste røret. Legge elektrodeledningen i grøften fram til tilkoblingspunktet og presse fast en kabelsko og skru fast til jordklemmen. Er det en kråkefotelektrode med flere spyd, er det lett og koble elektrodeledningene sammen med C-press eller Cadweld termittsveis. Dette er sikre og gode koblingsforbindelser, godkjent til å bli nedgravd i bakken.



Figur 21.53 Sammenstilling av FS jordspyd (elektrode)

20.22 DOKUMENTASJON AV JORDELEKTRODEANLEGG

Ved bygging av nytt jordelektrodeanlegg og ved arbeider på eksisterende anlegg skal følgende dokumenteres:

1. elektrodens utforming (form, materiale og eventuelle tilsetningsstoffer anvendt)
2. elektrodens plassering inntegnes på jordingsplan samt skisse med angitte avstander og dybde
3. målt overgangsmotstand med beskrivelse av jordsmonn, målemetode og værforhold (inkludert skisse/skjema)
4. målt avstand mellom ulike jordelektrodeanlegg og dokumentasjon på at motstandsområdene ikke overlapper, eventuelt på at det ikke er mulig å unngå at de overlapper hverandre

Kontroll av jordingsanlegg med bl.a. måling av overgangsmotstand bør utføres jevnlig. Kontroll bør utføres hyppigst de første årene etter bygging. Kontrollmålinger bør utføres ved ulike værforhold (tørt/fuktig, med og uten tele i bakken). Videre vedlikehold kontrollmåling av jordingsanlegget vurderes ut fra de lokale forholdene og forventet levetid for anlegget. Måleresultater skal vedlegges og følge dokumentasjonen for anlegget.

20.23 KONTROLL AV JORDINGSANLEGG

- a) Jordingsanleggets tilstand skal kontrolleres;
 1. Før nytt anlegg tas i bruk
 2. Ved større endringer i anlegget
 3. Hvert 10. år
 4. Ellers ved behov

Ved nyanlegg og ved utvidelser skal også hvert nytt element (jordspyd etc.) dokumenteres med innmåling.

- b) Kontrollen skal omfatte målinger eller beregninger av potensialer og berøringsspenninger
 5. Ved målinger bør Annex G i [EN 50122-1] følges
- c) Kontrollen skal omfatte måling av elektrodens overgangsmotstand
 6. Kontroll bør utføres hyppigst de første årene etter bygging. Kontrollmålinger bør utføres ved ulike værforhold (tørt/fuktig, med og uten tele i bakken). Videre
 7. kontrollmåling av jordingsanlegget vurderes ut fra de lokale forholdene og forventet levetid for anlegget
- d) Kontrollen skal omfatte inspeksjon, og om nødvendig kontinuitetsmåling av jordledere og utjevningforbindelser
- e) For øvrig gjelder [FEF] §§ 4-11, §§ 6-7 og §§ 8-6.

21 VEDLEGG

21.1 CONTACT WIRES

Type	Nominal cross section area	Outer diameter	Weight	Material	Process	Standards	F.no.
Ri 100	100 mm ²	12,0 mm	8,9 N/m or 0,89 kg/m	Cu (copper)	electrolytic, hard-drawn	EN 50149,	
RiS 100	100 mm ²	12,0 mm	8,9 N/m or 0,89 kg/m	CuAg (copper/silver)	electrolytic, hard-drawn	EN 50119	
Ri 120	120 mm ²	13,2 mm	10,70 N/m	Cu (copper)	electrolytic, hard-drawn		
RiS 120	120 mm ²	13,2 mm	10,70 N/m	CuAg (copper/silver)	electrolytic, hard-drawn		
Ri 100, RiS 100, Ri 120, RiS 120			Maximum resistivity: 0,017593•10 ⁻⁶ Ωm @ 20 °C				

21.2 BRONZE WIRE

Type	Nominal cross section area	Outer diameter	Strand diameter	Number of strands	Weight	Material	Process	Insulation	"System"	Standards	F.no.
Bz II 10/49	10 mm ²	4,5 mm	0,5 mm	49	0,89 N/m	Bronze	braided	---		DIN 43138, DIN 48200-2, DIN 48201-2	
Bz II 25/7	25 mm ²	6,3 mm	2,10 mm	7	2,18 N/m	Bronze	Right-laid	---	20	DIN 48200-2, DIN 48201-2, DIN 48203-2	
Bz II 35/7	35 mm ²	7,5 mm	2,50 mm	7	3,10 N/m	Bronze	Right-laid	---	25	DIN 48203-2	
Bz II 50/19	50 mm ²	9,0 mm	1,80 mm	19	4,37 N/m	Bronze	Right-laid	---	20	DIN 48200-2, DIN 48201-2	
BzII50/19 insulated	50 mm ²	≥ 11,25 mm	1,80 mm	19	4,8 N/m	Bronze	Right-laid	HDPE, 20 kV		DIN 48203-2	
Bz II 70/19	70 mm ²	10,5 mm	2,10 mm	19	5,96 N/m	Bronze	Right-laid	---			

21.3 COPPER WIRE

Type	Nominal cross section area	Outer diameter	Strand diameter	Number of strands	Weight	Material	Process	Insulation	Standards	F.no.
Cu 50/7	50 mm ²	9,0 mm	3,0 mm	7	4,38 N/m	Copper	Annealed, KGF	-	EN 50182, DIN 48201-1	
Cu 70/19	70 mm ²	9,8 mm	2,25 mm	19	5,79 N/m	Copper	Annealed, KGF	-		
Cu 95/19	95 mm ²	12,6 mm	2,52 mm	19	4,74 N/m	Copper	Annealed, KGF	-		
Cu 70/189	70 mm ²	13 mm	0,70 mm	~ 189	6,8 N/m	Copper	Annealed, Bundled, KGM	-	DIN 43138	
Cu 95/259	95 mm ²	14,7 mm	0,70 mm	~ 259	9,35 N/m	Copper	Annealed, Bundled, KGM	-		
Cu 150/37	150 mm ²	15,8 mm	2,25 mm	37	13,37 N/m	Copper	Annealed, KGF	-	DIN 48200-2, DIN 48201-1	
Cu 150/37	150 mm ²	15,8 mm	2,25 mm	37	13,37 N/m	Copper	Hard-drawn, KHF	-		
Cu 35/4500 transparent	35 mm ²	8,5 mm + insulation	0,10 mm	~ 4500	3,65 N/m	Copper	Annealed, KGM	PVC, 1-12 kV	IEC 60228	
Cu 50/805	50 mm ²	12 mm	0,28 mm	~ 805	4,54 N/m	Copper	Annealed, KGM	-	DIN 43138, IEC 60228 Note 1	
Cu 70/1450	70 mm ²	9,5 mm	0,25 mm	~ 1450	6,36 N/m	Copper	Annealed, KGM	-		
Cu 70/1450 Black	70 mm ²	9,5 mm + insulation	0,25 mm	~ 1450	6,8 N/m	Copper	Annealed, KGM	PVC, 1-12 kV		
Cu 50/805 Orange	50 mm ²	12,5 mm	0,28 mm	~ 805	4,8 N/m	Copper	Annealed, KGM	PVC, 15 kV		
Cu 70/1450 Orange	70 mm ²	13,5 mm	0,25 mm	~ 1450	6,8 N/m	Copper	Annealed, KGM	PVC, 15 kV		

Note 1: A small number of the strands may have a greater diameter and constitutes a braid protecting the conductor.

21.4 STEEL WIRE

Type	Nominal cross section area	Outer diameter	Strand diameter	Number of strands	Weight	Ultimate strengt	Yield strengt	Material	Process	"System"	Standards	F.no.
50/175 w/bitumen	50 mm ²	9,5 mm	0,60m m	175	4,7 N/m	74000 N		Steel, hot dip galvanized w/ bitumen andfibres	Right-laid	35, 20, 25		
60/222 w/bitumen	60 mm ²	13,0m m	0,60m m	222	6,7 N/m			Steel, hot dip galvanized w/ bitumen andfibres	Right-laid	20		
16/133	16 mm ²	6,0 mm	0,40m m	133	1,4 N/m	18000 N	1570 N/mm ²	Stainless steel	Right-laid	20, 25	EN 12385-4	
30.jul	30 mm ²	7,0 mm	2,30 mm	7	2,2 N/m	38000 N	1370 N/mm ²	Steel, hot dip galvanize d	Right-laid	35	EN 12385-4 Note 1	
50/19	50 mm ²	9,0 mm	1,8 mm	19	3,8 N/m	63000 N	1370 N/mm ²	Steel, hot dip galvanize d	Right-laid	20		
70/19	70 mm ²	11,0 mm	2,15 mm	19	5,4 N/m	90000 N	1370 N/mm ²	Steel, hot dip galvanize d	Right-laid	20, 25		
80/19	80 mm ²	11,5 mm	2,30 mm	19	6,1 N/m	113600 N	1420 N/mm ²	Steel, hot dip galvanize d	Right-laid	35		
95/19	95 mm ²	12,8m m	2,55 mm	19	7,5 N/m	126000 N	1370 N/mm ²	Steel, hot dip galvanize d	Right-laid	20, 25		

Note 1: Minimum deposit of zinc: 200 g/m²

21.5 ALUMINIUM WIRE

Type	Nominal cross section area	Outer diameter	Strand diameter	Number of strands	Weight	Material	Process	Standards	F.no.
Al 240/19	240 mm ²	20,3 mm	4,0 mm	19	6,7 N/m	Aluminium	Hard-drawn, AHF	EN 50182, IEC 61089	
Al 240/37	240 mm ²	20,3 mm	2,9 mm	37	6,7 N/m	Aluminium	Hard-drawn, AHF		
Al 240/61	240 mm ²	20,3 mm	2,25 mm	61	6,7 N/m	Aluminium	Hard-drawn, AHF		
Al 400/61	400mm ²	26,0 mm	2,89 mm	61	11,0 N/m	Aluminium	Hard-drawn, AHF		

21.6 INSULATED COPPER CONDUCTOR

Type	Nominal cross section area	Outer diameter	Number of strands	Weight	Material	Process	Insulation	Flame retardent, zero halogen	Standards	F.no.
IX 50/19 Cu Yellow/ green	50 mm ²	12,0 mm	19	4,61 N/m	Copper	Annealed, KGF	750 V	FR ZH	IEC 60332-1, IEC 60754-1, IEC 61034	
IX 70/19 Cu Yellow/ green	70 mm ²	14,0 mm	19	6,87 N/m	Copper	Annealed, KGM	750 V	FR ZH		
IX 95/19 Cu Yellow/ green	95 mm ²	16,0 mm	19	9,62 N/m	Copper	Annealed, KGM	750 V	FR ZH		
PN 70/19 Cu Black	70 mm ²	14,5 mm	19	7,0 N/m	Copper	Annealed, KGF	750 V	FR	IEC 60332-1, EN 50525-2-31, Din 48201-1	
PN 95/19 Cu Black	95 mm ²	16,7 mm	19	8,9 N/m	Copper	Annealed, KGF	750 V	FR		
PN 70/19 Cu Black	70 mm ²	14,5 mm	19	7,0 N/m	Copper	Annealed, KGF	1 kV	FR		
PN 150/37 Cu Black	150 mm ²	18,0 mm	37	14,0 N/m	Copper	Annealed, KGF	750 V	FR		
IX 95/19 Cu Black	95 mm ²	16,7 mm	19	8,9 N/m	Copper	Annealed, KGM	750 V	FR ZH	IEC 60332-1, IEC 60754-1, IEC 61034	
IX 150/37 Cu Black	150 mm ²	18,0 mm	37	14,0 N/m	Copper	Annealed, KGM	750 V	FR ZH		

21.7 INSULATED ALUMINIUM CONDUCTOR/CABLE

Type	Nominal cross section area	Screen cross section area	Outer diameter	Strand diameter	Number of strands	Weight	Material	Process	Insulation	Flame retardent, zero halogen	Standards	F.no.
TSLI 240/61 AHF, 36 kV	240 mm ²	≥ 35 mm ²	44,0 mm	2,25 mm	61	19 N/m	Aluminium	Hard-drawn, AHF	36 kV	ZH	IEC 60502-2, IEC 60754-1, IEC 61034 Note 1	
TSLI 240/32 AHF, 36 kV	240 mm ²	≥ 35 mm ²	44,0 mm	2,9 mm	32	19 N/m	Aluminium	Hard-drawn, AHF	36 kV	ZH		
TSLI 400/53 AHF, 36 kV	400 mm ²	≥ 35 mm ²	51,0 mm	2,89 mm	53	26 N/m	Aluminium	Hard-drawn, AHF	36 kV	ZH		
TSLI 400/37 AHF, 36 kV	400 mm ²	≥ 35 mm ²	51,0 mm	3,7 mm	37	26 N/m	Aluminium	Hard-drawn, AHF	36 kV	ZH		
TSLE 240/37 AHF, 36 kV	240 mm ²	≥ 35 mm ²	44,0 mm	2,9 mm	37	19 N/m	Aluminium	Hard-drawn, AHF	36 kV	ZH	IEC 60502-2, IEC 60754-1, IEC 61034	
TSLE 240/19 AHF, 36 kV	240 mm ²	≥ 35 mm ²	44,0 mm	4,0 mm	19	19 N/m	Aluminium	Hard-drawn, AHF	36 kV	ZH		
TSLE 400/37 AHF, 36 kV	400 mm ²	≥ 35 mm ²	51,0 mm	3,7 mm	37	26 N/m	Aluminium	Hard-drawn, AHF	36 kV	ZH		
TSLE 400/19 AHF, 36 kV	400 mm ²	≥ 35 mm ²	51,0 mm	5,2 mm	19	26 N/m	Aluminium	Hard-drawn, AHF	36 kV	ZH		
TXXX 240/61 AHF	240 mm ²	-	25,2 mm	2,25 mm	61	9,1 N/m	Aluminium	Hard-drawn, AHF	1 kV	ZH	IEC 60754-1, IEC 61034	
TXXX 240/37 AHF	240 mm ²	-	25,2 mm	2,9 mm	37	9,1 N/m	Aluminium	Hard-drawn, AHF	1 kV	ZH		
IXXX 240/61 AHF	240 mm ²	-	25,2 mm	2,25 mm	61	9,1 N/m	Aluminium	Hard-drawn, AHF	1 kV	FR ZH	IEC 60332-1, IEC 60754-1, IEC 61034	
IXXX 240/37 AHF	240 mm ²	-	25,2 mm	2,9 mm	37	9,1 N/m	Aluminium	Hard-drawn, AHF	1 kV	FR ZH		
TXXP 240/61 AHF	240 mm ²	-	25,2 mm	2,25 mm	61	9,1 N/m	Aluminium	Hard-drawn, AHF	1 kV	FR	IEC 60332-1	
TXXP 240/37 AHF	240 mm ²	-	25,2 mm	2,9 mm	37	9,1 N/m	Aluminium	Hard-drawn, AHF	1 kV	FR		
TXXI 240/61 AHF	240 mm ²	-	25,2 mm	2,25 mm	61	9,1 N/m	Aluminium	Hard-drawn, AHF	1 kV	FR ZH	IEC 60332-1, IEC 60754-1, IEC 61034	
TXXI 240/37 AHF	240 mm ²	-	25,2 mm	2,9 mm	37	9,1 N/m	Aluminium	Hard-drawn, AHF	1 kV	FR ZH		

Type	Nominal cross section area	Screen cross section area	Outer diameter	Strand diameter	Number of strands	Weight	Material	Process	Insulation	Flame retardant, zero halogen	Standards	F.no.
IX 50 Al Black	50 mm ²	-	12 mm	-	1, 7 or 19	1,5 N/m			750 V	FR ZH	IEC 60332-1, IEC 60754-1, IEC 61034	
IX 50 Al Yellow/Green	50 mm ²	-	12 mm	-	1, 7 or 19	1,5 N/m			750 V	FR ZH		
IX 50 Al Yellow/Green/Blue	50 mm ²	-	12 mm	-	1, 7 or 19	1,5 N/m			750 V	FR ZH		
IX 95 Al Black	95 mm ²	-	15 mm	-	1, 7 or 19	3 N/m			750 V	FR ZH		
IX 95 Al Yellow/Green	95 mm ²	-	15 mm	-	1, 7 or 19	3 N/m			750 V	FR ZH		
IX 95 Al Yellow/Green/Blue	95 mm ²	-	15 mm	-	1, 7 or 19	3 N/m			750 V	FR ZH		
IX 150 Al Black	150 mm ²	-	18 mm	-	1, 7 or 19	4,4 N/m			750 V	FR ZH		
IX 150 Al Yellow/Green	150 mm ²	-	18 mm	-	1, 7 or 19	4,4 N/m			750 V	FR ZH		
IX 150 Al Yellow/Green/Blue	150 mm ²	-	18 mm	-	1, 7 or 19	4,4 N/m			750 V	FR ZH		
IX FlexAlum 95 Al Yellow/green	95 mm ²	-		-					750 V			
IX FlexAlum 120 Al Yellow/Green	120 mm ²	-		-					750 V			
IX FlexAlum 150 Al Yellow/Green	150 mm ²	-		-					750 V			
IX FlexAlum 95 Al Black	95 mm ²	-		-					750 V			
IX FlexAlum 120 Al Black	120 mm ²	-		-					750 V			
IX FlexAlum 150 Al Black	150 mm ²	-		-					750 V			

Note 1: The insulated conductor shall be reinforced to withstand the strain at the fixing points of a suspended installation (circular cable shape).
Span lengths will be limited to approx. 60 m, and the maximum tension in fixing points will be limited to 15 kN.

