

Lærebok

BYGGING AV KONTAKTLEDNINGSANLEGG

Del 1:2



1	KONTAKTLEDNINGSANLEGG OG JERNBANEN I NORGE	7
1.1	KONTAKTLEDNINGSMONTØREN	7
1.2	ELEKTRIFISERING AV JERNBANEN	7
1.2.1	Internasjonalt	7
1.2.2	Norge.....	8
1.2.3	Kart over Bane NORs infrastruktur	9
1.2.4	Kart over Bane NORs områdefordeling	10
2	HELSE, MILJØ OG SIKKERHET-HMS	11
2.1	LOVER, FORSKRIFTER, INSTRUKSER OG PROSEDYRER	11
2.1.1	Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv.....	11
2.1.2	Forskrift om organisering, ledelse og medvirkning	11
2.1.3	Forskrift om utforming og innretning av arbeidsplasser og arbeidslokaler	11
2.1.4	Forskrift om tiltaks- og grenseverdier for fysiske og kjemiske faktorer i arbeidsmiljøet, samt smitterisikogrupper for biologiske faktorer (forskrift om tiltaks- og grenseverdier)	12
2.1.5	Systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (HMS).....	12
2.1.6	Forskrift om utførelse av arbeid. Bruk av arbeidsutstyr og tilhørende tekniske krav	12
2.1.7	Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser (SHA).....	12
2.2	HMS – HELSE, MILJØ OG SIKKERHET	13
2.3	SHA – SIKKERHET, HELSE OG ARBEIDSMILJØ	13
2.4	VIRKSOMHETENES STYRINGSSYSTEM	13
2.5	RISIKOVURDERINGER	14
2.6	UØNSKEDE HENDELSER (UH)	14
3	FAGUTTRYKK	15
3.1	BEGREPER OG FORKLARING	15
3.2	FORKORTELSER BRUKT PÅ BYGGETEGNINGER	22
3.3	TEGNINGSSYMBOLER	23
3.4	Signaltekniske symboler	26
3.4.1	Isolerte sporfelt	26
3.4.2	FTG-S.....	26
3.4.3	Utdrag av andre symboler	27
4	ELEKTRISK BESKRIVELSE AV KONTAKTLEDNINGSANLEGG	28
4.1	FORSYNINGSNETT OG OMFORMERE	30
4.2	OMFORMERE	31
4.3	PRINSIPPER FOR RETURSTRØMKRETSEN	32
4.3.1	Forskjellige systemutførelser av returstrømkretsen	32
4.3.2	Vurdering av systemene	35
4.3.3	Returstrømkretsen og signalanlegg.....	35
4.3.4	Tilkoblinger i returkretsen ved:	36
4.4	FILTERIMPEDANS	36
4.4.1	Oppbygning av filterimpedans	36
4.4.2	Anvendelse	36
4.5	TILKOBLINGER	37
4.5.1	Kobling av filterimpedans i overgang mellom isolerte sporfelt.....	37
4.5.2	Kobling av filterimpedans ved dobbeltisolert sporfelt	37
4.5.3	Typisk ledningstverrsnitt ved filterimpedanser i forbindelse med sporfelt	38
4.6	UTSTYR LAGET FOR BRUK PÅ JERNBANE	38
4.6.1	Galvanisk korrosjon	39

INNHALDSFORTEGNELSE

4.7	PRINSIPIELLE KOBLINGER I ET KONTAKTLEDNINGSANLEGG	39
4.8	Tekniske løsninger på seksjonering	40
4.8.1	Plassering av seksjoner	41
4.9	KOMPONENTER I KONTAKTLEDNINGSANLEGG	43
4.9.1	Kontaktledningsbrytere	43
4.9.2	Nummerering av kontaktledningsbrytere	45
4.9.3	Isolatorer	46
4.9.4	Øvrige ledninger	47
4.10	AUTOTRANSFORMATOR SYSTEM (AT)	48
4.11	STREKKING MED AT OG STREKK AVAT-LEDNINGER	49
4.11.1	Forkortelser som blir brukt i forbindelse med autotransformatoranlegg.....	50
4.11.2	ATPLNL-anlegg med seksjonert kontaktledningsanlegg	50
4.11.4	Beskrivelse av AT-anlegg	51
5	MEKANISK SYSTEMBESKRIVELSE AV KONTAKTLEDNING	52
5.1	KONTAKTLEDNINGSSYSTEMER	54
5.1.1	System 35.....	54
5.1.2	System 20	56
5.1.3	Standard B. Typisk spennlengde for hastighet 160 km/t.....	57
5.1.4	System 25	59
5.2	KONTAKTLEDNINGSSYSTEMER TILPASSET STEDLIGE FORHOLD	62
5.2.1	Kontaktledningssystem med dobbel kontaktråd	62
5.2.2	Strømskinne brukt som kontaktråd	63
5.2.3	Deltaledning – enkel kontaktråd	64
5.2.4	Teknisk beskrivelse	64
5.3	ELDRE SYSTEMER	65
5.4	UTSTREKKING AV ET KONTAKTLEDNINGSANLEGG	66
5.4.1	Avspenninger	66
5.4.2	Bevegelige avspenninger	67
5.4.3	Fast avspenninger	69
5.4.4	Prinsipper for avspenninger ved systemendring	69
5.5	LEDNINGENS SIKKSAKK I FORHOLD TIL SPORMIDT	70
5.5.1	Hel sikksakk og halvsikksakk	71
5.5.2	Fritt profil for strømvaktaker	72
5.5.3	Overholdelse av fritt profil	73
5.6	GENERELT OM LEDNINGSFØRING I SPORVEKSLER	74
5.6.1	Systemkrav og regler	74
5.6.2	Hovedprinsipper ved ledningsføring over vekslere	75
5.6.3	Av- og påløpende ledninger på strømvaktaker	75
5.7	KLEMMEFRIIT ROM	77
5.7.1	Unntak fra regelen om klemmefrittrom.....	78
5.7.2	Strømvagtervippe og bokstavbenevnelser	79
5.7.3	Svevende kontaktrådkryss	79
5.7.4	Plassering av det svevende kontaktrådkrysset	80
5.7.5	Krysshengetråder	81
5.8	MONTERING AV ELEKTRISK FORBINDELSE, STRØMBRU/STRØMSTIGE	82
5.9	KONTROLL MED HØYT BØYLETRYKK OGMAL FOR «FRITT PROFIL FOR STRØMVAKTAKER»	82
5.9.1	Kontroll med lavt bøyetrykk	83
5.9.2	Dynamiske målinger	83
5.9.3	Montering av hengetråder	83
5.9.4	Dynamisk kontaktrådheving av strømvaktaker	83
6	ELSIKKERHETSMESSIGE HENSYN	84
6.1	MINSTEAVSTANDER	84

INNHOILDSFORTEGNELSE

6.1.1	Dynamisk	84
6.1.2	Statisk	84
6.1.3	Nærføring med vei	84
6.1.4	Beskyttelsestiltak ved nærføringer	84
6.2	ELSIKKERHETSAVSTANDER OG KRAV	85
6.2.1	Minste avstand til spenningsførende del fra plattform	85
6.2.2	Minste avstand til spenningsførende del fra planovergang	85
6.2.3	Minste avstand fra seksjonsisolatorens meier	86
6.2.4	Minste avstand for plassering seksjonsisolator ved sporsperre	86
6.2.5	Minste avstand fra kant sporbutt til spenning	87
6.2.6	Minste avstand til nærliggende koblingsgruppe	87
6.2.7	Beskyttelsesskjerm	87
6.2.8	Minste avstand til andre tekniske anlegg	88
6.2.9	Minste avstand fra signalmaster til isolert returledning	88
6.2.10	Minste avstand fra utligger til innskutt isolator i seksjonsdeler.	88
6.2.11	Minste avstand mellom kontakttråd og bæreline	89
6.2.12	Ved innsetting av seksjonsisolator	89
6.2.13	Minste avstand mellom ledningsparter	89
6.3	SEKSJONFELT VED HOVEDSIGNAL	90
6.4	MARKERINGSSTOLPER OG SKILT	91
6.5	GENERELLE KRAV VED SLUTTJUSTERING AV SYSTEM 20	93
6.6	TOLERANSER, KUTTELENGDER OG AKP-PUNKTER VED	94
MONTERING AVUTLIGGER		94
6.6.1	Høydeendring ved utligger	94
6.6.2	Stigning og fall i kontakttråd høyde	95
6.6.3	Temperaturinnstilling av utliggeren	96
7	UTLIGGERE I KONTAKTLEDNINGSANLEGG	97
7.1	KRAV TIL UTLIGGERE	99
7.1.1	Mekanisk	99
7.1.2	Elektrisk	99
7.2	TOLERANSER, KUTTELENGDER OG AKP-PUNKTER VED MONTERING AVUTLIGGER	99
7.2.1	Høydeendring ved utligger	99
7.2.2	Stigning og fall i kontaktråd høyde	100
7.2.3	Temperaturinnstilling av utliggeren	101
8	FUNDAMENTER OG MASTER	102
8.1	FUNDAMENTER OG FUNDAMENTERING	102
8.1.1	Generelle krav til fundamenter for stålmaster	103
8.1.2	Plasstøpte sålefundamenter	104
8.2	MONTASJE AV FUNDAMENTER	105
8.2.1	Metoder	105
8.3	FUNDAMENTERING AV TREMASTER	108
8.4	MASTER	109
8.4.1	Tremaster	109
8.4.2	Stålmaster	110
8.5	BARDUNERING	112
8.5.2	Strever	113
8.5.3	Bardunering av tremaster	114
8.6	OPPSETTING AV MASTER	115
8.7	FORLENGELSE AV MASTER	118
8.7.1	Stålmaster	118
8.8	TVERRGÅENDE KONSTRUKSJONER	119

INNHALDSFORTEGNELSE

9	TABELLBEREGNINGER	120
9.1	UTLIGGERTABELLER	120
9.1.1	Innhold i Sicat CanDrop utliggertabell	120
9.1.2	Forklaring til utliggertabellen kuttelengder og montasjepunkter(AKP).....	126
9.1.3	Kuttelengder og monteringspunkt i tabell med henvisning til tegning	127
9.2	HENGETRÅDTABELLER	128
9.2.1	Generelt	128
9.2.2	Opplysninger gitt i hengetrådtabellen.....	128
9.3	UTFØRELSE AV HENGETRÅDER	129
9.3.1	Utførelser ved bruk av Siemens hengetrådklemme	129
9.4	MONTERING AV HENGETRÅDKLEMMER I KONTAKTLEDNINGEN	134
9.4.1	Montering av Siemens hengetrådklemme på kontaktråd	135
9.4.2	Montering av Arthur Flury hengetrådklemmer på kontaktråd/bæreline	136
9.4.3	Montering av Kruch hengetrådklemmer på kontaktråd/bæreline	137
9.5	HENGETRÅD MED LAV SYSTEMHØYDE	139
9.5.1	Kruch hengetråd av line for systemhøyde 100 – 517 mm.....	139
9.5.2	Arthur Flury, hengetråd av line for systemhøyde 100 og 200 mm.....	139
9.5.3	Arthur Flury henger for tunnel	140
9.6	MONTERING AV KONTAKTRÅDKLEMMER	141
10	TRANSFORMATORER FORBUNDET TIL KONTAKTLEDNINGSANLEGG	142
10.1	SUGETRANSFORMATOREN	142
10.1.1	Generelle krav	143
10.1.2	Grensesnitt	143
10.1.3	Merking	143
10.1.4	Lagring og transport av sugetransformatorer	144
10.1.5	Overspenningsvern i sugetransformatorfelt	144
10.1.6	Overspenningsvern ved høyspenningskabler	144
10.2	UTPLASSERING AVSUGETRANSFORMATOR	145
10.2.1	Sugetransformatorfelt	145
10.2.2	Lengden av nullskinnen	146
10.2.3	Returstrøm i skinnene ved sugetransformatorfeltet	147
10.2.4	Sugetransformatorens prinsipielle virkemåte	148
10.3	KOBLING AVSUGETRANSFORMATOR	149
10.3.1	Utførelse I	149
10.3.2	Utførelse II	150
10.3.3	Utførelse IV	151
10.3.4	Utførelse V	152
10.3.5	Sugetransformator med skjøteløse sporfelt hovedbanen, Lillestrøm	153
10.4	MÅLING AV FUNKSJONALITET PÅ SUGETRANSFORMATOR	154
10.4.1	Måleskjema for sugetransformator	156
10.4.2	Normal skjøtspenning	156
10.4.3	Målemetodikk for kontroll av sugetransformator med skjøteløse sporfelt	157
10.4.4	Måleprotokoll for sugetransformator med skjøteløsesporfelt	158
10.5	RESERVESTRØMSTRANSFORMATOREN	159
10.6	TOGVARMETRANSFORMATOR	159
10.7	Autotransformator	160
11	EGNE NOTATER	161

1 KONTAKTLEDNINGSANLEGG OG JERNBANEN I NORGE

1.1 KONTAKTLEDNINGSMONTØREN

Da prosjektet “vekk med dampen” ble introdusert skulle banene elektrifiseres. Siden det ikke var en håndverksgruppe som allerede var etablert, måtte det bygges opp eget personale. Det ble etablert et elektrifiseringskontor som skulle prosjektere og bygge anlegg.

Den gangen var det ikke høyspenningsanlegg og det ble derfor ansatt personale til å grave mastehull, bardunere, ankere og strevere. Så kom det noen til å reise master, kle på barduner og strevere, avspenninger og utliggere. Det ble etablert et strekklag for uttrekk av ledningen og påsetting av hengetråder.

Et eget verksted for bygging av utliggere, produksjon av hengetråder, støpning av piggisolatorer, kvessing av fjellbor, sveising av spesialverktøy og produksjon av konsoller og fester som ikke var standard. Her ble det rekruttert håndverkere av alle slag etter som behovet oppsto. Ettersom anleggsarbeidene skred frem langs strekningene ble det tatt inn folk som bodde langs linjen enten som sesongarbeider eller i fast stilling. Her, som alle andre steder, ble noen fort spesialister på ulike oppgaver og den generelle kontaktledningsmontøren oppsto.

Arbeidene ble utført på akkord og det betød at de som kunne grave fort, montere flest utliggere med videre ble spesialister på hvert sitt felt.

Da anleggene ble satt i drift ble en liten styrke samlet og satt til å begynne på nytt i Oslo fordi her måtte det bygges om. Nå ble kravene til montørene skjerpet både med hensyn på sikkerhet og den elektrotekniske biten.

Anleggsvirksomheten ble mer komplisert og kravene til fremføring av togene reduserte tilgjengeligheten i sporet dramatisk. Kontaktledningsmontøren ble nå satt sammen av alle spesialistene slik at han kunne håndtere de ulike operasjonene i produksjonen i og utenfor sporet. Kompetanseheving og opplæring ble et must.

1.2 ELEKTRIFISERING AV JERNBANEN

1.2.1 Internasjonalt

Allerede i 1835 ble det på en utstilling i Springfield, Massachusetts vist et elektrisk lokomotiv for bruk ved persontransport. Dette lokomotivet som var konstruert av T. Davenport, nyttet galvaniske elementer for å få elektrisk kraft. Det var derimot først etter oppfinnelsen av dynamomaskinen av W. von Siemens la grunnlaget for elektrisk jernbanedrift. I 1879, på en utstilling i Berlin ble et elektrisk lokomotiv bygget av W. von Siemens presentert. Lokomotivet benyttet 150 V likestrøm.

På den XIII Internasjonale Jernbane Kongress i Bern i 1910, ble det diskutert hvilket system som var best egnet ved elektrifisering av jernbanen. Med system menes her spenningsnivå og frekvens. Dette var det ingen enighet om, derfor ble det til at de ulike landene valgte sine egne systemer. Tyskland besluttet i 1912 å benytte enfaset vekselstrøm 15 kV og 16 2/3 Hz. Årsaken til den lave frekvensen var at det i starten var traksjonsmotoren som var bestemmende og utslagsgivende for valg av system for overføring av elektrisk kraft. På den tiden ble motorutstyret for plasskrevende ved høyere frekvenser.

I dag benytter Tyskland, Tsjekia, Østerrike, Sverige og Norge 15 kV og 16 2/3 Hz. England, Danmark, Finland og deler av Frankrike benytter 25 kV og 50 Hz, og Italia, Polen, Spania og deler av Frankrike likestrøm 1,5 kV eller 3 kV.

1.2.2 Norge

Den første elektrifiserte jernbane i Norge:

- Thamshavnbanen i 1908, og den var privateid.
- Rjukanbanen ble elektrifisert i 1911
- Ofotbanen i 1911-1914
- Drammensbanen i 1922.

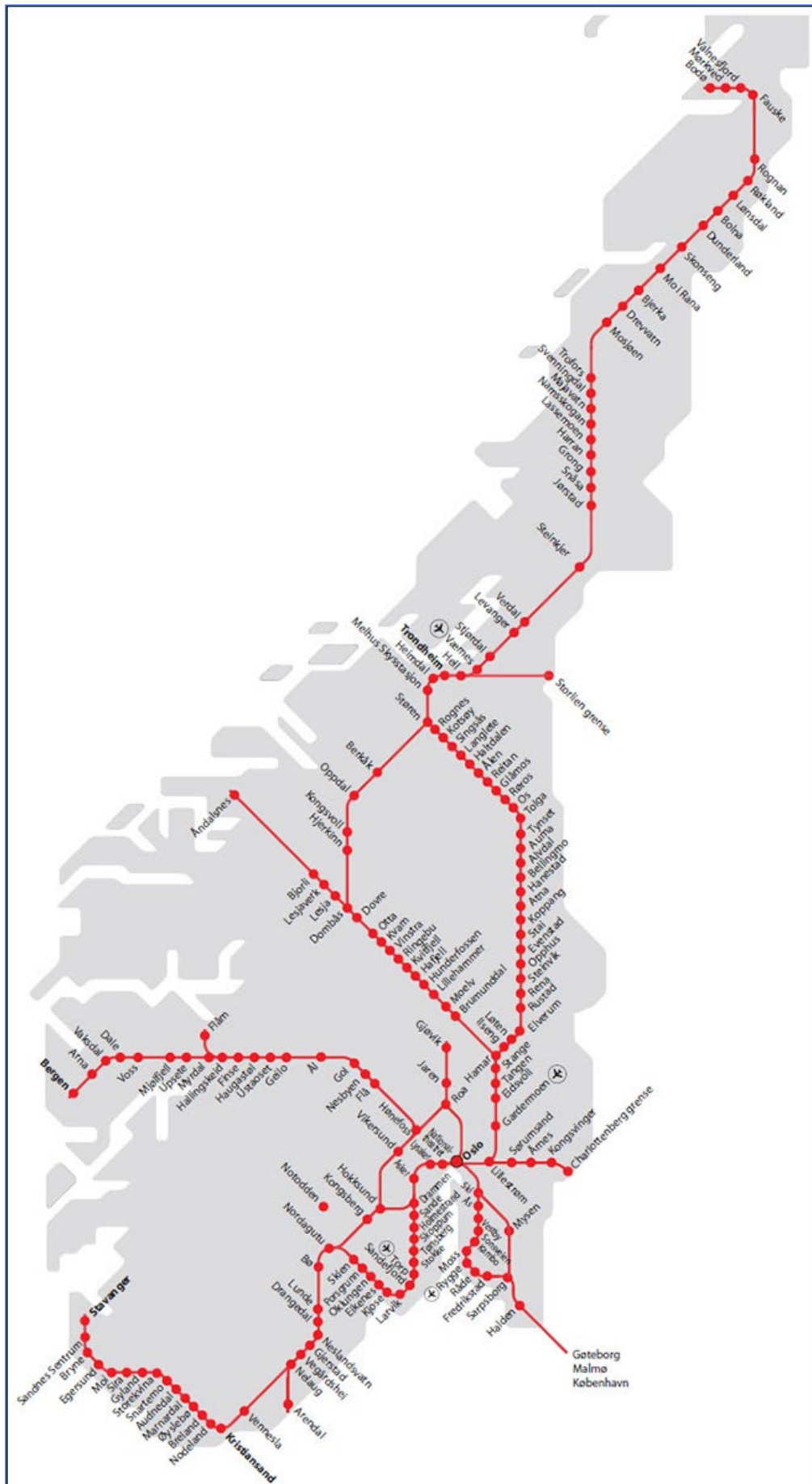
Da Drammensbanen ble besluttet elektrifisert i 1912, var det ikke klart hvilket system som skulle velges. Dette ble utredet, og en fase 15 kV og 16 2/3 Hz ble anbefalt. Dette systemet ble vedtatt i 1916, og er senere blitt benyttet innen kontaktledningsanlegg. Det er i de senere år utført utredninger om en eventuell overgang til 25 kV og 50 Hz.

Utredningen konkluderer med at det blir for kostbart, og det er besluttet å fortsette med enfasert 15 kV og 16 2/3 Hz.

Oversikt av elektrifiseringen av jernbanen

Thamshavn – Svorkmo (privatbane)	10.07.1908	Sira – Egersund	01.02.1950
Svorkmo – Løkken (privatbane)	10.10.1908	Lillestrøm – Riksgrensen	15.06.1951
Notodden – Tinnoset (privatbane)	11.07.1911	Lillestrøm – Hamar	15.06.1953
Rjukan – Mæl (privatbane)	11.07.1911	Bergen – Voss	02.07.1954
Oslo V – Brakerøya	30.11.1911	Egersund – Stavanger	03.06.1956
Narvik – Riksgrensen	26.11.1922	Eidanger – Larvik	15.10.1956
Oslo Ø – Lillestrøm	10.07.1923	Larvik – Tønsberg	20.05.1957
Loenga – Alnabru	01.09.1927	Tønsberg – Drammen	01.12.1957
Drammen – Kongsberg	15.10.1928	Skoppum – Horten	11.12.1957
Brakerøya – Drammen	06.05.1930	Ski – Sarpsborg (østre linje)	05.12.1958
Voss – Granvin	01.04.1935	Hokksund – Hønefoss	04.10.1959
Kongsberg – Hjuksebø	29.01.1936	Roa – Hønefoss	01.02.1961
Notodden – Borgestad	07.05.1936	Grefsen – Alnabru	01.02.1961
Oslo Ø – Ljan	09.12.1936	Loenga – Kværner	01.02.1961
Ljan – Kolbotn	18.01.1937	Oslo Ø – Jaren	01.02.1961
Kornsjø – Riksgrensen	01.09.1939	Hønefoss – Ål	01.12.1962
Halden – Kornsjø	10.09.1939	Jaren – Eina	17.02.1963
Kolbotn – Ås	24.09.1939	Eina – Gjøvik	21.08.1963
Ås – Dilling	09.01.1940	Ål – Ustaoset	15.12.1963
Dilling – Fredrikstad	01.05.1940	Tunestveit – Ulrikken – Bergen	01.08.1964
Fredrikstad – Sarpsborg	15.07.1940	Ustaoset – Voss	07.12.1964
Sarpsborg – Halden	11.11.1940	Hamar – Fåberg	01.11.1966
Nordagutu – Lunde	15.10.1942	Fåberg – Otta	05.11.1967
Lunde – Neslandsvatn	18.04.1943	Otta – Hjerkin	29.09.1968
Marnardal – Sira	18.02.1944	Hjerkin – Trondheim	01.11.1970
Skien – Eikonrød	20.03.1944	Asker – Tuverud – Brakerøya	03.06.1973
Myrdal – Flåm	24.11.1944	Oslo S – Skøyen	01.06.1980
Kristiansand – Marnardal	16.05.1946	Nelaug – Arendal	15.06.1995
Neslandsvatn – Nelaug	26.09.1948	Gardermobanen (Lillestrøm–Eidsvoll)	08.10.1998
Nelaug – Kristiansand	01.06.1949	Gardermobanen (Etterstad–Lillestrøm)	22.08.1999
Borgestad – Brevik	19.07.1949	Askerbanen (Sandvika – Asker)	01.08.2005

1.2.3 Kart over Bane NORs infrastruktur



1.2.4 Kart over Bane NORs områdefordeling



2 HELSE, MILJØ OG SIKKERHET-HMS

Ivaretagelse av helse, miljø-, og sikkerhet (HMS) er et krav som er stilt gjennom lover og forskrifter. Kravene pålegger dermed den enkelte virksomhet å ha system for hvordan HMS– arbeidet skal gjennomføres.

Bedrifter som etterlever HMS - krav oppnår:

- færre ulykker og skader
- økt trivsel og lavere sykefravær
- bedre rammevilkår for bransjen (bygghefter som stiller krav er med på å forme rammene)
- fornøyde entreprenører og arbeidstakere
- sikrere ferdigstillelse av prosjekter
- positiv medieomtale
- lønnsomme prosjekter

Viktige forhold for å oppnå dette vil være opplæring, informasjon, kommunikasjon, motivasjon og ikke minst erfaringsutveksling – lære av det som gikk feil.

Du som fagarbeider er en meget viktig brikke for at virksomheten skal nå sine mål. Målet med dette kapitlet er å gi deg nødvendig kunnskap slik at du kan bidra til at din virksomhet/ oppdragsgiver lykkes i å nå sine mål.

2.1 LOVER, FORSKRIFTER, INSTRUKSER OG PROSEDYRER

Forskrifter og regelverk i forbindelse med HMS er omfattende, de nedenstående punkter tar for seg noen viktige elementer.

2.1.1 Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv.

Arbeidsmiljøloven skal sikre trygge tilsettingsforhold, et sikkert arbeidsmiljø og en meningsfylt arbeidssituasjon for den enkelte arbeidstaker.

Loven beskriver arbeidsgiverens og arbeidstakerens plikter og ansvar, og gir blant annet bestemmelser knyttet til sikkerhet, arbeidstid, permisjoner, ansettelse og oppsigelser. Arbeidsgiver har ansvar for at loven blir etterlevd. Samtidig stilles det krav til arbeidstakere, importører og produsenter av tekniske innretninger og helsefarlige stoffer.

2.1.2 Forskrift om organisering, ledelse og medvirkning

- Formålet med forskriften er at arbeid organiseres og tilrettelegges slik at arbeidstakerne sikres et fullt forsvarlig arbeidsmiljø beskyttet mot fysiske eller psykiske belastninger ved at:
- Kartlegging, risikovurdering og iverksetting av tiltak gjennomføres før aktiviteten igangsettes
- Arbeidstakerne og deres representanter sikres medvirkning
- Arbeidstakerne og deres representanter gis nødvendig informasjon og opplæring

2.1.3 Forskrift om utforming og innretning av arbeidsplasser og arbeidslokaler

Formålet med forskriften (arbeidsforskriften) er å sikre at arbeidstakernes sikkerhet, helse og velferd ivaretas ved at arbeidsplasser og arbeidslokaler tilrettelegges og utformes i forhold til arbeidet som utføres, den enkelte arbeidstaker og til særskilte risikoforhold.

2.1.4 Forskrift om tiltaks- og grenseverdier for fysiske og kjemiske faktorer i arbeidsmiljøet, samt smitterisikogrupper for biologiske faktorer (forskrift om tiltaks- og grenseverdier)

Formålet med forskriften er å beskytte arbeidstakerne mot farer på grunn av fysiske, kjemiske eller biologiske faktorer i virksomheten ved å angi grenseverdier, tiltaksverdier og smitterisikogrupper.

2.1.5 Systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (HMS).

Med internkontroll menes systematiske tiltak som skal sikre at virksomhetens aktiviteter planlegges, organiseres, utføres og vedlikeholdes i samsvar med helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen. Internkontrollforskriften

Punkter som vektlegges i Internkontrollforskriften § 5 – Innholdet i det systematiske helse, miljø- sikkerhetsarbeidet, 2. ledd:

- Virksomheten skal sørge for at de lover og forskrifter i helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen som gjelder for virksomheter er tilgjengelig, og ha oversikt over de krav som er av særlig viktighet for virksomheten.
- Virksomheten skal sørge for at arbeidstakerne har tilstrekkelig kunnskaper og ferdigheter i det systematiske helse-, miljø- og sikkerhetsarbeidet, herunder informasjon om endringer.
- Virksomheten skal sørge for at arbeidstakerne medvirker slik at samlet kunnskap og erfaring utnyttes.
- Virksomheten skal fastsette mål for helse-, miljø- og sikkerhet. Må dokumenteres skriftlig.
- Virksomheten skal ha oversikt over virksomhetens organisasjon, herunder hvordan ansvar, oppgaver og myndighet for arbeidet med helse-, miljø- og sikkerhet er fordelt. Må dokumenteres skriftlig.
- Virksomheten skal kartlegge farer og problemer og på denne bakgrunn vurdere risiko, samt utarbeide tilhørende planer og tiltak for å redusere risikoforholdene. Må dokumenteres skriftlig.
- Virksomheten skal iverksette rutiner for å avdekke, rette opp og forebygge overtredelse av krav fastsatt i eller i medhold av helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningene. Må dokumenteres skriftlig.
- Virksomheten skal foreta systematisk overvåkning og gjennomgang av internkontrollen for å sikre at den fungerer som forutsatt. Må dokumenteres skriftlig.

2.1.6 Forskrift om utførelse av arbeid. Bruk av arbeidsutstyr og tilhørende tekniske krav

Formålet med forskriften er å sikre at utførelse av arbeid og bruk av arbeidsutstyr blir gjennomført på en forsvarlig måte, slik at arbeidstakerne er vernet mot skader på liv eller helse. Forskrift om utførelse av arbeid, bruk av arbeidsutstyr og tilhørende tekniske krav

2.1.7 Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser (SHA)

Formålet med forskriften er å verne arbeidstakerne mot farer ved at det tas hensyn til sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser i forbindelse med planlegging, prosjektering og utførelse av bygge- eller anleggsarbeider. Forskriften gjelder for enhver arbeidsplass hvor det utføres midlertidig eller skiftende bygge- eller anleggsarbeid. Byggherreforskriften.

2.2 HMS – HELSE, MILJØ OGSIKKERHET

Begrepet «HMS», eller i utvidet versjon - Helse, Miljø og Sikkerhet, er et begrep de fleste arbeidstakere og arbeidsgivere har kjennskap til og er fortrolige med. HMS omfatter helse, miljø og sikkerhet i alle arbeidssammenhenger.

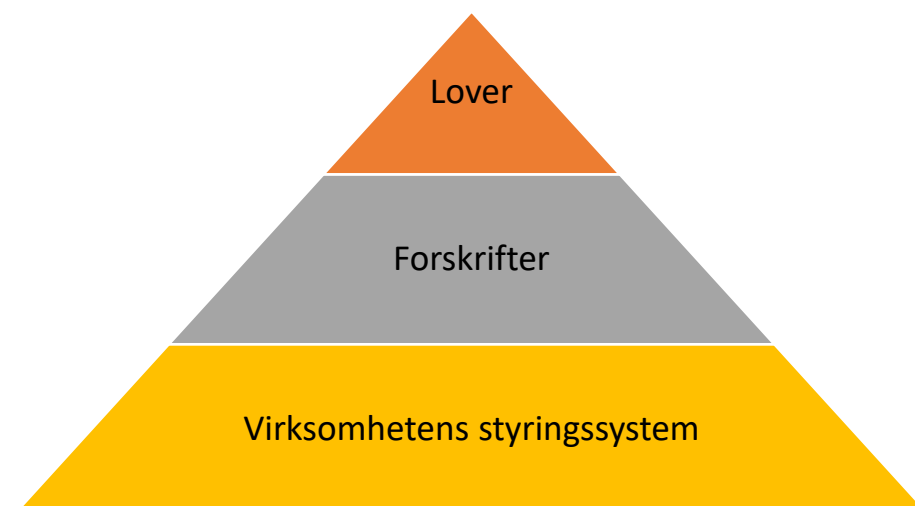
HMS-begrepet er forankret i internkontrollforskriften, og pålegger arbeidsgiver å arbeide systematisk med HMS for å forebygge helseskade på arbeidstakerne. Arbeidstakerne er pålagt å medvirke i det systematiske HMS-arbeidet. HMS omfatter også ytre miljø (f. eks. natur- og landskapsmiljø, vernede områder og naboer) og andre sikkerhetsaspekter enn arbeidstakernes sikkerhet, helse og velferd.

2.3 SHA – SIKKERHET, HELSE OG ARBEIDSMILJØ

Byggherreforskriften (og SHA begrepet) beskriver hvordan byggherre skal ivareta arbeidstakernes sikkerhet, helse og arbeidsmiljø gjennom prosjektering og gjennomføring av bygge- og anleggsarbeider. Begrepet SHA blir kun benyttet for midlertidig eller skiftende bygge- eller anleggsarbeid hvor byggherreforskriften kommer til anvendelse.

2.4 VIRKSOMHETENES STYRINGSSYSTEM

Gjennom Internkontrollforskriften stilles det som tidligere nevnt krav til at virksomhetene skal ha et internkontrollsystem, noe som resulterer i at de har sitt eget styringssystem med tilpassede prosedyrer og instruksjoner for sin virksomhet. I praksis blir da hierarkiet som i figur 2.1.



Figur 2.1

Ser vi videre på en virksomhets styringssystem kan det se ut som i figur 2.2, som viser Bane NORs prosessbaserte system.

Velg dokumenttype	Velg overliggende konsernstandard	Velg eier/divisjon			
Søk i tittel/dokumentnummer	Søk i tekst (enter for å søke)				
Fjern filtrering					
Antall dokumenter: 0					
Dokumenttype ↑	Overliggende konsernsta...	Tittel	Eier	Dokumentnu...	Utgitt

Figur 2.2

2.5 RISIKOVURDERINGER

Et viktig element i all planlegging og utførelse av arbeid er risikovurderinger. Det finnes mange forskjellige metoder for å kartlegge risiko, avhengig av hvor langt planleggingen er kommet. For en fagarbeider er det imidlertid viktigst å kunne finne risikoforholdene ved den enkelte aktivitet som skal utføres. Til dette finnes det en metode som kalles Sikker Jobbanalyse (SJA).

SJA betyr det samme som at vi skal stoppe opp og tenke igjennom hvilke risikofaktorer som finnes ved den aktiviteten som skal utføres, samt hvilke tiltak som må iverksettes. Det er heller ikke alltid at det vil være hensiktsmessig med tiltak, men derimot en skjerpet oppmerksomhet på risikoforholdet. SJA utføres i forkant av en jobb og underveis i utførelsen av jobben. Det er viktig at de som skal delta i jobben er med på utarbeidelsen.

Alle risikovurderinger skal dokumenteres. Til hjelp ved dokumentasjon har de enkelte virksomheter rutiner og maler i sine styringssystemer. Selv om det er utført dokumenterte risikovurderinger er det viktig at man hele tiden tenker over hvilke risikoer som kan dukke opp underveis i arbeidet.

2.6 UØNSKEDE HENDELSER (UH)

Uønskede hendelser kan i stor grad unngås. Det er viktig at arbeidsgiverne tar HMS på alvor og tilrettelegger for at arbeidstakerne har trygge og gode arbeidsforhold. Det er også viktig at arbeidstakerne har fått god opplæring og riktige holdninger i utførelsen av sine arbeidsoppgaver. De ansattes holdninger skapes av virksomhetenes kultur. En god sikkerhetskultur skal alltid være prioritert én. Ny og gammel kompetanse/erfaring vil til sammen kunne bidra til en positiv utvikling av virksomhetens sikkerhetskultur.

Uansett hvor dyktig virksomheten og dens ansatte er, og/eller hvor gode risikovurderinger som utføres, vil det alltid være en restrisiko som kan føre til uønskede hendelser av varierende alvorlighetsgrad. Det stilles derfor krav til at alle virksomheter skal ha et system for avvikshåndtering dersom noe går galt. I Bane NOR benyttes det et system som kalles Synergi, mens andre kan ha mindre omfattende system avhengig av virksomhetens størrelse og kompleksitet. For å kunne forebygge ulykker er det viktig at alle tilløp til ulykker blir innrapportert. Innrapportering skal ikke ha fokus på involverte personer, men på system og årsaksforhold – spesielt de bakenforliggende årsaker. Ofte sees det en sammenheng mellom manglende kommunikasjon, opplæring, tidspress, dårlige eller mangelfulle rutiner og fare for skade/ulykke.

Hvem er til slutt den viktigste personen for at uønskede hendelser kan unngås? Jo, det er du som fagarbeider! Ved å utføre jobben på en faglig og nøyaktig måte iht. regler og krav, benytte nødvendig verneutstyr og tenke over hvilke risikofaktorer som til enhver tid er til stede ved dine arbeidsoppgaver, vil du effektivt bidra til å unngå de alvorlige hendelsene.

Vær ditt eget verneombud – ingen er mere egnet til å passe på deg selv, enn du!

3 FAGUTTRYKK

I den følgende oversikten er det en del vanlige begreper for fagområdet kontaktledning-elektro. (Det gjøres oppmerksom på at en del av begrepene er delt med bindestrek av plasshensyn.) Sammen med begrepene er det dessuten tatt med en del forkortelser som er mye brukt på streknings/byggetegninger. Disse har blå skrift.

Videre er det valgt å inkludere en del begreper for lavspenning og banestrøm fordi disse emnene er så nært knyttet til kontaktledning. Hvilket fagområde begrepene er nærmest knyttet til er markert til høyre i oversikten.

3.1 BEGREPER OG FORKLARING

EL = Elektro lavspenning

KL = Kontaktledning

BS = Banestrøm

EF = Elektro felles

BEGREPER	FORKLARING	EL	KL	BS	FE
AT-system, Autotransformator-system	System som er del av KL-anlegget og som overfører strøm med spenning 30 kV, der autotransformatorer transformerer spenningen ned til 15 kV for kontaktledningen.				
Autotransformator	Transformator der primær- og sekundærvikling er galvanisk (metallisk) sammenkoblet. Dette gir en fysisk mindre og billigere transformator, samt svært lav kortslutningsimpedans. Autotransformatorene som benyttes for Autotransformatorsystem er tofasede med omsetting +/-16,5 kV, med belastbart nøytralpunkt				
Aggregat	Kombinasjon av flere enkelte maskiner som er koblet sammen for et bestemt formål. For eksempel for fremstilling av elektriskstrøm.	x			x
Avbruddsfri strømforsyning	(UPS) System for å opprettholde strømforsyning til installasjonen (eller deler av installasjonen) fra en alternativ strømkilde, slik at avbrudd i forsyningen ikke oppstår hvis ordinær tilførsel faller ut	x			
Avgrening	Ledning som fra bryter, line eller isolator avgrenses ned på kontaktledningsanlegget		x		
Avspenning, avsp.	Ende av kontaktledningspart som er ført frem til og festet til mast eller annen faststående konstruksjon. Avspenningen kan være fast eller bevegelig		x		
Avtrekk	Ikke bærende horisontalt uttrekk for å holde kontaktledningen innenfor tillatt utslag i kurver mellom utliggere. Avtrekket skal være isolert fra mast, det kan dekke flere spor og må være isolert i forhold til dette		x		
Balansearm (vippe)	Vektarm som fordeler ledningsstrekket i et bestemt forhold på bæreline og kontakttråd		x		
Banestrøm	Den elektriske strøm som brukes til fremdrift og oppvarming av tog		x	x	x
Bardun	Stålline for avstiving av mast		x		
Bardunanker, ba	Flat, rund betongskive som graves ned for forankring av bardun		x		
Bardunbolt, bb	Bolt i fjell for forankring av bardun		x		
Bendsling	Feste av ledning til isolator med tråd eller spiral		x		
Beskyttelsesgjerde	Stengsel i godkjent utførelse for å hindre adgang til spenningsførende deler		x		x
Beskyttelsesjord	Varig ledende forbindelse fra utsatte anleggsdeler til jord eller andre ledende gjenstander som i seg selv har god jordforbindelse. Beskyttelsesjordnettet skal sikre beskyttelse av mennesker mot fare som kan oppstå ved berøring av spenningsførende anleggsdeler eller anleggsdeler som kan bli spenningsførende som følge av feil				x

BEGREPER	FORKLARING	EL	KL	BS	FE
Beskyttelsessleder	Leder som, for å forhindre farlig støt, forbinder utsatte deler og andre ledende deler til: hovedjordklemme/ hovedjordskinne, eller jordelektrode, eller jordet punkt eller kunstig nøytralpunkt i strømkilde	x	x	x	x
Beskyttelsesseksjon	Kort seksjon mellom en spenningsførende og en jordet seksjon; den er normalt utkoblet uten å være jordet		x		x
Beskyttelsesskjerm	Se Skjerm		x		
Bevegelig avspenning	Forankring av en ledningspart som gir konstant ledningsstrek ved temperaturvariasjon		x		
Bryterledning, brl	Ledningsforbindelse som fører til/fra en bryter		x		x
BT-system	System som er del av kl-anlegget der sugetransformatorer sørger for å unngå at returstrømmen lekker ut av skinnene og ned i jordsmonnet				
Bæreline, bli	Line av kobber, kobber-stål eller bronse som kontaktråden henger i ved hjelp av hengetråder eller hengere		x		
Direksjonsstag	Utliggerrør som kontaktråden er festet til		x		
Disneuter	Navn på et overspenningsvern som danner varig jordforbindelse når det opptrer en driftsfrekvent overspenning over avlederen, normalt er den åpen	x	x		x
Dobbeltisolert sporfelt	Begge skinnestrenger avisoleres. Banestrømmen ledes til en filterimpedanseforbindelse som bevirker at banestrømmen deles i to like store deler som føres til hver av skinnestrengene. Filterimpedansen er konstruert slik at den har relativt stor impedans for sporfeltstrømmen. Sporfeltrelet tilkobles som for enkeltisolert sporfelt		x		x
Driftsjording	God ledende forbindelse mellom et anleggs driftsstrømkrets og jord	x	x	x	x
Dynamisk avstand	Kortvarig avstand mellom spenningsførende del og ikke spenningsførende del når en av delene er i bevegelse.		x		x
Død-seksjon, DS	En seksjonering som utkoblet hindrer strømvaktaker i å sammenkoble to matestasjoner		x	x	x
Effektbryter	Effektbryter er en bryter som er dimensjonert for å slutte, føre og bryte normale belastningsstrømmer, samt påregnelige kortslutningsstrømmer. Denne typen brytere står som regel i sammenheng med relevern som skal detektere tilstander der den hurtig skal koble ut strømmen				
Elektromagnetisk sameksistens, (EMC)	Utstyrs evne til å fungere tilfredsstillende i sin sone, uten å forårsake utålelig elektromagnetisk forstyrrelser på annet utstyr innenfor samme sone		x		x
Elteknisk hus	Samlebegrep for bygning med elektriske installasjoner, som f.eks. relehus, blokkposthytte, radiokiosk m.m	x			x
EMC-skjerm	Forslag 1: Fysisk eller virtuell barriere som forhindrer overføring av elektromagnetiske forstyrrelser mellom følsomme kretselementer. Skjermen skal hindre emisjon fra elektroniske kretser til omgivelsene eller beskytte apparater mot elektromagnetisk innstråling fra omgivelsene. Forslag 2: Skjerm som reduserer den elektromagnetiske påvirkningen av objekter omsluttet av skjermen, eller påvirkningen fra objekter som omsluttet av skjermen				x
Energiforsyning	En generell samlebetegnelse angående konfigurasjon, virkemåte og begrensninger i energileveranser fra en energileverandør til kontaktledningsnettet			x	x
Enkeltisolert endematet sporfelt	I begge ender av det sporavsnittet man ønsker å kontrollere avisoleres den ene skinne. En spenningskilde tilkobles de to skinnene i den ene enden (tilførselsenden) og tas ut i den andre enden (returenden)		x		x

BEGREPER	FORKLARING	EL	KL	BS	FE
E-verksjord	Begrepet benyttes for å beskrive jordnettverk som er tilkoblet e-verkets beskyttelsesjord		x		x
Fasespenning	Spennning mellom nullpunkt og fase		x	x	x
Fast avspenning	Fast forankring i enden av en ledningspart		x	x	
Filter	Fellesbetegnelse for filterimpedans, impedansspole eller annet filter som høyohmig for sporfeltstrømmen og lavohmig for 16 2/3 Hz, og skal være i stand til i en nærmere spesifisert tid å føre strømmer under unormale forhold som f.eks. kortslutning i kontaktledningsnettet. I tillegg bør filterforbindelsen være lav ohmig for atmosfæriske overspenninger				x
Filterimpedans	Filter som sperrer for signalstrøm og slipper banestrøm igjennom		x	x	x
Fixavspenning	Fast forankring av en ledningspart nær midtpunktet		x		
Fjernledning, fjl	En 16 2/3 Hz 2-fase linjeføring fra omformerstasjon eller kraftstasjon med spenningsnivå på eks: 55, 66 eller 132 kV til transformatorstasjon. Kan fremføres på egen trasé (Eks: Sørlandsbanen, 55 kV). Kan fremføres på nye forlengede kontaktledningsmaster (ingen eksisterende eksempler)		x	x	x
Fjæravspenning	Avspenningsmetode for korte ledningsparter som ble benyttet tidligere. Tar mindre plass enn lodd				
Forbigangsledning, fl	Ledning som fører banestrøm forbi en stasjon eller en seksjon		x	x	x
Forbikoblingsledning	Ledning som parallellkobles en skinnestreng for å lede banestrømmen forbi et skinnebrudd		x		
Forsterkningsledning, fsl	Ledning parallellkoblet kontaktledningen for å øke ledningstverrsnittet		x	x	
Gjerde	Stengsel i godkjent utførelse for å hindre adgang til spenningsførende deler		x		
Gnistgap	Overspenningsvern benyttet i høyspenningsanlegg for avledning av impulsoverspenninger		x		x
Hengemast	Mast festet til tunneltak eller underside åk		x		
Henger	Kobberbånd brukt som kort hengetråd		x		
Hengeramme	Ramme under åk for feste av utliggerkonsoll		x		
Hengetråd, ht	Tråd som kontaktråden er hengt opp i bærelinen med		x		
Hengetrådtabell	Tabell for hengetråders lengde og innbyrdes avstand avhengig av spennlengde, ledningstrekk og kurveradius		x		
Hovedjordskinne	Klemme eller skinne for tilkobling av beskyttelsesledere, inkludert ledere for utjevningsforbindelser og eventuelle ledere for driftsjording, slik at disse oppnår forbindelse med jord				x
Hovedutjevningsforbindelse	Forbindelse fra langsgående jordleder til skinnegang (via filter)				x
Hydraulisk ledningsstrammer	En gashydraulisk strammeanordning for å holde konstant strekk i kontaktledningen (Brukes der hvor det ikke er plass til lodd)		x		
Impedansspole	Se filterimpedans		x	x	x
Impulselektrode	Kråkefotelektrode, eller tilsvarende, som opprettes i forbindelse med overspenningsvern, og som i tillegg til å gi forbindelse til jord, er spesielt egnet til å avlede høyfrekvente lyn overspenninger		x		x
Impulsjord	Begrepet er benyttet for å presisere at det er eller skal være impulselektrode på stedet		x		

BEGREPER	FORKLARING	EL	KL	BS	FE
Isolasjonskoordinering	1. Valg av dielektrisk styrke på utstyr i forhold til spenninger som kan oppstå i det systemet der utstyret skal operere, iberegnet omgivelsene og karakteristikken på tilgjengelige vern. (IEC 71-1 - oversatt) 2. Optimalisering av alle elektroanleggene i infrastrukturen slik at feil som oppstår på grunn av driftsfrekvente eller atmosfærisk overspenninger begrenses til et minimum		x		x x
Isolerende materiale	Et materiale som ikke er elektrisk ledende ved den fuktighet, temperatur og øvrige driftspåkjenninger materialet er beregnet for		x	x	x
Isolerende skinneskjøt	Skinneskjøt med isolasjon for å hindre strømgjennomgang		x		
Isolert anleggsdel	Anleggsdel med slik isolasjon, kapsling eller skjerm at den er berørings sikker			x	
Isolert kapsling	Kapsling som isolerer det innvendige utstyret mot overslag fra høyspenning (kontaktledningsspenning 15kV)				x
Isolert skinne	En skinne i et spor som er isolert elektrisk i hver ende og fra den andre skinne i sporet				x
Isolert skjøt	Skinneskjøt som gir elektrisk isolering fra en skinne til den tilstøtende skinne				x
Isolert sporfelt	Den delen av et spor med sporisolering som er avgrenset av isolerte skjøter				x
Jord	Det ledende jordsmonn hvis elektriske potensialet pr. definisjon overalt blir betraktet lik null				x
Jordingsbryter	Bryter med jordkontakt som kobler en kontaktlednings- seksjon til jordledning når bryteren står i utkoblet stilling. I motsetning til jordslutter kan (må være dimensjonert for påregnelig strøm) denne bryter føre strøm til en anleggs- seksjon i innkoblet stilling. Se jordslutter		x	x	x
Jordslutter	Mekanisk koblingsapparat som er beregnet for jording av anleggsdeler, og som er i stand til i en nærmere spesifisert tid å føre strømmen under unormale forhold som f.eks. kortslutning, men som ikke er beregnet til å føre strømmen under normale forhold		x		x
Kabelfritt profil	Område hvor kabellegging er forbudt. 2500 mm ut til hver side fra spormidte og ned til en dybde av 900 mm under skinneoverkant plan	x	x		x
Klemme	Press- og skruforbindelse i kontaktledningsanlegget		x	x	
Koblingsanlegg	Samleskinneanlegg med full bryter-, vern- og kontrollutrustning for innkommende og utgående linjer		x	x	x
Koblingshus	Benyttes som matepunkt (se Koblingsanlegg) eller for sammenkobling av kontaktledningsanlegget		x	x	x
Kondensatorsbatteri	Batteri av kondensatorer plassert enten i serie eller parallell med; kontaktledningen		x	x	
Kontaktledning, kl	Bæreline, hengetråder og kontakttråd	x	x	x	x
Kontaktledningsanlegg, kl-anlegg	Komplette ledningsanlegg med fundamenter, ledninger, kabler, master, utliggere, åk, fester, brytere, sugetransformatorer, impedansspoler, skinneforbindere og jordinger etc	x	x	x	x
Kontaktledningsbryter	Skillekniv i kontaktledningsanlegget		x	x	
Kontaktledningspart	Kontaktledning med avspenning i begge ender		x	x	
Kontakttråd, kt	Tråd som er opphengt over sporet, og som strømvaktakerens kontaktstykker glir mot		x	x	x
Kontakttrådhøyde, kth	Kontakttrådens høyde målt vinkelrett på skinneoverkantplanet		x	x	

BEGREPER	FORKLARING	EL	KL	BS	FE
Kryss	Et punkt hvor to kontakttråder krysser hverandre for samtidig berøring av strømvaktaker og hvor kontakttrådene kan bevege seg i forhold til hverandre		x		
Kråkefot	Jordelektrode fordelt på forgreininger ut fra et senterpunkt, se også impulselektrode				x
Kurvestrekk	Den horisontale kraft som kontaktledningen utøver på en utligger eller et avtrekk når kontaktledningen ligger i en kurve		x		
Langsgående jordleder	Jordleder forlagt parallelt med jernbanetraseen. Alle utsatte ledende deler kobles til langsgående jordleder				x
Langsspenning	Spennning mellom to geografisk atskilte punkter på en leder. Benyttes normalt som spennning mellom leder og jord. (Langsspenning omtales ofte som common mode spennning)				x
Lastskillebryter	En lastbryter som i åpen stilling oppfyller de krav til isolasjonsnivå som stilles til en skillebryter. Denne typen bryter skal kunne tåle inn- og utkobling av påregnelige laststrømmer, den er imidlertid ikke i stand til å bryte kortslutningsstrømmer.			x	
Lett direksjonsstag	Se direksjonsstag		x		
Linjespenning	Spennning mellom to faser		x	x	x
Lodd (loddssats)	Vekt i den bevegelige enden av en ledningspart		x		
Lokal jordleder	Jordleder hvor flere utsatte ledende deler eller større ledende konstruksjoner kobles til. Lokal jordleder er koblet til langsgående jordleder				x
Luftseksjon	Et spenn hvor to møtende ledningsparter er ført parallelt uten elektrisk forbindelse		x		
Mastetabell	Tabell med nødvendige data for oppsetting av mast		x		
Mastevarsler	Fjærende tau som er opphengt ca. 2 m fra mast som står nærmere spor enn normalt		x		
Mateledning, ml	En ledning eller kabel som fører strøm fra matestasjon til kontaktledning		x	x	x
Matestasjon, mst	Fellesbetegnelse for omformerstasjoner, kraftverk og transformatorstasjoner som forsyner kontaktledningen med banestrøm		x	x	x
Metalloksidavleder	Et vern som har ikke lineære metalloksid resistanser koblet i serie og / eller parallell		x		x
Minste tverrsnitt	Fritt rom for fremføring av tog		x		
Montasjemål	Mål for utstyrs høyde over skinneoverkant		x		
Nedheng	Den loddrette avstand mellom kontakttråden og den rette linje mellom dens opphengingspunkter når kontakttråden er under denne linje		x		
Nødllys	Felles betegnelse for alle typer lys med alternativ strømkilde som er installert til bruk i tilfelle svikt i normalbelysningen eller hovedkraftforsyningen	x	x		x
Omformerstasjon	En installasjon som omformer frekvensen fra 50 Hz til 16 2/3 Hz		x	x	
Oppstrekk	Den loddrette avstand mellom kontakttråden og den rette linje mellom dens opphengingspunkter når kontakttråden er over denne linje		x		
Overgangsmotstand for jordingsanlegg	Resistansen mellom jordingsanlegget og nøytral jord	x	x		
Overspenning	En spennning mellom faseleder og jord, eller mellom faseledere med toppverdi som overskrider tilsvarende høyeste toppverdi for utstyr (IEC 71-1 - oversatt)		x		x
Overspenningslavleder	Apparat som begrenser spenningsforskjeller over et gitt nivå	x	x	x	x
Parallellfelt	Spennlengde med to parallelle kontakttråder		x		

BEGREPER	FORKLARING	EL	KL	BS	FE
Relehus/ releskap	Skap, bygning, kiosk som inneholder teknisk utstyr	x	x		x
Reservestrømsforsyning	Forsyningssystem beregnet på å opprettholde funksjonen av en installasjon, eller en del av en installasjon, ved avbrudd i den normale strømtilførsel, av andre grunner enn personers sikkerhet	x			x
Reservestrømstransformator	Transformator (16 kV / 0,23 kV) for reservestrømsforsyning til Elteknisk hus		x		x
Returkabel	Returledning forlagt som kabel				x
Returledning, rl	Ledning som er parallellkoblet skinne for å redusere banestrømmen i den		x	x	x
Returstrøm	Strøm gjennom skinnegangen/returledning fra forbruker til matestasjon	x	x		x
Returstrømkrets	Den strømkrets som banestrømmen gjennomløper fra forbruker til matestasjon		x	x	x
Ringjord	Jordelektrode etablert som sammenhengende ring rundt/under bygninger/fundamenter				x
Roterende omformer	Konvensjonell frekvensomformerstasjon, som i de fleste tilfeller er transportable. Omformer frekvensen fra 50 Hz til 16 2/3 Hz vha. en motor tilkoblet en generator via en felles aksel. Generatoren har 1/3 av pøltallet i forhold til motoren			x	
Seksjon	Del av kontaktledning som ved hjelp av bryter kan atskille elektrisk fra den øvrige del		x	x	
Seksjonering	Elektrisk oppdeling av kontaktledningen med seksjonfelt eller seksjonsisolator		x	x	x
Seksjonert langsgående jordleder	Langsgående jordleder seksjonert v hensyn til banestrømmens returkrets eller av hensyn til funksjonen til sporfeltene				x
Seksjonfelt	Vekslingsfelt hvor to seksjoner er elektrisk isolert fra hverandre		x	x	x
Seksjonsisolator SI	Isolator i kontaktledningen som kan passeres med hevet strømvaktaker		x	x	x
Sideavvik	Summen av kontaktledningens utslag og utblåsning		x		
Sikksakk zz	Avstanden fra kontaktråden i utliggeren til en linje vinkelrett på skinneoverkantplanet i spormidtt		x		
Skillebryter	Mekanisk koblingsapparat som i åpen stilling gir en isolasjonsavstand i henhold til spesifiserte krav. Denne typen bryter benyttes for å gi synlig brudd, og er normalt ikke i stand å bryte strømmer.				
Skinnebryter	Bryter for kortslutning av en sugetransformators sekundærvikling		x		
Skinneforbindelse	Langsgående leder over mer enn 1 skinneskjøtt		x		
Skinneforbinder	Forbindelse mellom to skinnelengder som skal føre banestrøm		x		
Skinnejord	Begrepet benyttes for å beskrive jordnettverk som er tilkoblet jernbanens drifts- og beskyttelsesjord		x		
Skinneoverkantplan	Et tenkt plan som berører begge skinnetoppene i et spor, Forkortes SOK	x	x		
Skjerm	Ramme med netting i godkjent utførelse for å hindre berøring av spenningsførende deler		x	x	
Skjøteløse sporfelt	Sporfelter som ikke benytter isolerte skjøter for å avgrense utstrekningen på sporfeltet				x
Sone for kontaktledning	Avstand mindre enn 5,0 meter fra spormidtt på elektrisk dreven jernbane. Område som i teorien kan bli berørt ved brudd i eller nedfall av kontaktledningen	x	x		x
Sone	Et fysisk eller virtuelt adskilt område som angir et gitt elektromagnetisk miljø (isolasjonsnivå, støynivå, skjermingsgrad, med mere).		x		x

BEGREPER	FORKLARING	EL	KL	BS	FE
Sonegrensebryter	Automatisk virkende 3-polet effektbryter for død-seksjon mellom to matestasjoner		x	x	x
Spennlengde (spenn)	Avstanden mellom en lednings nærmeste opphengingspunkter		x	x	
Sporfelt	En elektrisk krets hvor skinnene i en seksjon av sporet er en del av kretsen, vanligvis med strømkilde tilkoplest i den ene enden og deteksjon i den andre				x
Statisk avstand	Varig minsteavstand mellom spenningsførende del og ikke spenningsførende del		x		x
Statisk omformerstasjon	Stasjonærfrekvensomformerstasjon (50 Hz til 16 2/3 Hz) basert på moderne kraftelektronikk. Hovedkomponentene er likerettere koblet i serie med vekselrettere			x	
Strekk	Den kraft en ledning er strammet med		x		
Strever	Skråstøtte for avstiving av mast		x		
Strømbru	Leder som forbinder kontakttrådene henholdsvis bærelinene i et vekslingsfelt eller kryss		x		x
Strømslige	Leder som forbinder bæreline med kontakttråd		x		x
Sugetransformator	En strømtransformator med omsetningsforhold 1:1 med primærvikling for kontaktledningsstrømmen og sekundærvikling for returstrømmen. Sugetransformatoren bidrar til å styre returstrømmen til å følge jernbanetraseen		x	x	x
Svevende kryss	Kryss som ikke har utligger nær kryssningspunktet		x		
Systemhøyde, sh	Avstand mellom senter bæreline og senter kontakttrådmålt ved utligger		x		
Systemtegninger	Detaljtegninger, sammenstillingstegninger og oversiktstegninger av systemer og komponenter som er godkjent av Bane NOR		x		x
Transformatorstasjon	En installasjon som mater kontaktledningen med banestrøm ved å transformere ned spenningen fra fjernledningens nivå til kontaktledningens 15 kV		x	x	x
Tverrforbinder	Leder som danner elektrisk forbindelse på tvers mellom 2 eller flere skinnestrenger		x		x
Utjevningsforbindelse	Forbindelse fra utsatt ledende del til jordleder				x
Utligger, utl	Konstruksjon som bærer kontaktledningen og som er x isolert fra festepunktene		x		
Utliggertabell	Tabell med data for sammenbygging og montering av kontaktledningsmateriell		x		
Utliggeråk	Kort åk med mast i en ende for opphenging av kontaktledning for 2 spor		x		
Utsatt ledende anleggsdel	Ledende del som lett kan berøres, og som normalt ikke er spenningsførende, men som kan bli spenningsførende som følge av feil. [NEK 400]	x			x
Utslag	Kontakttrådens avstand midt i et spenn fra en linje vinkelrett på skinneoverkantplanet i spormidt målt uten vind		x		
Vekslingsfelt	Et spenn hvor to møtende kontaktlednings-parter er ført parallelt før de avspennes		x	x	
Vippe	Se balansearm som brukes i eldre kontaktledningsanlegg		x		
Y-line	Kort line som bærer horisontalstaket og kontakttråden ved utligger		x		
Åk	Konstruksjon av stål med mast i hver ende for opphenging av kontaktledning		x		















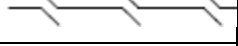
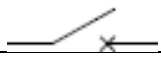
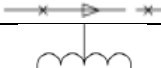
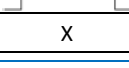
3.2 FORKORTELSER BRUKT PÅ BYGGETEGNINGER

Forkortelse	Forklaring
AT	Autotransformator
at	Avtrekk
avsp	Avspenning
ba	Bardunanker
bb	Bardunbolt
bbs	Bardunbolt med stang
B	B-master (stål)
BEJ	Bransjestandard for Elektriske Jernbaneanlegg
br	Bryter
BT	Sugetransformator
brl	Bryterledning
bli	Bæreline
DS	Dødseksjon
EMC	Elektromagnetisk sameksistens
FEF	Forskrift om elektriske forsyningsanlegg
fjl	Fjernledning
fl	Forbigangsledning
fsl	Forsterkningsledning
H	H-master (stål)
ht	Hengetråd
imp	Filterimpedans
jL	Jordleder
kl	Kontaktledning
kl-anlegg	Kontaktledningsanlegg
klS	Kontaktlednings seksjon
kt	Kontakttråd
kth	Kontaktråd høyde
ml	Mateledning
mst	Matestasjon
NL	Negative leder
PL	Positiv leder
rl	Returledning
sek	Seksjonfelt
SOK	Skinneoverkantplan
str	Sugetransformator
skt	Strekk kontaktråd
sbli	Strekk bæreline
SI	Seksjonsisolator
sh	Systemhøyde
utl	Utligger






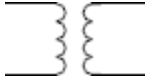
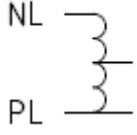






3.3 TEGNINGSSYMBOLER

Tegningssymbolene er hentet fra Teknisk Regelverk samlet for kontaktledningsfaget med forkortelser og forklaringer. Disse symbolene blir benyttet på koblingsskjema og byggeplaner. Tegningssymboler for tog deteksjon er tatt med fordi sporisolasjonen er bestemmende for hvilken skinne som skal benyttes ved etablering av returstrøm/jording.

En fullstendig oversikt for alle fag finner du i Bane NORs tekniske regelverk, under Felles bestemmelser.

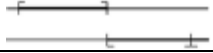
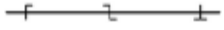
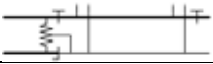

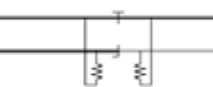


SYMBOLER	STASJONS/ STREKNINGSPLAN	KOBLINGSSKJEMA FOR KL-ANLEGG	RETURKRETSSKJEMA	OVERSIKTSPLAN	FORKLARING
	x	x		x	Autotransformator
	x				Avspenning [F] Fast, [L] Lodd, [H] Hydraulisk
				x	Avspenning med barduner. Angir den siden ankeret er satt ned på.
	x				Avspenning med en bardun
	x				Avspenning med to barduner
	x				Avspenning med tre barduner
	x				Avspenning med fire barduner
				x	
	x				Betongmast med kvadratisk tverrsnitt
	x				Betongmast med rektangulært tverrsnitt
	x				Bjelkemast, smalside
	x				B-mast
	x	x	x	x	Bro for jernbane
	x	x	x	x	Bro for vei
	x				Dødseksjon
		x			Effektbryter
		x	x	x	Endemuffe
			x		Filterimpedans
X	X	X			Fix

SYMBOLER	STASJONS/ STREKINGSPLAN	KOBLINGSSKJEMA FOR KL-ANLEGG	RETURKRETSSKJEMA	OVERSIKTSPLAN	FORKLARING
	x				Hengemast i tunnel
	x				Hengemast i åk
	x		x		H-mast. Mast med kvadratisk tverrsnitt
	x		x		Isolator i ledning, Isolator i kontaktledning
			x		Isolerende skinneskjøt, signalskinne på begge sider
			x		Isolerende skinneskjøt, signalskinne til høyre
			x		Isolerende skinneskjøt, signalskinne til venstre
	x	x	x		Jord
	x			x	Jordleder, langsgående
			x		Klembrett for returledning
		x	x		Koblingspunkt
	x			x	Kurvepunkt
		x			Lastskillebryter
		x	x		Ikke elektrisk forbindelse
	x	x		x	Mate, forbigangs og forsterkingsledning i jord
	x	x		x	Mate, forbigangs og forsterkingsledning i luft
	x	x	x		Overspenningsavleder
	x	x		x	Planovergang
	x	x	x		Reservestrøm- transformator
	x	x	x	x	Returledning i jord
	x	x	x	x	Returledning i luft
	x	x		x	Rytter
	x				Rytter, isolert
		x		x	Seksjon
				x	Seksjon med barduner til venstre og høyre for spor. Angir den siden ankeret er satt ned på.
				x	Seksjon med barduner til venstre og høyre for spor. Angir den siden ankeret er satt ned på.



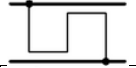

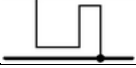

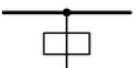



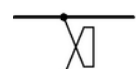

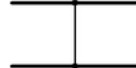



SYMBOLER	STASJONS/ STREKINGSPLAN	KOBLINGSKJEMA FOR KL-ANLEGG	RETURKRETSSKJEMA	OVERSIKTSPLAN	FORKLARING
	x	x	x	x	Seksjonsisolator
		x			Skillebryter
	x	x	x	x	Stasjon
	x				Strever (pilen mot mast)
		x	x	x	Sugetransformator som viser primær- eller sekundærside
	x	x	x		Transformator, 1000 V
	x	x			Autotransformator
	x				Tremast
	x	x	x	x	Tunnel
	x				Tunnel feste
		x			Skinnejord, Utjevningforbindelse til skinne
	x				Åk
	x				Åkforlengelse med fri endeavslutning mot høyre

3.4 Signaltekniske symboler

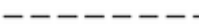



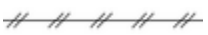


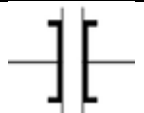
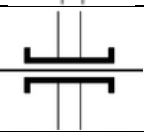
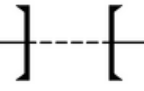
3.4.1 Isolerte sporfelt

	SYMBOL FOR SPORISOLERING	SYMBOL FOR EN-LINJE TEGNING	FORKLARING
a)			Sporfelt med isolerte skjøter
b)			Sporfelt med tilførsel, retur og impedansspole
c)			Sporfelt med overdragstransformator (impedansspole er ikke inntegnet)
d)			Tilkoblingskasse for sporfelt (TK)

3.4.2 FTG-S

	SYMBOL FOR SPORISOLERING	SYMBOL FOR EN-LINJE TEGNING	FORKLARING
a)			S-forbinder FTG-S 917/917
b)			S-forbinder FTG-S 46/46
c)			S-forbinder FTG-S 46/917
d)			Forbinder med potensialutligner
e)			Endeforbinder FTG-S 46
f)			Endeforbinder FTG-S 917
g)			Kortslutningsforbinder
h)		-	Avstemt enhet (for to sporfelter) Sender og mottaker.
i)			Jordet seksjonert jordleder med filter (FT G-S)

3.4.3 Utdrag av andre symboler

NR.	SYMBOL	FORKLARING
a)		Trasé for kabelgrøft
b)		Skjøtemuffer
c)		Avgreiningmuffer
d)		Togvei slutt
e)		Rasvarslingsgjerde
f)		Apparatskap (AS)
g)		Telefon
h)		Veiovergang
i)		Veiergang, bro
j)		Tunnel

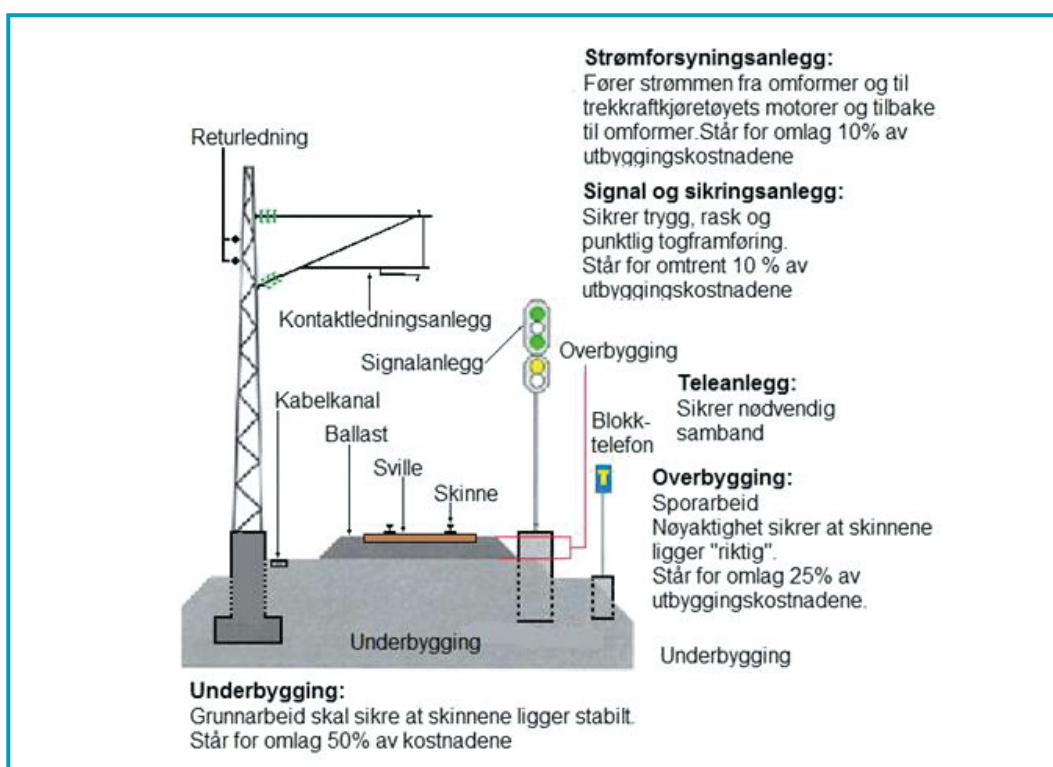
4 ELEKTRISK BESKRIVELSE AV KONTAKTLEDNINGSANLEG

Fremføring av tog er et komplisert samspill mellom jernbaneinfrastruktur og togmateriell. Bane NORs infrastruktur kan deles inn i følgende fagområder:

- Spor – geoteknikk, under- og overbygning
- Banestrømforsyning – omformer og kontaktledningsanlegg
- Signal- og sikringsanlegg
- Teleanlegg

Kontaktledningsanlegget er i denne inndelingen en del av strømforsyningen og tilhører fagområde for banestrømforsyning. Banestrømforsyning kan igjen deles inn i:

- Kontaktledningsanlegg
- Mate- og omformerstasjoner
- Lavspenningsanlegg

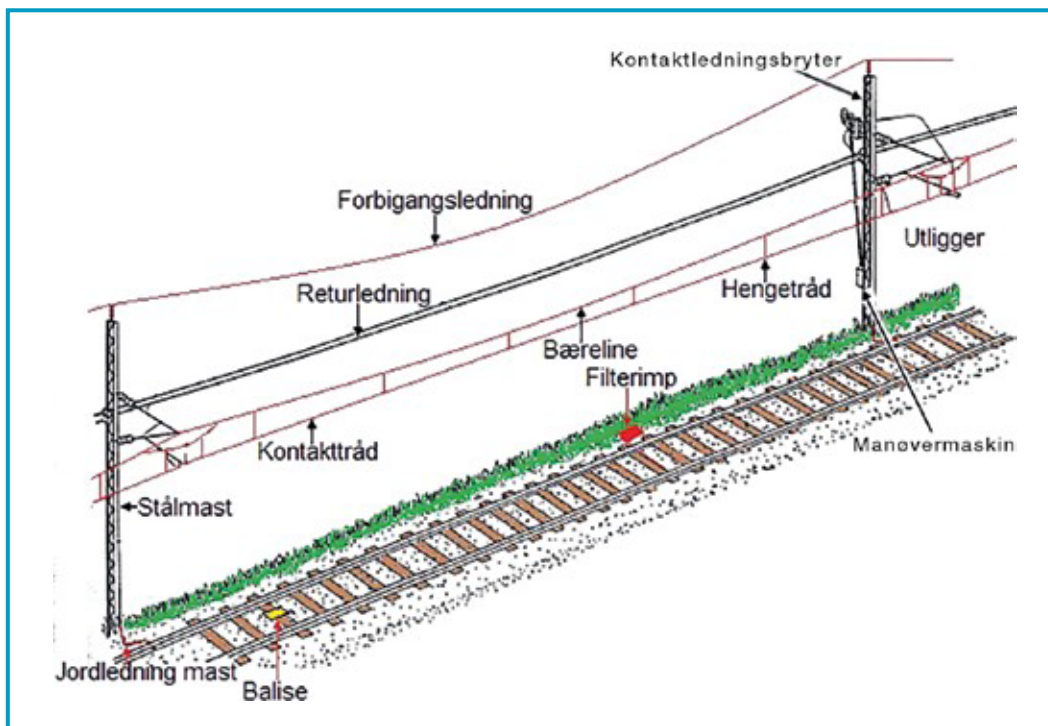


Figur 4.1 Anleggsdeler i elektrisk jernbanedrift

Hvor lavspenningsanlegg omfatter alle anlegg som er opptil AC 1000V og DC 1500V. Eksempelvis togvarmeanlegg, sporvekselvarme og strøm til fjernstyrte brytere i kontaktledningsanlegget.

Kontaktledningsanlegget har som oppgave å sørge for overføring av energi fra det sted hvor omformerstasjonen er tilkoblet kontaktledningsanlegget, frem til forbruker og tilbake til omformerstasjonen. I grensesnittet mellom forbruker og kontaktledningsanlegg er det strømvtagerens samarbeid med ledningen som sikrer en god energioverføring, noe som stiller store krav til kontaktledningsanlegget.

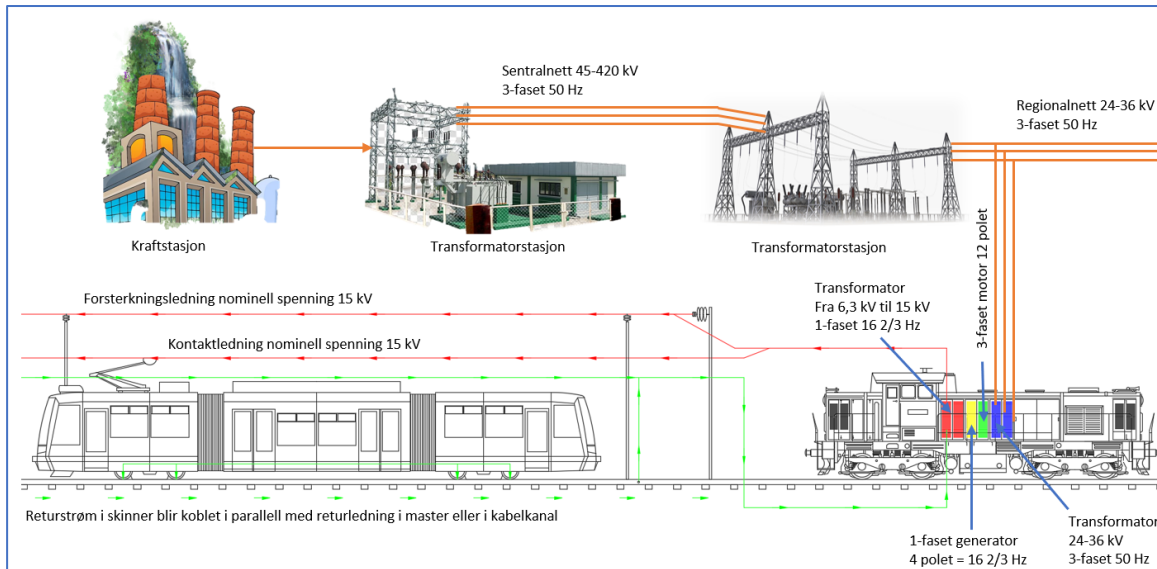
Utdypende informasjon om de forskjellige kontaktledningssystemene er beskrevet i egne kapitler i boken. De komponentene som brukes i kontaktledningsanlegget er beskrevet i forskjellige kapitler i lærebøkene. I figur 4.2 ser vi noen av komponentene.



Figur 4.2 Komponenter som inngår i et kontaktledningsanlegg

4.1 FORSYNINGSNETT OG OMFORMERE

Bane NOR har liten egenproduksjon av strøm. Strømmen som blir brukt til drift av jernbane kommer fra eksterne leverandører og er 3-faset, 50 Hz med ulike spenningsnivåer, helt opp til 132 kV. Ved hver omformerstasjon blir spenningen transformert ned til en trefase spenning på 6,3 kV og blir koblet til en 3 faset motor med 12 poler. På samme aksel sitter det en enfaset 4 polers generator. Forskjellen i antall poler på motor og generator gir en frekvens på $16 \frac{2}{3}$ Hz ut fra generatoren. Fra generatoren transformeres spenningen til en nominell spenning på 15 kV før den forbindes til et kontaktledningsanlegg via et koblingsanlegg. Denne strømmen kalles banestrøm i dagligtale.



Figur 4.3 Energooverføring fra kraftverk til elkraftmateriell

- Fra kontaktledningen via en strømvaktar blir energien ført inn i trekraftkjøretøyet. Dette er utstyrt med en transformator som endrer spenningen til det nivået som elektromotorene bruker
- Energiforbruket i toget skaper en returstrøm som sendes ut via hjulene til sporet som da er en tilbakeleder til omformeren
- Togtettheten mellom 2 omformere bestemmer hvor store returstrømmer det går i returstrømkretsen.

4.2 OMFORMERE

Omformerens oppgave er å endre frekvens fra 50 Hz til $16\frac{2}{3}$ Hz. Transformatorer i omformer- stasjonen skal gi riktig spenningsnivå og mengde energi til kontaktledningsanlegget. Det finnes to ulike prinsipper for omforming av frekvens som brukes i Bane NOR i dag. Den eldste typen er betegnet som roterende, og den nyeste som statisk.



Figur 4.4 Eksempel på enhet med roterende omformer

Statiske omformere baserer seg på kraftelektronikk som likeretter og vekselretter spenningen til ønsket frekvens.



Figur 4.5 Mobil statisk omformer på Holmlia i Oslo. Hoveddelen av den mobile omformeren er det som er i containeren

Omformerstasjonene har i tillegg til selve omformeren av krafttransformatorer, filter og bryteranlegg for både trefase- og enfasesiden, med batterianlegg og kontrollutstyr. Roterende omformere kan i kortere perioder overbelastes til 150–200% av nominell ytelse for å forsyne varierende behov i banestrømforsyningen.

4.3 PRINSIPPER FOR RETURSTRØMKRETSEN

Tilbakeføring av returstrømmen til omformeren går først og fremst i skinnene med hjelp av sugetransformatorer og impedansspoler. For å øke kontrollert tilbakeføring av returstrømmen til omformeren, blir togskinnene parallellkoblet med to langsgående returledninger.

Der det forekommer store banestrømmer kan ledningsevnen i skinnene bli for liten, det gjør at returstrømmen søker til andre mulige ledende forbindelser. Disse ledende forbindelsene kan være kabler tilhørende elkraftforsyningen eller televerket og returstrømmen kan påføre deres nett store forstyrrelser og skader.

4.3.1 Forskjellige systemutførelser av returstrømkretsen

I Bane NOR er det benyttet fire konfigurasjoner, eller systemer for returstrømkretsen. Disse har fått betegnelsen system A, B, C og D.

Skinnenes isolasjon mot sviller og ballast er med på å definere størrelsen på lekkasjestrømmene.

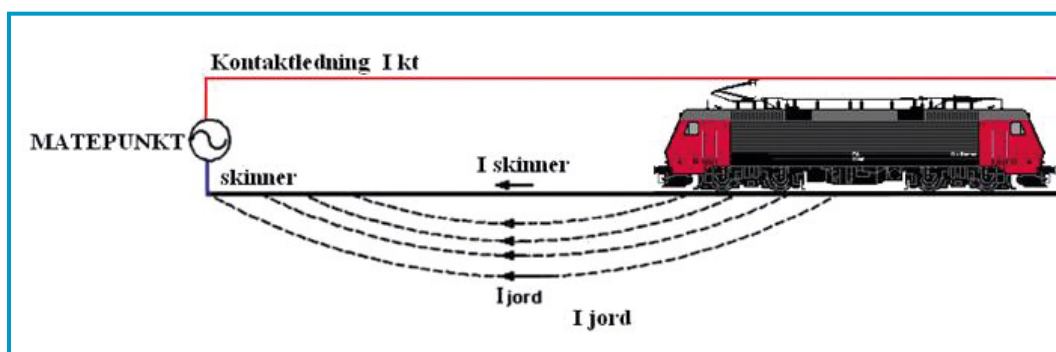
4.3.1.1 System A:

Her består returstrømkretsen av skinner og jord. På strekningen mellom matepunktet/omformeren og belastningen (trekkraftkjøretøy) vil en del av returstrømmen avledes fra skinnene til jord. Økende avstand mellom matepunkt og belastning gir økende avledning. Jordstrømmen er størst midt mellom matepunkt og belastning fra lokomotivet.

Matepunktet trekker til seg like mye strøm som det leverer ut på kontaktledningen slik at skinnestrøm og jordstrøm samler seg her. Hvor stor del av returstrømmen som vil avledes til jord avhenger av overgangsimpedansen mellom skinner og ideell jord. Overgangsimpedansen er satt sammen av impedansen mellom skinner og ballast, mellom ballast og jord, og resistiviteten til jordsmonnet.

Overgangsmotstand mellom skinner og jord er bestemmende for hvor stor avledningen blir. Ledningsevnen til jordsmonnet har i tillegg innvirkning på spredningen av jordstrømmen. Desto lavere ledningsevnen i jordsmonnet er, jo større blir spredningen. Store jordstrømmer med stor spredning kan være opphav til forstyrrelser på, og i verste fall ødeleggelse av, andre elektriske anlegg langs jernbanen. Jordingsforholdene i Norge er generelt karakterisert med høy resistivitet, og system A gir stor spredning i jordstrømmene. Det er også en kjensgjerning at strømmen går dypt, ikke bare bredt.

System A benyttes mest der jorden har god ledningsevne (ned mot 50 ohmmeter spesifikk motstand). Under slike forhold vil returstrømmen følge sporet.



Figur 4.6 Returstrømkrets system A

Typiske verdier for jordresistivitet

Jordsmonn (og vanntyper)	Resistivitet [Ωm]
Saltholdig sjøvann	<1
Fuktig myrjord	20 - 200
Ferskvann (elv, innsjø)	10 - 1000
Dyrket jord, leire (fuktig)	50 - 200
Fuktig sandjord	100 - 300
Tørr sandjord, morene	1000 - 50000
Fjellgrunn m/vannfylte sprekker	1000 - 10000

Figur 4.7 Spesifikk motstand i jord måltall fra SINTEF Energiforskning AS

4.3.1.2 System B

Returstrømkretsen har ikke langsgående returledning. Ved hver sugetransformator er det innlagt skinneskjøter slik at det blir en isolert skinnelengde i sugerfeltet, denne skinnelengden heter 0-skinne.

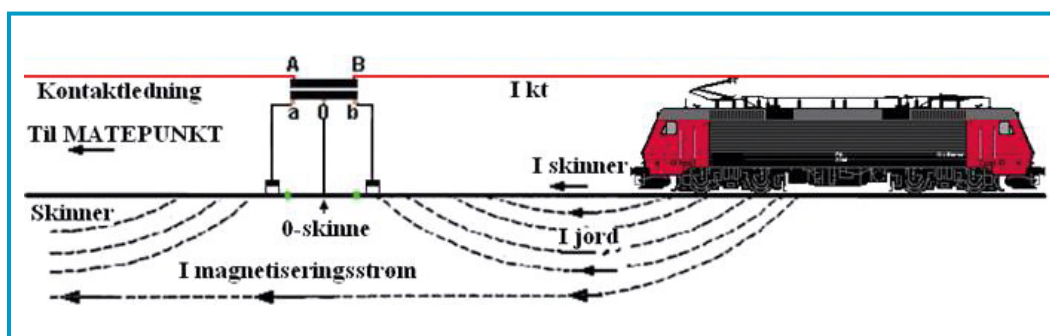
Returkretsen består av skinner, jord, sugetransformator og filterimpedansspoler.

- Ved hver sugetransformator legges det inn isolerte skjøter i skinnene.
- Sekundærviklingen på sugetransformatoren kobles i serie med skinnegangen.
- Tilkobling til skinnegangen skjer på utsiden av de isolerte skjøtene, se figur 4.8
- Primærviklingen på sugetransformatoren kobles i serie med kontaktledningen.

Sugetransformatorens oppgave er å styre returstrømmen til å følge skinnegangen. Kontaktledningsstrømmen går gjennom primærviklingen og returstrømmen gjennom sekundærviklingen. På den måten «suges» jordstrømmene opp i skinnene. Magnetiseringsstrømmen kan ikke gå i sekundærviklingen på sugetransformatoren, og den vil derfor gå i jorden.

Sugetransformatoren omtales nærmere i kapittel 10.

System B er den mest brukte konfigurasjonen for returstrømkretsen i Norge på fri strekning.



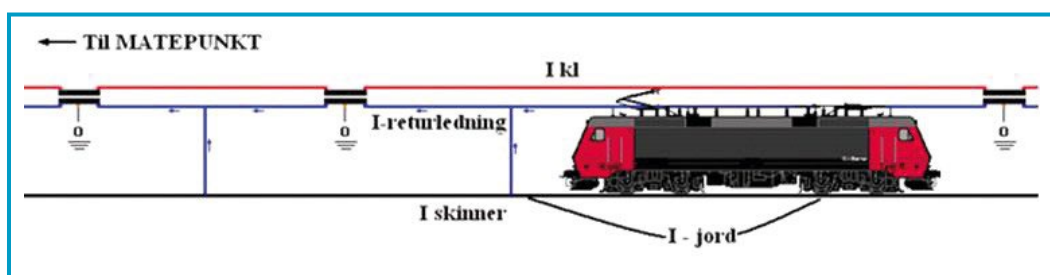
Figur 4.8 Returstrømkrets system B

4.3.1.3 System C

Returstrømkretsen har langsgående returledning i parallell med skinnegangen og forbindes til den midt mellom hver sugetransformator. Denne forbindelsen mellom returstrømlledningene og skinnegangen kalles nedføring av returstrøm

Signalanlegget er bygget slik at det ikke blir lagt inn isolerte skjøter for å lage sporfelt. Dette gjelder også ved sugetransformatoren, da det ikke er 0-skinne i sugerfeltet. Returstrømkretsen består av skinner, jord, sugetransformator og returstrømlledning. Sugetransformatorens sekundærvikling kobles i serie med returstrømlledningen. For anlegg med returstrømlledning er det stor forskjell på strømmen i skinnegangen i områdene mellom to nedføringer, alt etter om der er tog der eller ikke. Dersom det er tog i området, vil returstrømmen gå i skinner og jord til nærmeste nedføring, for deretter å gå parallelt returstrømlledningene og skinnene tilbake til matepunktet. Dersom det ikke er tog i området mellom to nedføringer, vil returstrømmen gå i returledningene. Det vil likevel flyte en strøm i skinnene i et slikt ubelastet område. Denne strømmen består av induisert strøm og magnetiseringsstrøm.

Ved system C kan magnetiseringsstrømmen gå både i skinner og jord.

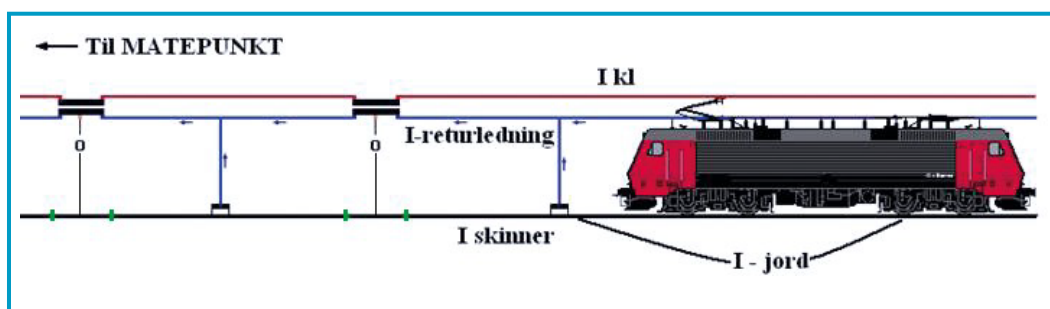


Figur 4.9 Returstrømkrets, system C

4.3.1.4 System D

Returstrømkretsen har langsgående returstrømlledning i parallell med skinnegangen og forbindes til den midt mellom hver sugetransformator. Ved nedføringene blir det benyttet filterimpedansspoler som fordeler returstrømmen likt i begge skinnestrengene ved tilkobling til skinnegangen.

System D er en kombinasjon av system B og C. Det vil si et anlegg med sugetransformatorer og returstrømlledninger. Til forskjell fra system C har system D isolerte skinneskjøter ved sugetransformatoren. Returstrømlledningen kobles til skinnegangen midt mellom sugetransformatorene. For system D vil magnetiseringsstrømmen gå i jorden. Dette systemet benyttes på strekninger med dobbeltisolerte, konvensjonelle sporfelt. Det vil si 95/ 105 Hz sporfelte som har isolerte skjøter mellom hvert sporfelt.



Figur 4.10 Returstrømkrets, system D

4.3.2 Vurdering av systemene

Ved bygging av AT-anlegg, bortfaller returledning og sugetransformator.

Som nevnt tidligere er det system B og D som til nå har vært benyttet mest i Norge. Forskjellen på de to systemene er at B ikke har langsgående returledning, mens system D har dette. Begge systemene har isolerte skinneskjøter ved sugetransformatorene.

Dersom man sammenligner system C og D, som begge er systemer med egen returledning, er system C en enklere løsning, da systemet har færre komponenter i sporet. Med tanke på å minimalisere feilkildene skulle system C være å foretrekke. Årsaken til at man ikke er gått over til system C er frykten for å miste eller få en dårligere skinnebruddsindikering.

Både kontaktledningsanlegget og signalanlegget benytter skinnegangen som transmisjonsmedium. Derfor må valg av system for returkretsen og valg av signalanlegg samkjøres slik at man får det beste anlegget totalt sett.

Ved å innføre returledning på en strekning øker strekningsimpedansen og man reduserer strømmen i sporet over lange strekninger.

4.3.3 Returstrømkretsen og signalanlegg

Beskrivelsen setter fokus på de deler av systemet som signalanlegget har felles med returstrømkretsen for kontaktledningsanlegget, det vil si skinnene og komponenter som er koblet til skinnene. Signalanlegget skal opprettholde sikkerheten ved jernbanen. Anlegget koordinerer og styrer togtrafikken på jernbanenettet.

Til signalanlegget tilhører:

- Sikringsanlegg for den enkelte stasjon
- CTC-anlegg (Centralised Train Control)
- ATC-anlegg (Automatic Train Control)

Et sikringsanlegg består av sporfelter, releer, signaler i sporet, drivmaskiner for sporveksler og sikring av planoverganger. Tilkoblinger av beskyttelsesjord/utjammingsforbindelser skal kobles til skinnene, som fører banestrømmen som er på vei tilbake til omformerer (returstrømkretsen), dette gjelder for alle faggrupper. Et signalanlegg deler opp jernbanestrekninger eller stasjoner i flere delstrekninger. En måte å dele opp strekningene på er å sette inn isolasjoner i skinnestrengene. Hvert sporfelt blir matet med egen strømkilde som har en frekvens på (95- 105 Hz). I tillegg er hvert sporfelt tilkoblet et sporfeltrelè, som føler/måler spenningsforskjell eller kortslutning mellom de 2 skinnestrengene i sporfeltet. Ved jording av forskjellige objekt tilhørende kontaktledningsanlegget blir disse koblet til de to skinnestrengene i et sporfelt. Disse tilkoblingene kan føre til at det blir forskjellig motstand (R) i skinnestrengene.

Ved bruk av Ohm's lov ved følgende formel

$$U = R \cdot I$$

Med påtrykket signalstrøm vil det bli ulik spenning i de to skinnestrengene, vil dette sporfeltrelèene registrere og de vil indikere driftsfeil og tilhørende signaler vil vise stopp. For å oppnå god funksjonalitet på signalanlegget må returstrømmen fordeles likt i begge strenger der det er dobbeltisolert sikringsanlegg og separert der det er enkeltisolert sikringsanlegg.

4.3.4 Tilkoblinger i returkretsen ved:

1. Returstrømledningens nedføring til skinnegangen
2. Sugetransformatorer
3. Ulike koblinger i skinnegangen
4. Utjevningsforbindelser (jordinger)
5. Tilkoblinger som er nødvendige for signal og sikringsanlegg
 - Koblingene i punkt 1, 2 og 3 er forbindelser som det normalt går returstrøm gjennom
 - I utjevningsforbindelsene nevnt i punkt 4, normalt bare i eventuelle feilsituasjoner
 - I tilkoblingene nevnt i punkt 5, skal det bare gå strøm tilhørende signal- og sikringsanlegg

Det er typen sporfelt som bestemmer om det kan kobles direkte til skinnegangen eller ikke. Hvis det ikke kan kobles direkte må koblingen skje via en filterimpedans. Type sporfelt (95 /105 Hz) sporfelter eller skjøteløse sporfelte bestemmer også hvilken type filterimpedans som må benyttes.

4.4 FILTERIMPEDANS

4.4.1 Oppbygning av filterimpedans

Filterimpedansen består av en tobenet jernkjerne med en vikling. Den er nedsenket i olje i en vanntett kasse, og den plasseres normalt på bakken, med lokket i plan med svillens overkant. For å beskytte tilkoblingspunktene og deres isolatorer skal disse vende fra sporet. Filterimpedansen benyttes til å føre returstrømmen forbi isolerte skjøter i sporet og til å fordele den samlede returstrømmen fra langsgående returledninger likt i begge skinnestrengene. Filterimpedansen benyttes også ved tilkobling av jordede objekter til sporet.

4.4.2 Anvendelse

Filterimpedanser benyttes på strekninger med relébaserte 95/105 Hz sporfelte. Når en leder for returstrøm skal tilknyttes spor som har dobbelt-isolert sporfelt, må det gjøres slik at returstrømmen fordeler seg på de 2 kjøreskinnene uten at sporfeltspenningen for sikringsanlegget brytes ned. Filterimpedanser slipper gjennom returstrømmen (16 2/3 Hz) og fordeler den i begge kjøreskinnene, men slipper ikke gjennom signalstrømmen som har en høyere frekvens (95/105 Hz)



Figur 4.11 Filterimpedansens plassering ved sporet

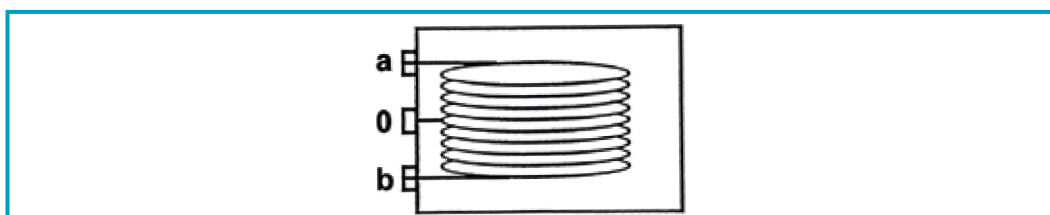
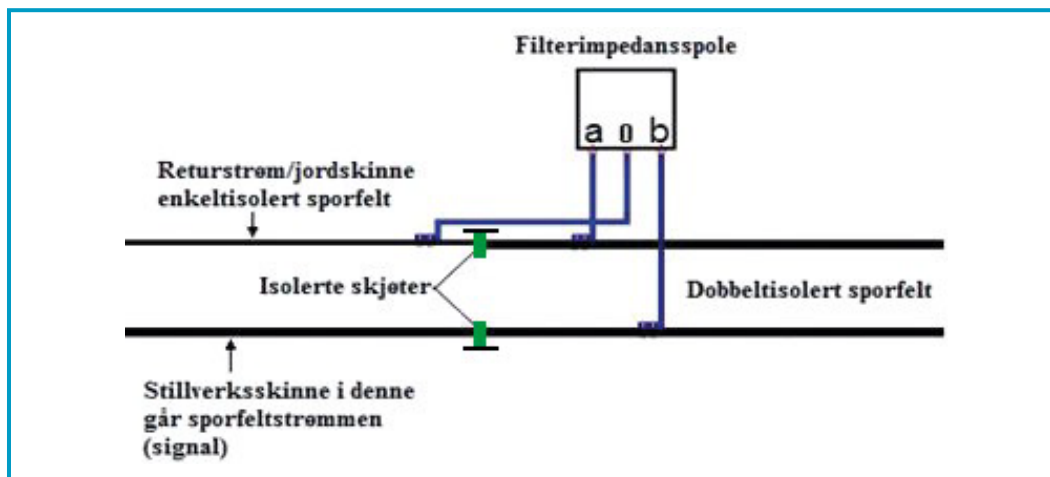


Fig. 4.12 Skisse, tilkoblingspunkter filterimpedans

4.5 TILKOBLINGER

4.5.1 Kobling av filterimpedanse i overgang mellom isolerte sporfelt

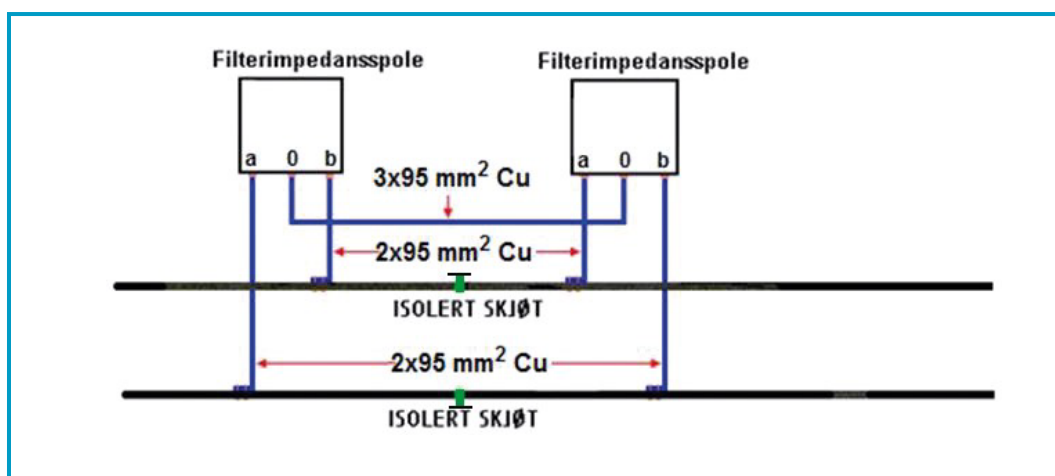
En overdragstransformator sørger for strømbane til signalstrømmen. Figuren under viser en prinsipiell kobling av en filterimpedanse i overgang fra enkelt- til dobbeltisolert spor. Tykk strek indikerer signalskinne, tynn strek er returstrøm/jordskinne.



Figur 4.13 Kobling av filterimpedanse fra enkelt til dobbeltisolert sporfelt

4.5.2 Kobling av filterimpedans ved dobbeltisolert sporfelt

Ved sammenkobling av to dobbeltisolerte sporfelter, skal det benyttes to filterimpedanser som kobles sammen som vist på figuren under.



Figur 4.14 Kobling av filterimpedanse ved dobbeltisolert sporfelt

Angivelse av tverrsnitt på ledere er minimumskrav. Det er systemene i kontaktledningsanlegget som er bestemmende for strømstyrke på en filterimpedanse. I system 35 og 20 er det 600 A som er beregnet strømstyrke, men i system 25 er det 800 A som er beregnet strømstyrke. Det er også strekningen som er avgjørende for beregnet strømstyrke. Her er det ikke angitt noe om signalanleggets kobling. Kombinasjonen med to filterimpedanser er som regel der et sporfelt slutter og et annet begynner. Vær oppmerksom på at det kan forekomme signalkabler koblet direkte til filterimpedansens a og b klembrett. Disse må ikke løsnes fra klembrett uten at signalkabelløsning er til stede.

4.5.3 Typisk ledningstverrsnitt ved filterimpedanser i forbindelse med sporfelt

Isolasjonen på ledningene skal være sort og skal ha antall Cu-ledere og tverrsnitt som oppgitt i tabell 2 under. Størrelsen på filterimpedansen er bestemmende for antall ledere og hvilket tverrsnitt som skal benyttes ved koblingen.

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

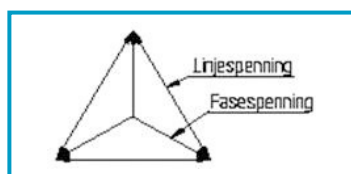
Tabell 2 Teknisk regelverk – kontaktledningsanlegg/prosjektering/returstrømkrets

4.6 UTSTYR LAGET FOR BRUK PÅ JERNBANE

De strømførende lederne i et trefasenett har en viss spenning i forhold til hverandre og til jord. Linjespenningen er spenningen mellom to faser. Denne spenningen kalles også for linjens driftsspenning. Fasespenning er spenningen mellom fase og jord.

$$\frac{\text{Linjespenning}}{\sqrt{3}} = \text{Fasespenning}$$

Ved elektrisk jernbanedrift er den ene fasen i høyspenningsanlegget skinnene, som toget kjører på. Det betyr at denne fasen er på tilnærmet jordpotensiale. Dette betyr at driftsspenningen for jernbanen tilsvarer fasespenningen i et trefasenett. Dette må det tas hensyn til ved innkjøp av høyspenningsmateriell beregnet for elverkenes trefasenett til bruk i jernbanens enfasenett. Ved kjøp av høyspenningsmateriell for trefasenett er det normalt å oppgi systemets drifts-/ linjespenning for bruksområde for materiellet.



Figur 4.15 Spenningstrekant

Eksempel:

En høyspenningsbryter er i produktkatalogen oppgitt til å være en 24 kV bryter. Dette betyr at bryteren er godkjent for 24 kV spenning mellom fasene.

Et trefaseanlegg med denne driftsspenningen har følgende spenning mot jord:

$$\frac{240 \text{ kV}}{\sqrt{3}} = 13,87 \text{ kV}$$

Med 15 kV vil det si $15 \text{ kV} * \sqrt{3} = 26 \text{ kV}$ mot jord og da må en gå opp til neste spenningsklasse som er 36 kV

I Bane NORs kontaktledningsanlegg er driftsspenning = fasespenning = 15 kV.

Konklusjon:

- En bryter beregnet på trefasedrift med oppgitt linjespenning på 24 kV ikke kan benyttes for elektrisk banedrift med driftsspenning på 15 kV
- Dersom man skal velge en bryter fra en produktkatalog for trefase til bruk i Bane NORs enfasenett, må en 36 kV bryter velges
- Kravet til luftisolasjon ved åpen bryter må være ivaretatt

Imidlertid må man være oppmerksom på at det finnes elektrisk materiell på markedet laget spesielt for jernbane, og som da oppgis med driftsspenning lik 15 kV.

4.6.1 Galvanisk korrosjon

Metallene aluminium og kobber må ikke kobles sammen på grunn av faren for galvanisk korrosjon. Elektrokjemisk eller galvanisk korrosjon oppstår som en følge av en elektrisk spenning mellom forskjellige metaller. Det edleste metallet, i dette tilfellet kobber, vil ha det høyeste elektriske potensialet og vil tære opp metallet med lavest elektrisk potensial, i dette tilfellet aluminium, som følge av den elektriske strømmen som oppstår mellom metallene. Dette er viktig å ta hensyn til i kontaktledningsanlegget der man har utstyr både av kobber og aluminium. Derfor kan ikke bryterledninger av kobber være i kontakt med utliggerrør av aluminium, og ved nærføring av kobber- og aluminiumliner bør aluminiumlinen ligge øverst slik at eventuelt regnvann drypper fra aluminium til kobber og ikke omvendt.

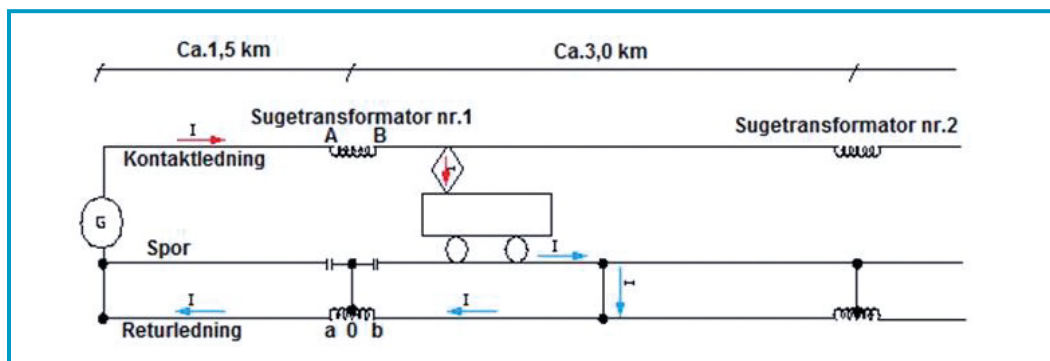
Det samme gjelder der kabelsko av kobber tilskrudd på galvaniserte flater, her vil kobberet tære opp galvaniseringen. Etter en tid vil stålet begynne å ruste, og det blir gradvis dårlig jordforbindelse.

Derfor skal det benyttes fortrinnet tett kabelsko på all tilkobling av Cu ledere på galvanisert materiale. Hvis det ikke benyttes fortinnet kabelsko, må det benyttes en underlagsskive av cupalblikk mot den galvaniserte delen. Cupalblikk består av to metaller som er ført sammen metallurgisk (på molekylnivå) slik at galvanisk korrosjon ikke oppstår. Dette er grensesnittet som fungerer mellom to metaller, Cu på en side og Al på den andre siden.

4.7 PRINSIPIELLE KOBLINGER I ET KONTAKTLEDNINGSANLEGG

I Bane NOR benyttes et enfaset elektrisk anlegg med kontaktledningen som fremleder og kjøreskinne/returledning som tilbakeleder.

Skissen under viser en forenklet oversikt over strømkretsen i et anlegg på fri linje med returledning. På strekninger uten returledning eller med returledning bare på stasjoner, går returstrømmen i kjøreskinne der det ikke er returledning. Returkretsen er mer kompleks enn det som fremgår her, og mer utdypning av den problemstillingen og sugetransformatorens funksjon blir omtalt i eget kapittel. Som man ser av skissen er skinnestrengen en driftsleder og har dermed en spenning mot jord. Denne spenningen er ikke farlig da det er relativt lav overgangsmotstand til jord over sviller og pukk.



Figur 4.16 Forenklet skisse over strømveien.

I tabellen under er de ulike overføringsevne vist, for ulike systemer i Bane NOR.

SYSTEM	BELASTNING I (A)
35	600
20	600
25	800

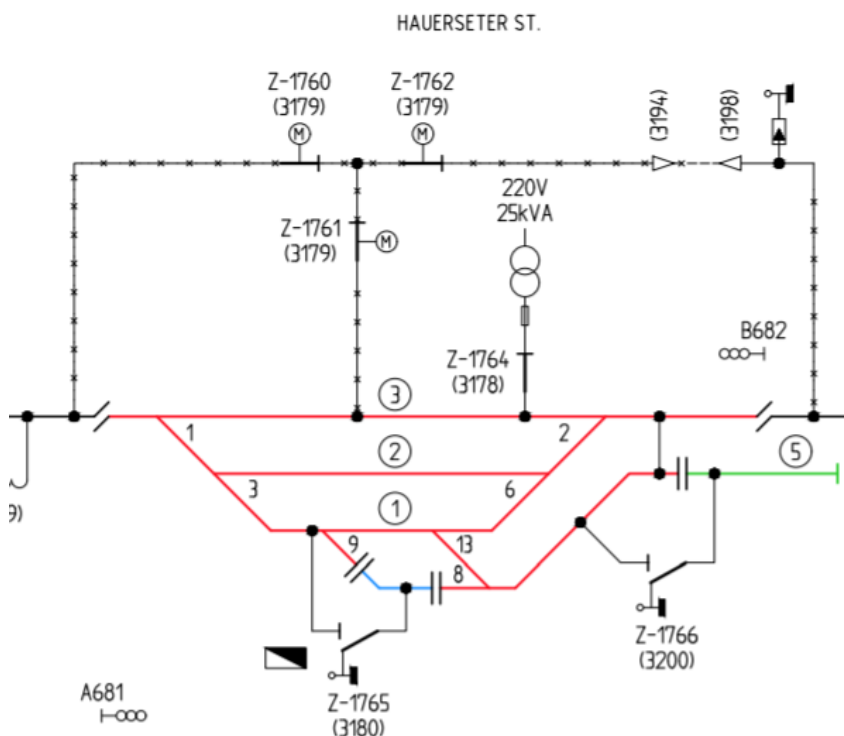
SEKSJONERING

Elektrisk seksjonering av kontaktledningen benyttes for å skille koblingsgrupper fra hverandre. Gruppene kobles sammen via bryterarrangementer. Seksjonering kan bygges som to parallelle ledninger med luftisolasjon mellom (seksjonfelt) eller ved hjelp av isolatorer (seksjonsisolatorer). Seksjonene er plassert på en slik måte at det er hensiktsmessig med tanke på drift og vedlikehold av jernbane. Bane NORs tekniske regelverk beskriver de overordnede føringene for seksjonering.

Eksempel

På figuren nedenfor er det vist en enkeltsporet strekning med en stasjon. Man ser at strekningen er delt opp ved hovedinnkjørsignaler merket A og B.

Oppdelingen muliggjør at det kan foregå arbeid ute på strekningen eller inne på stasjonen og frakoblingen begrenser seg ved hovedsignalene. Før arbeid på en strekning igangsettes, opprettes det normalt sett et anleggsområde for å markere hvor det arbeides.



Figur 4.18 Enlinjeskjema for kontaktledning for strekning med stasjon

4.8 Tekniske løsninger på seksjonering

For ulike systemer er det utarbeidet egne beskrivelser i form av tabeller for å bygge seksjonering av ledninger avhengig av kurvatur, spennlengde og sikksakk.

Standarder for de ulike systemene er:

System 35 og 35 MS	blir bygget over 3 spennlengder
System 20	blir bygget over 3 eller 5 spennlengder
System 25	blir bygget over 5 spennlengder

Seksjonsisolatorer plasseres der det ikke kan bygges seksjonering med ledninger.

4.8.1 Plassering av seksjoner

Ved sugetransformator

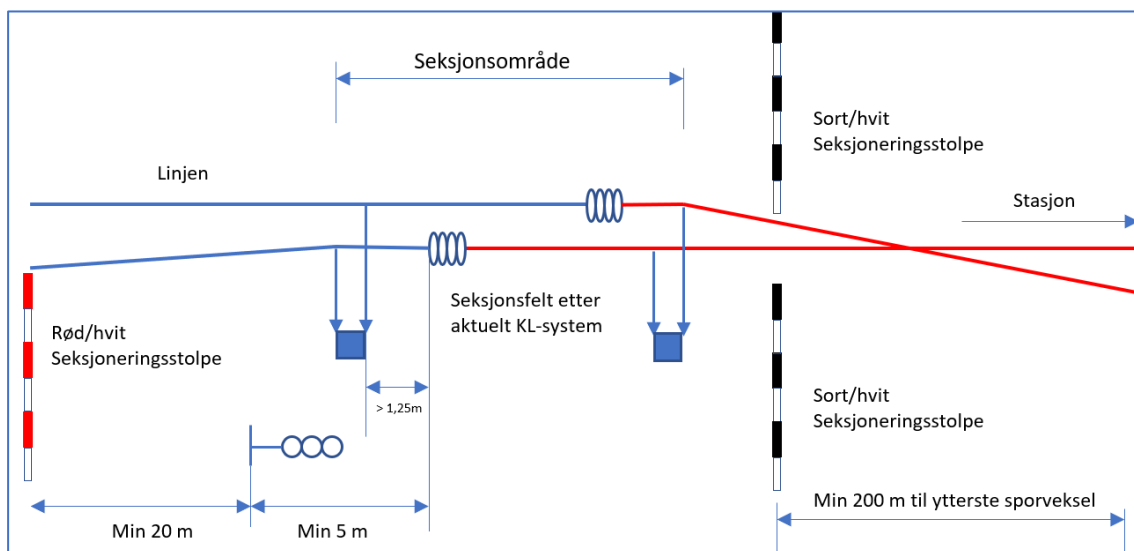
Sugetransformatorens plassering i forhold til signaler er beskrevet i teknisk regelverk. Figuren under viser symbolbruk.



Figur 4.19 Seksjonering ved sugetransformator

Ved stasjonsgrense

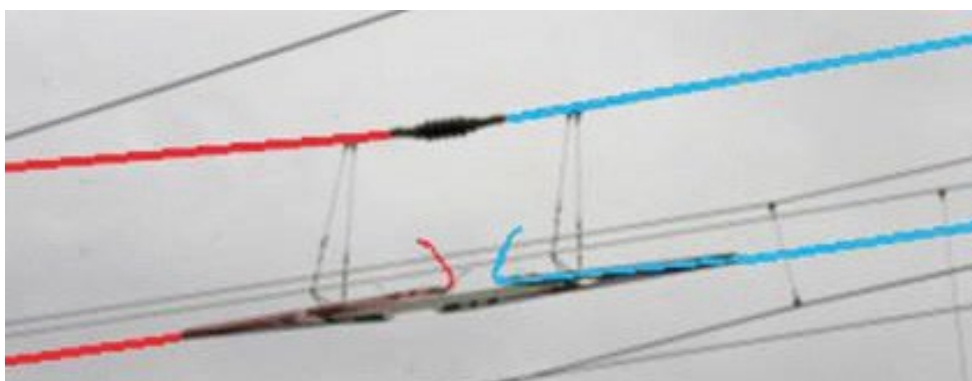
Anvendes der man deler opp mellom stasjon og linjen. Figuren under angir minimumsavstander fra signal og markeringsstolper ved stasjonsgrenser.



Figur 4.20 Plassering av luftisolert seksjonfelt ved stasjonsgrens

Seksjonsisolator

Seksjonsisolator er et elektrisk dele i kontakttråden som kan passeres av trekkraftkjøretøyets strømvtager. Merk at det er satt inn isolator i bærelinen.



Figur 4.21 Seksjonsisolator

Jordet seksjon

Lastespor, sidespor og hensettelsesspor med kontaktledning skal normalt være utkoblet og jordet over jordingsbryter. Til isolering av disse bør det benyttes seksjonsisolatorer. Disse skal plasseres minst 2,5 m utenfor middel mot nabospor, eller hvor det er sporsperre minst 5,5 m utenfor denne. Ledning som fører frem til lokomotivstallvegg skal ha jordingsbryter som normalt skal være innkoblet. I spesielle tilfeller hvor det er ønskelig bare å isolere en del av sporet, kan seksjonsisolatorer monteres innenfor middel. Disse skal plasseres minst 2,5 m innenfor middel mot nabospor. Der hvor det er sporsperre minst 5,5 m utenfor denne, dog ikke nærmere enn 2,5 m mot middel i avvik.

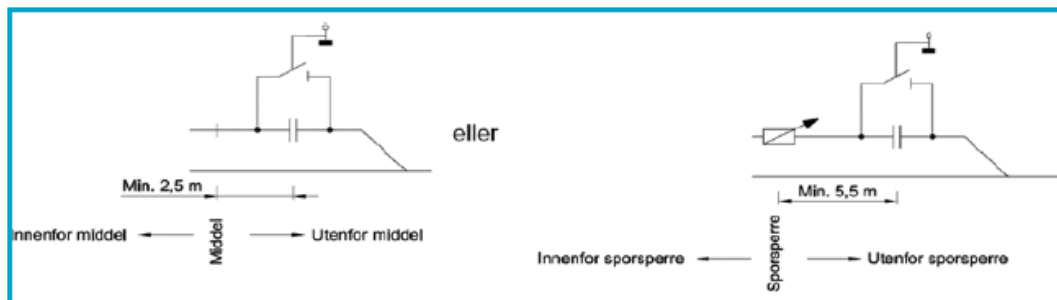
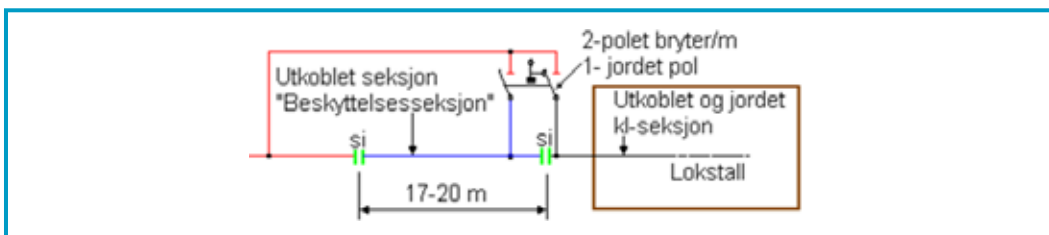


Fig 4.22 Jordet seksjon

Beskyttelsesseksjon

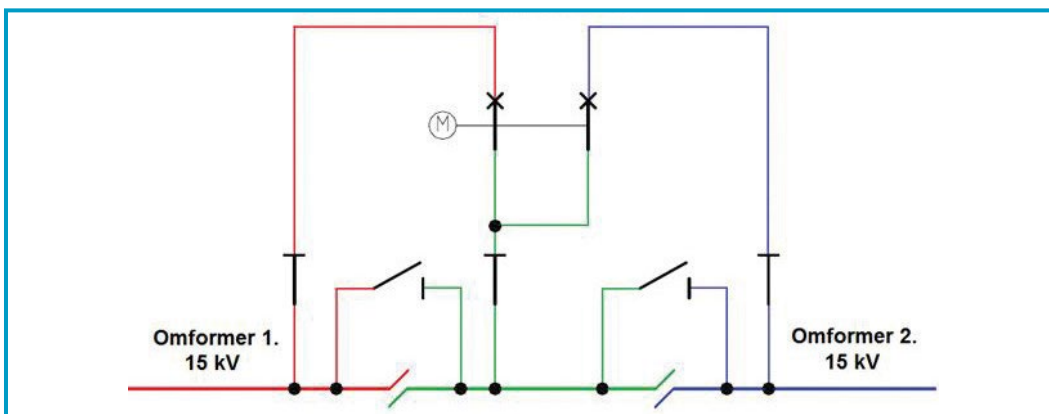
Kontaktledning som føres inn i lokomotivstall skal ha beskyttelsesseksjon og være utstyrt med en jordingsbryter som normalt skal ligge i jordet stilling. Denne seksjon skal, hvis ikke annet er bestemt, være 17-20 m lang. Ved beskyttelsesseksjon benyttes det en to-polet jordingsbryter. Beskyttelsesseksjonen skal koples til den ene bryterpolen som ikke jordes, og ledningen som fører inn i stallen kobles til den andre bryterpolen som skal jordes. Se Fig.4.22 Beskyttelsesseksjoner er normalt bygget opp ved hjelp av seksjonsisolatorer



Figur 4.23 Beskyttelsesseksjon foran lokomotivstall og lignende

Sonegrensebryter

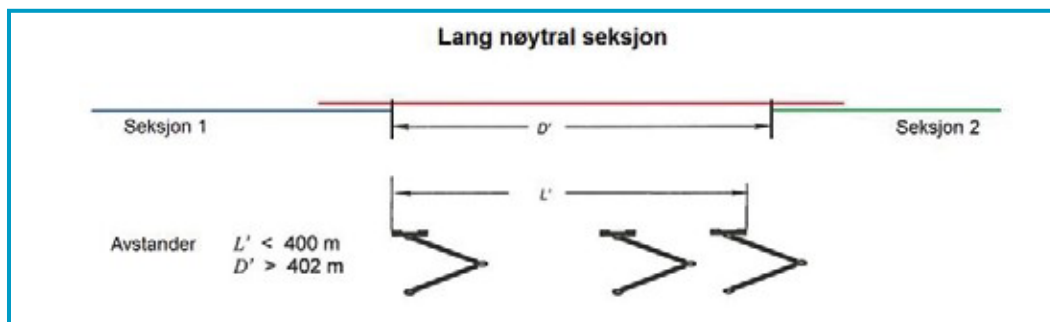
En sonegrensebryter er en topolet eller trepolet effektbryter som benyttes i kontaktledningsnettet eller AT-nettet for automatisk seksjonering ved feil. Oppdelingen av kontaktledningen er gjort ved bruk av luftseksjonering.



Figur 4.24 Enlinjeskjema på topolet sonegrensebryter tilkoblet dødseksjon

Dødseksjon

En dødseksjon er en kort seksjon som utkoblet hindrer strømavtagere i å sammenkoble to matestasjoner som ikke er i fase. For å hindre at toget stopper mens det kjører gjennom dødseksjonen stilles det derfor noen krav til topologien hvor dødseksjonen kan plasseres. I tillegg må togene ha minimum 40 km/h for å rulle gjennom seksjonen. Dødseksjon er gjerne arrangert sammen med en sonegrensebryter.



Figur 4.25 Prinsippkisse for dødseksjon oppbygd med seksjonfelt og avstand mellom to strømavtagere ihht internasjonale normer

4.9 KOMPONENTER I KONTAKTLEDNINGSANLEGG

4.9.1 Kontaktledningsbrytere

Kontaktledningsbrytere har som oppgave å forbinde ulike koblingsgrupper med hverandre. Montasje gjøres i henhold til systemtegninger, som ivaretar funksjonalitet og elsikkerhet. Enlinjeskjema viser en oversikt over bryterplanene og koblingsgruppene. Krav til kontaktledningsbrytere er beskrevet i Bane NORs tekniske regelverk og tekniske spesifikasjoner.

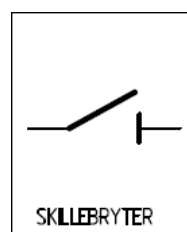
Kontaktledningsbrytere i seksjonering av kontaktledningsanlegget i hovedspor og på større stasjonsområder skal være fjernstyrte.

4.9.1.1 Skillebryter

En skillebryter kan bare benyttes til å dele opp et nett der det ikke går laststrøm. I praksis vil det si at de må bare betjenes i et strømløst kontaktledningsanlegg.



Figur 4.26 Skillebrytere



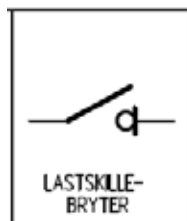
Tegningssymbol på enlinjeskjema

4.9.1.2 Lastskillebryter

Lastskillebryter er en bryter som kan bryte de normale laststrømmer i kontaktledningsanlegget, og som i åpen stilling oppfyller kravene til isolasjonsavstand mellom skilleknivene.



Figur 4.27 Lastskillebryter



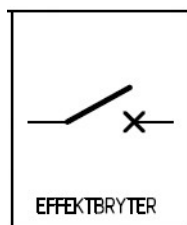
Tegningssymbol på enlinjeskjema

4.9.1.3 Effektbryter

En effektbryter skal bryte normale laststrømmer og kunne bryte kortslutningsstrømmer. Effektbrytere benyttes i forbindelse med omformer- og matestasjoner, koblingshus og sonegrensebrytere.



Figur 4.28 Effektbryter



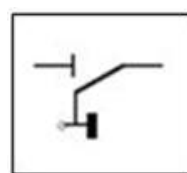
Tegningssymbol på enlinjeskjema

4.9.1.4 Jordingsbryter

En jordingsbryter er en skillebryter som har påmontert en jordkniv. Bryteren jorder den delen av kontaktledningsanlegget som er frakoblet. Disse bryterne benyttes vesentlig ved lastespor og lokomotivstaller. Jordingsbrytere er som regel forriglet i avhengighet til en spersperre. Egen instruks for betjening av bryteren.



Figur 4.29 Jordet bryter



Tegningssymbol på enlinjeskjema

4.9.1.5 Håndbetjente brytere



Figur 4.30 Håndbetjening til bryter

Håndbetjente brytere kan ikke fjernbetjenes og er som regel montert ved:

- sidespor hvor kontaktledningsanlegget normalt er frakoblet
- laste- og lossespor
- spor hvor rullende materiell henses
- stasjonsbryteren på mindre stasjoner
- reservestrøms transformator
- togvarmeanlegg

Ved lasteområder og hensettingsspor er det som oftest en jordingsbryter. Disse er merket med:

- Jordet/ute (Kontaktledningsanlegget inn til lasteområdet er frakoblet og jordet)
- Inne (Kontaktledningsanlegget inn til lasteområdet er spenningssatt)

4.9.1.6 Fjernstyrte brytere

Kontaktledningsbrytere kan kobles til en elektrisk manøvermaskin med fjernstyring. De styres/ betjenes fra elkraftsentralen, men de kan også betjenes manuelt etter ordre fra leder for kobling. I Bane NOR er det flere typer manøvermaskiner.

4.9.2 Nummerering av kontaktledningsbrytere



Figur 4.31 Manøvermaskin til fjernbetjent bryter

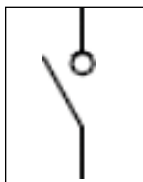
For sikkerheten til personer som arbeider i og ved Bane NORs høyspenningsanlegg er det viktig at alle kontaktledningsbrytere er merket med et unikt identifikasjonsnummer.

Alle banestrekninger i Norge har sitt nummer og det ble bestemt at alle kontaktledningsbryterne skal ha nummerering etter banestrekning, type bryter og der de er plassert. Alle kontaktledningsbrytere skal ha klar og tydelig merking om den er ute (frakoblet) eller inne (tilkoblet). På et enlinjeskjema skal bryteren alltid vises i normalstilling.

Eksempel:

Drammenbanen er banestrekning nr.14 og en bryter vil få 14 som de to første siffer. Bryteren får da bryternummer: 14-244-S. Betegnelsen forteller at det er en skillebryter (S) eller en lastskillebryter (L)

Brytere vises i normalstilling og nummerering er etter koblings skjema



Symbol for lastbryter

4.9.3 Isolatorer

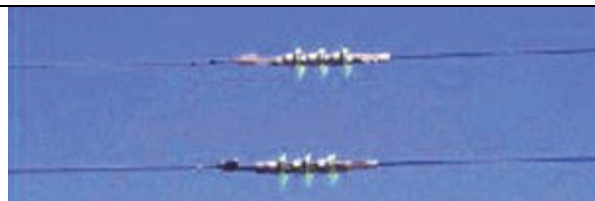
Isolatorer brukes der hvor to anleggsdeler skal være elektrisk atskilt samtidig som de er mekanisk sammenhengende. I kontaktledningsanlegget finnes isolatorer i forbindelse med kontaktledningen, utliggerer, brytere og barduner, samt mate-, forbigangs-, forsterknings- og returledning. Utførelse, materialvalg og ytelse er beskrevet i Bane NORs tekniske spesifikasjoner.

Tap av isolasjonsevne kan oppstå av forskjellige grunner:

- Gjennomslag på grunn av skader eller feil i materialet som isolatoren er laget av
- Overslag på grunn av overspenninger eller for liten isolasjonsavstand
- For liten overflateisolasjon slik at det oppstår krypestrømmer på grunn av sot, salt, støv og lignende
- Hærverk

I kontakttråd og bæreline

Isolatorer i kontakttråd og bæreline betegnes som avspenningsisolatorer. Glassisolatorer og stavisolatorer av silikonbasert kompositt benyttes. I tunneller foretrekkes isolatorer som har lang krepstrømvei og er lette å rengjøre.



Figur 4.32 Isolatorer I kontaktledningen

I utligger

I utliggerer benyttes glassisolatorer og silikonbaserte komposittisolatorer. Piggisolatorer av porselen skal ikke benyttes lenger, men de finnes i eldre systemer i kontaktledningsanlegget. Det er tatt frem komposittisolatorer som kan benyttes som piggisolatorer.



Figur 4.33 Isolatorer I utligger

I barduner

Barduner skal normalt ha isolator mellom feste i maste og forankring. Årsaken til det er at man ikke ønsker en strømkrets gjennom bardunen. På eldre anlegg finnes porselensisolatorer som kalles egg. Bardunisolatorer skal monteres så høyt i bardunen at berøringsspenninger unngås.



Figur 4.34 Bardunisolator i kompositt

Seksjonsisolatorer

En seksjonsisolator er en isolator i kontaktledningen som kan passeres med en aktiv strømvtager, uten å miste strømforsyningen til toget.



Figur 4.35 Eksempel på seksjonsisolator

4.9.4 Øvrige ledninger

En ledning er en tråd, leder, kabel eller line anvendt i elektriske anlegg eller annen konstruksjon.

Disse har forskjellig navn etter funksjonen de har:

- Forsterkningsledning (fsl), en parallellkobling til kontaktledningen
- Forbigangsledning (fl), en leder som fører energi forbi en eller flere koblingsgrupper
- Mateledning (ml): en ledning som benyttes til å forbinde samleskinne i strømforsyningsanlegg til et innmatingspunkt på kontaktledningsanlegget
- Fjernledning (fjl): en ledning som går fra omformerstasjon eller kraftstasjon til transformatorstasjon
- AT-anlegg med positive og negative ledere: er ledere som har +/- 15 kV slik at overføringsspenningen blir 30 kV. Positiv lederen (PL) er koblet til kontaktledningen

I alle overnevnte ledninger kan det brukes kabel på hele eller deler av overføringen.

Forsterkningsledning (fsl)

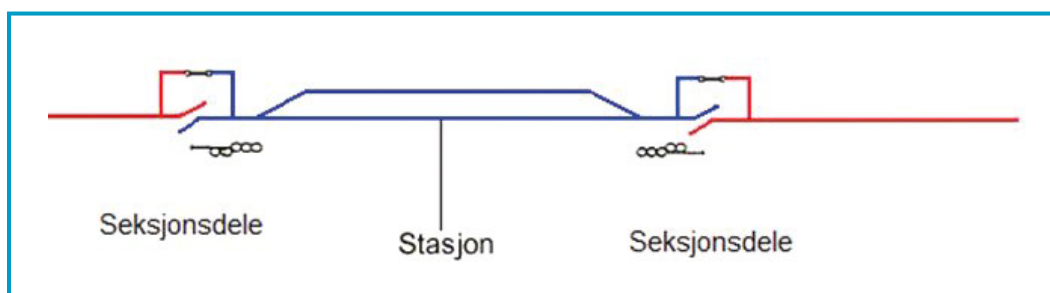
Hensikten med forsterkningsledning er å øke tverrsnittet til kontaktledningen og dermed redusere spenningsfallet. Forsterkningsledningen føres parallelt med kontaktledningen og tilkobles denne med visse mellomrom. Den skal tilkobles både kontakttråd og bæreline. Forsterkningsledningen må seksjoneres der hvor kontaktledningen seksjoneres, det vil si at forsterkningsledningen må tilkobles de samme bryterne som kontaktledningen i et seksjonsdele. Forsterkningsledningen utføres normalt som uisolert enleder line, og den skal minimum ha et tverrsnitt som tilsvarer summen av tverrsnittet til kontakttråd og bæreline. Forsterkningsledningen festes til isolatorer på toppen av master og det benyttes spir på åk. Der det er hensiktsmessig kan forsterkningsledningen legges som høyspenningskabel.

Forbigangsledning (fl)

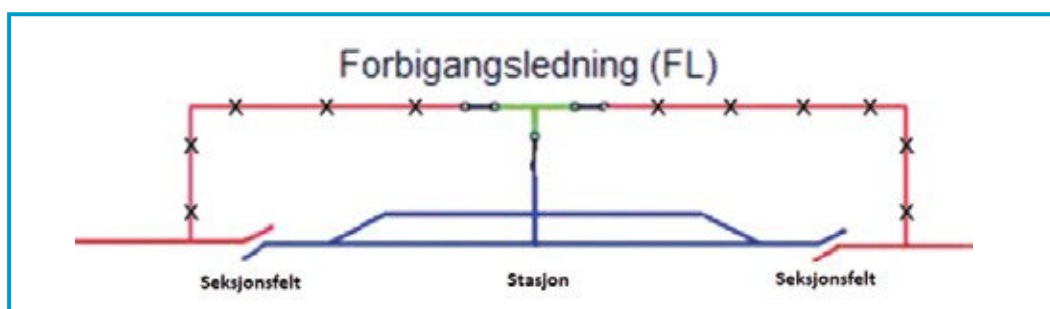
Forbigangsledning er en ledning som gjør at kontaktledningsnettets kan samkjøres/beholdes sammenkoblet selv om kontaktledningen i en koblingsgruppe blir koblet ut. Forbigangsledningen utføres normalt som uisolert enlederline og den festes til isolatorer på toppen av master og det benyttes spir på åk. Den skal ha et tverrsnitt som tilsvarer summen av tverrsnittet til kontakttråd og bæreline. Kravet til avstand mellom kontaktledningsanlegg og forbigangsledning er minimum 2 meter, og er beskrevet i teknisk regelverk.

Der det er hensiktsmessig kan forbigangsledningen legges som høyspentkabel.

Figur 4.36 viser en stasjon uten forbigangsledning, og figur 4.37 viser en stasjon med forbigangsledning (fl).



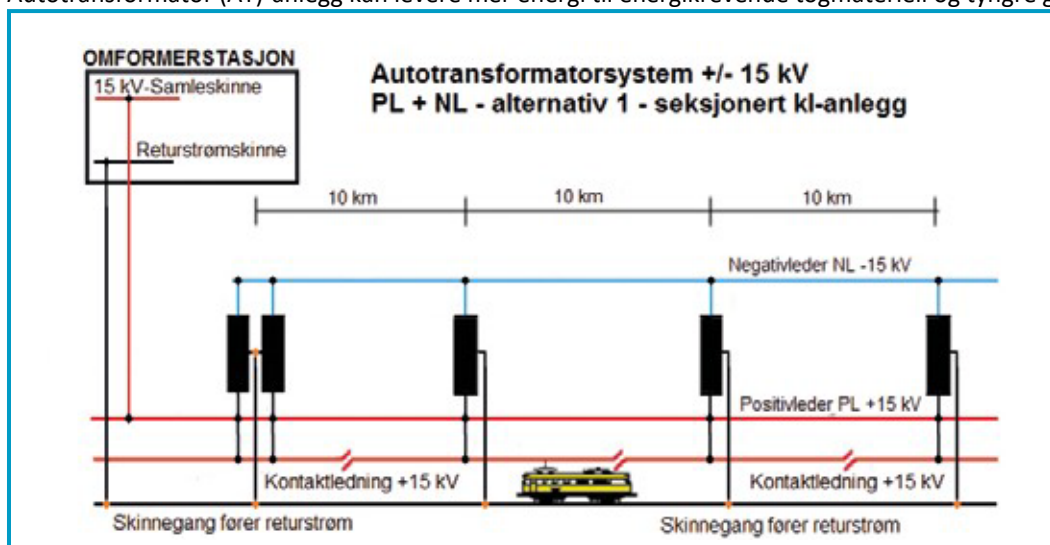
Figur 4.36 Stasjon uten forbigangsledning



Figur 4.37 Stasjon med forbigangsledning med tre brytere

4.10 AUTOTRANSFORMATOR SYSTEM (AT)

Autotransformator (AT)-anlegg kan levere mer energi til energikrevende togmateriell og tyngre godstog.



Figur 4.38 Prinsippkisse Autotransformatorsystem – seksjonert kl-anlegg

Et autotransformatorsystem er et nett som kobler omformere sammen på et 30kV spenningsnivå. Det består av to ledere som fremføres med en plussleder (+) og en minusleder (-) som har et spenningsnivå på +/- 15 kV til jord. Det er tre godkjente AT-anlegg som brukes i dag.

- Autotransformatorsystem med seksjonert kontaktledning
- Autotransformatorsystem med enkel negativleder
- Autotransformatorsystem med fjernledning

Plusslederen (PL) er koblet til kontaktledningen med brytere og mater seksjoner på 6 km.

Med AT-anlegget som samkjøringsnett for omformere kan man overføre mere energi enn gjennom et enkelt kontaktledningsnett. Dermed reduseres tapene.

Ved at spenningen fordobles som igjen fører til at strømmen halveres for samme energimengde. Det er også mulig å se for seg at avstanden mellom omformere kan økes så mye at man kan fjerne en stasjon.

Der AT-anlegg settes i drift fjernes sugetransformatorer og returledning. Anleggsmassen reduseres, og feilkilder blir borte.

Returstrømmer i AT- anlegg vil kun gå i sporet der det befinner seg en forbruker. Det betyr at strømmen går til de to transformatorene forbrukeren befinner seg mellom. Autotransformatorene settes i kiosker med oljebrønn og rom for kabelføring.

Typiske verdier:

- Ytelse 5 MVA
- Kiosk av stålplater ca. 3 x 3,2 m
- Oljeoppsamling i fundament
- Plassering ca. hver 10 km i utkanten av stasjonsområder
- Enkelt arrangement uten vern eller effektbryter. Utkobling i tilfelle feil og kortslutning skjer med effektbryter og distansevern i omformerstasjonene
- Berøringssikre tilkoblinger mellom høyspenningskabler og terminaler. Kablene har overspenningsvern
- Lufttett utførelse av autotransformatoren
- Enkelt tilsyn og minimalt vedlikehold



Figur 4.39 Kiosker med autotransformator, bilde fra Kielland

4.11 STREKKING MED AT OG STREKK AV AT-LEDNINGER

På strekking med Autotransformator og langsgående AT-ledninger transporteres energien fra omformerstasjonene til togene med dobbelt så høy spenning. Fra dagens 15 kV nominell spenning til 30 kV som oppnås ved bruk av de to langsgående ledningene benevnt som PL +15 kV (positiv leder) og NL -15 kV (negativ leder).

Dette gjør at det kan overføres mye større energimengder over lengre strekninger med vesentlig mindre tap enn i dag. Derfor vil Bane NOR forsterke strømforsyningen over lange distanser ved å supplere dagens strømforsyning med et autotransformatorsystem.

AT -systemet reduserer energitapet med ca. en tredjedel og forbedrer spenningen for togene.



Figur 4.40 Strekking med AT-ledninger mellom Egersund og Hellvik

4.11.1 Forkortelser som blir brukt i forbindelse med autotransformatoranlegg

Under er det forkortelser og uttrykk som blir brukt i forbindelse med bygging av AT-anlegg.

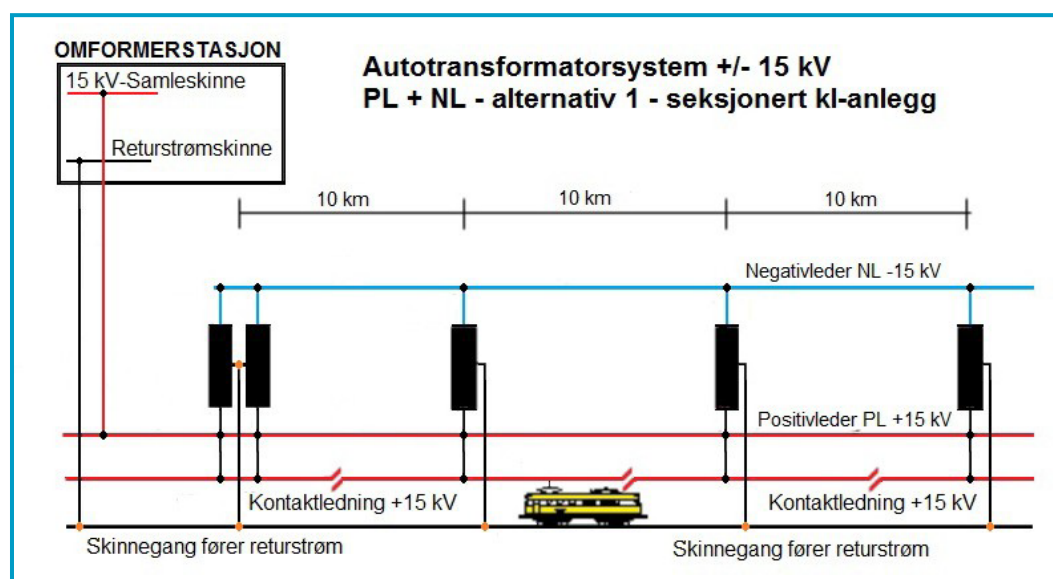
BT	Sugetransformator
AT	Autotransformator
ATBT	Kombinasjon av AT-system og BT-system, en del av strekningen er AT med overgang til BT
PL	Positivleder (AT-system). Her med + 15 kV relativt til skinnegang/jord, 30 kV mot NL.
NL	Negativleder (AT-system). Her med minus 15 kV relativt til skinnegang/ jord, 30 kV mot PL
ATPLNL	AT-system med positiv- og negativleder
EMC	Elektromagnetisk kompatibilitet/ sameksistens
BTRR	KI-system med sugetransformator og retur i skinnegang (Rail Return)
RR	Retur i kjøreskinne
AT-vindu	Strekning mellom to autotransformatorer, normalt ca. 10 km
BT-vindu	Strekning mellom to sugetransformatorer, normalt ca. 3 km
AT-system	Autotransformatorsystem, omfatter komplett system med seksjonert kontaktledningsanlegg og AT nett
AT-ledere	PL, NL både somluftledning og kabel, eventuelt selvbærende hengekabel
AT-nett	Omfatter komplett system for fremføring og seksjonering av AT-ledere, autotransformator, 2-polet brytere i PL og NL og overspenningsvern
AT-enhet	Autotransformator og kiosl
CUS	Current unbalance suppression. Benyttes i utredninger fra Varju EMC som betegnelse på sugetransformator i PL og NL.
BTRC	KI-system med sugetransformator og returledning (Return Conductor)

4.11.2 ATPLNL-anlegg med seksjonert kontaktledningsanlegg

Autotransformatorsystem med positiv leder (PL), negativ leder (NL) bygget med seksjonert kontaktledning.

Autotransformatorsystem for norske forhold, teknisk godkjenning og krav til utførelse.

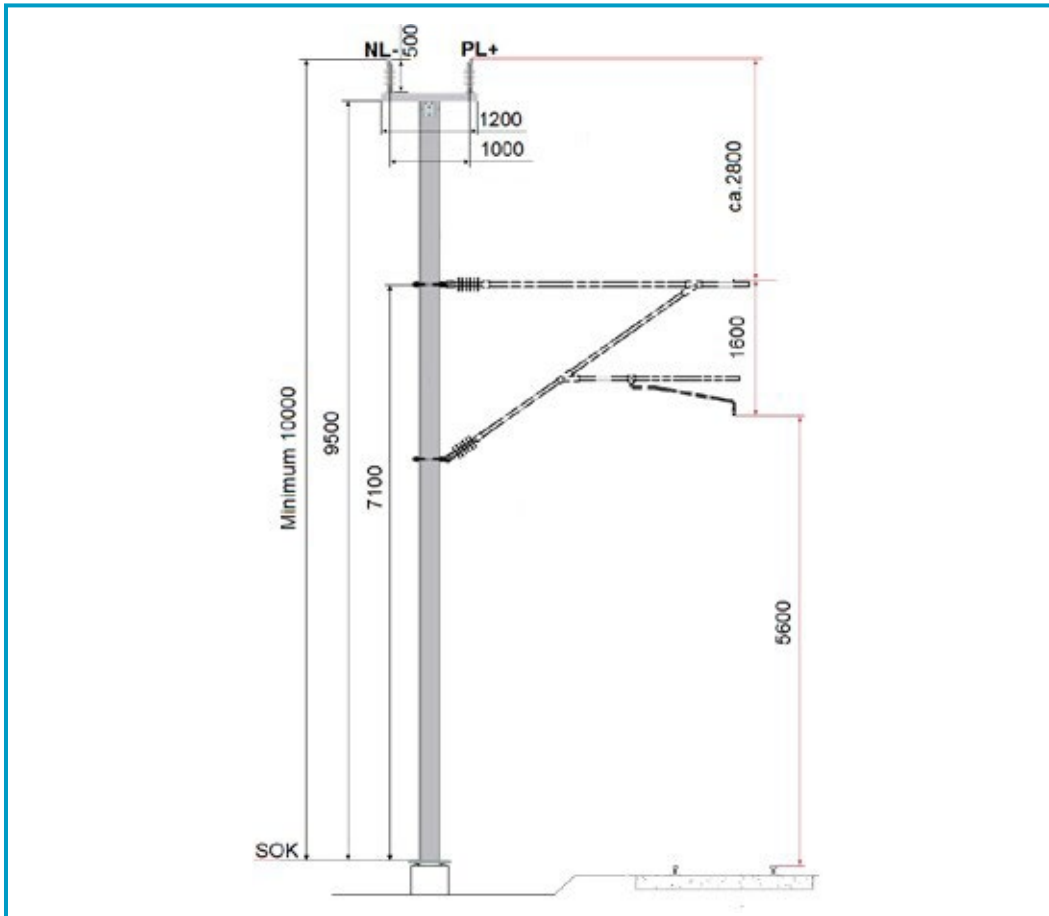
I prinsippsskissen under er det visst hvordan AT-anlegget og KL- anlegget bygges og kobles sammen. Ved start på et AT-anlegg fra en omformer eller et koblingshus skal det vær to autotransformatorer. Dette på grunn av start oppstart strømmen i anlegget. For hver 10 km på AT strekningen blir det plassert en autotransformator som kobles sammen med KL-anlegget. Det er positiv lederen (PL) på autotransformatoren som kobles til kontaktledningen. Midtuttaket på autotransformatoren kobles til kjøreskinne for jord/returstrøm.



Figur 4.41 Autotransformatorsystem med seksjonert kontaktledning

4.11.4 Beskrivelse av AT-anlegg

På strekninger med AT-ledninger brukes det bjelkemaster (HEB) med minimum høyde 9,5 m (over SOK). På toppen av masten blir det montert en travers (Al-profil) med dimensjon 100x120x1200 mm. På denne traversen monteres det støtteisoleratorer 36 kV med linebærer ca. lengde 500 mm. Dette gir en avstand fra nærmeste AT-leder og ned til strekkstaget i utligger ved mast blir ca. 2,8 m ved masten. Forutsetningen er at det er system 20 med kontaktrådshøyde 5,6 m, systemhøyde i utligger 1,6 m og AT-ledere er montert horisontalt symmetrisk om toppen av KL masten. Avstanden mellom AT-ledere og nærmeste del av kontaktledningsanlegget er bestemmende for elsikkerhetstiltak ved arbeider på kontaktledningsanlegget. Avstanden til terreng må være minimum 5 meter.



Figur4.42 Prinsippskisse mast med AT-ledere

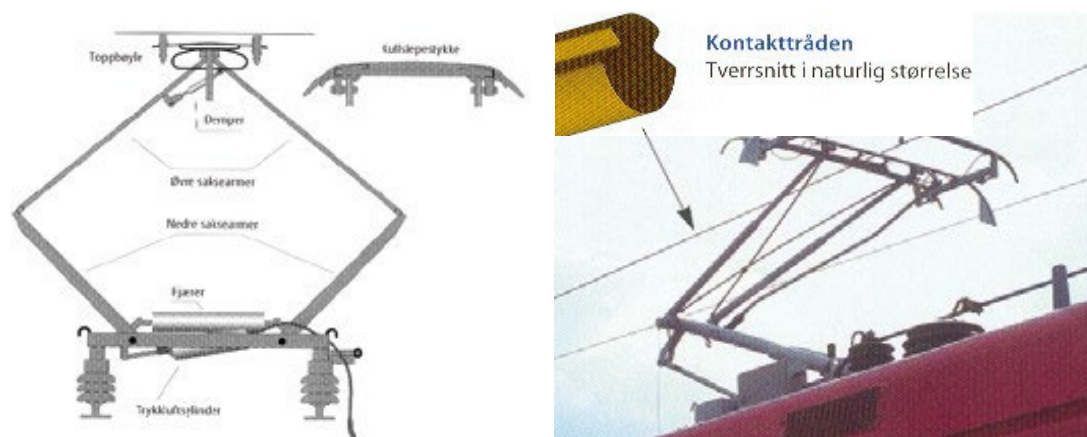
5 MEKANISK SYSTEMBESKRIVELSE AV KONTAKTLEDNING

Kontaktledningen har to oppgaver

- Å overføre elektrisk energi fra matestasjoner/ omformere og frem til trekraftmateriell
- Å overføre elektrisk energi fra ledningen og til trekraftmateriell via en strømvaktaker.

For å få til en best mulig overføring av strøm fra kontaktråd og til strømvaktaker er det noen viktige oppgaver som må fungere best mulig.

- En ren elektrisk oppgave og er omtalt i kapittel 6. «Elektrisk beskrivelse»
- Mekaniske krav til komponenter
- En dynamisk oppgave. Det er utarbeidet egne dynamiske krav til strømvaktaker og kontaktledning for å oppnå best mulig strømvaktaking
- Det rullende materiellet må ha en gitt oppførsel på sporet



Figur 5.1 Strømvaktaker er teknisk avanserte innretninger



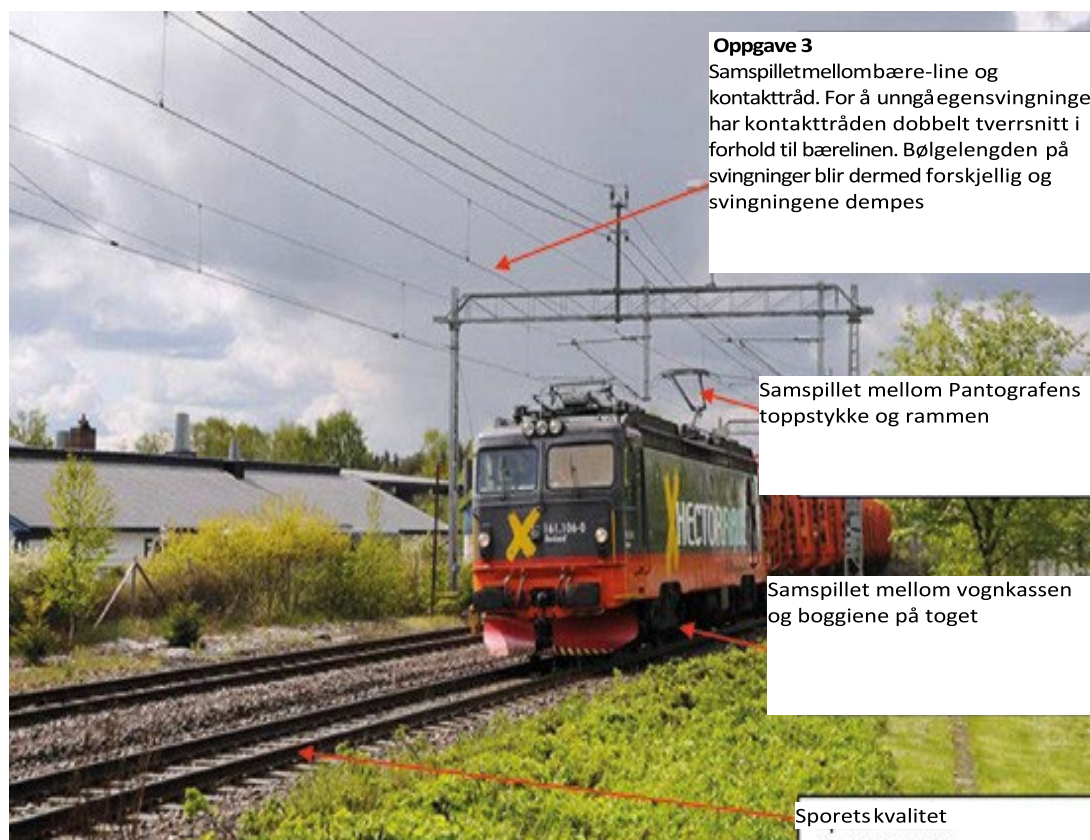
Figur 5.2 Kontaktledningsanlegg



Figur 5.3 Skinner med spurveksel

Oppgave 3 er den vanskeligste å løse, fordi den er avhengig av 3 ulike faktorer for å fungere best mulig.

- Kontaktledningsanleggets tekniske utførelse
- Togets fjæring og strømvtagers mekaniske egenskaper og plassering på toget
- Sporets kvalitet med toleransekrav



Figur 5.4 Oversikt over de forhold som avgjør om vi får god strømavtaging.

Det er flere elementer som kan påvirke strømavtagingen:

1. Kontaktledningens kvalitet, toleranser og elastisitet
2. Sporets kvalitet og toleranser
3. Klimatiske forhold
4. Kontaktkraft mellom slepekull og kontakttråd
5. Hastighet og hvordan det elektriske trekraftkjøretøyet oppfører seg
6. Profil (tvangspunkter som tunneler med videre)
7. Hvordan toppstykket er mekanisk opplagret i forhold til rammen og kraften som toppstykket utøver på kontakttråden. Kraften kommer av et statisk grunntrykk (55N) og aerodynamisk bidrag



Figur 5.5 De tre punktene hvor trekraftmaterieell treffer infrastruktur

5.1 KONTAKTLEDNINGSSYSTEMER

Det er tre krav som er bestemmende for valg av kontaktledningssystem. Disse er:

1. Hastighetsprofilen for strekningen (km/t)
2. Strømvtagerkonfigurasjon for togene, avstand mellom strømvtagere på samme tog
3. Togtetthet og sporklasse. Antall tog som tar ut energi og sporets klasse

For kontaktledningssystemer og tog som oppfyller kravene til samtrafikk i Europa forenkles problematikken i punkt 2. ved systemvalg

To kontaktledninger som går parallelt i vekslingfelt eller seksjonfelt må ikke være mer enn en hastighetsklasse fra hverandre (tilnærmet samme dynamiske egenskaper). Grunnen til at dette er at ytelsen må tilsvare samme hastighetsklasse og det kan være forskjellig strekk i ledningene, som gir ulike dynamiske ytelser.

Systemer som ikke er nevnt her må også vedlikeholdes, se kap. 5.3 Eldre systemer. Ved bygging av kontaktledningsanlegg er det i dag tre hovedklasser å velge mellom.

5.1.1 System 35

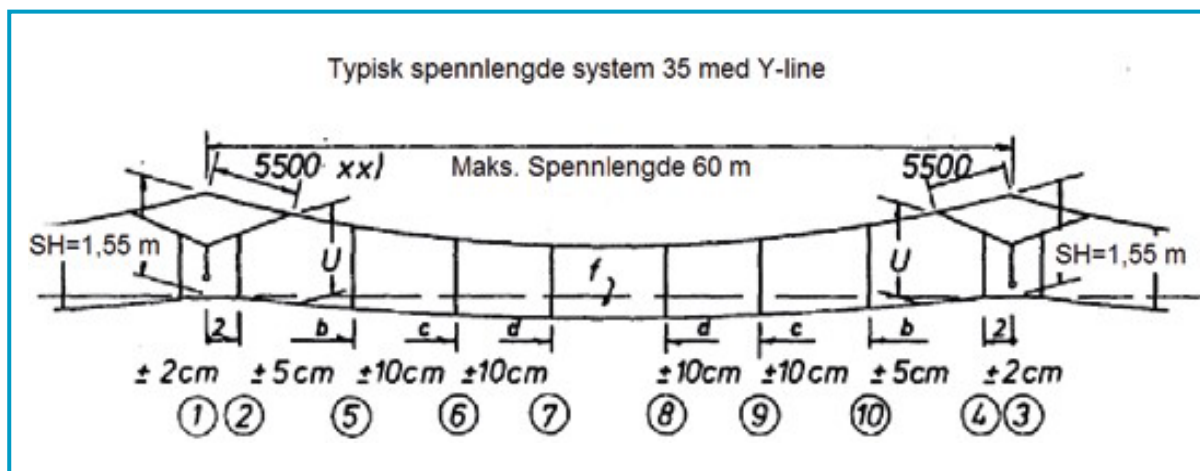
System 35 deles i to grupper

- System 35 bygges med Y-line
- System 35 MS bygges uten Y-line. (MS = Modifisert system)

Systemet egner seg for hastighetsområder rundt 130 km/t for flere strømvtagere og er dermed ikke et alternativ til bruk på høyhastighetsbaner.

5.1.1.1 System 35 (med Y-line)

- Balansearm Svingbare utligger Systemhøyde 1,55 m
- Kontaktråd høyde 5,60 m (5,05 m – 5,60 m)
- Bærelinestrek (50/7 Cu) 7063 N
- Kontakttrådstrek (Ri 100 Cu) 7063 N
- Y-linestrek (35/7 Cu) 1400 N
- Nedheng av kontaktråd følger av overhøyde og kurveradius i hengetrådtabellene
- Maksimal spennlengde $a \leq 60$ m
- 1/2 maksimal lengde på ledningspart 800 m fra fast til lodd.
- Spennlengder og sikksakk, se tabell 105
- Fixpunkt EH-707064

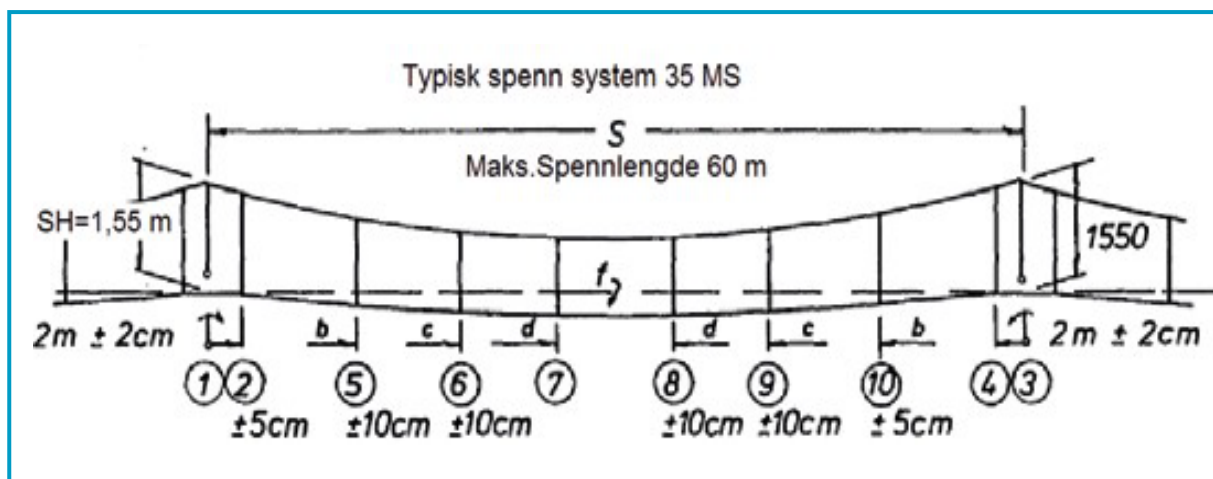


Figur 5.6 Utsnitt fra tabell 105

Hengetråder kan også beregnes med programvaren SICAT CanDrop for alle systemkategorier.

5.1.1.2 System 35 MS (uten Y-line)

- Balansearm Svingbare utligger Systemhøyde 1,60 m
- Kontaktrådshøyde 5,60 m (5,05 m – 5,60 m)
- Bærelinestrek (50/7 Cu) 7063 N
- Kontaktrådstrek (Ri 100 Cu) 7063 N
- Nedheng av kontaktråd følger av overhøyde og kurveradius i hengetrådtabellene
- Maksimal spennlengde $a \leq 60$ m
- ½ maksimal ledningspart 800 m fra fast til lodd
- Spennlengder og sikksakk, se tabell 105
- Fixpunkt EH-707064



Figur 5.7 Utsnitt fra tabell 105

System 35 kan i dag benyttes på alle spor utenom:

- Spor på fri linje (hovedspor mellom 2 stasjoner)
- Hovedtogspor på stasjoner
- Sterkt trafikkerte spor

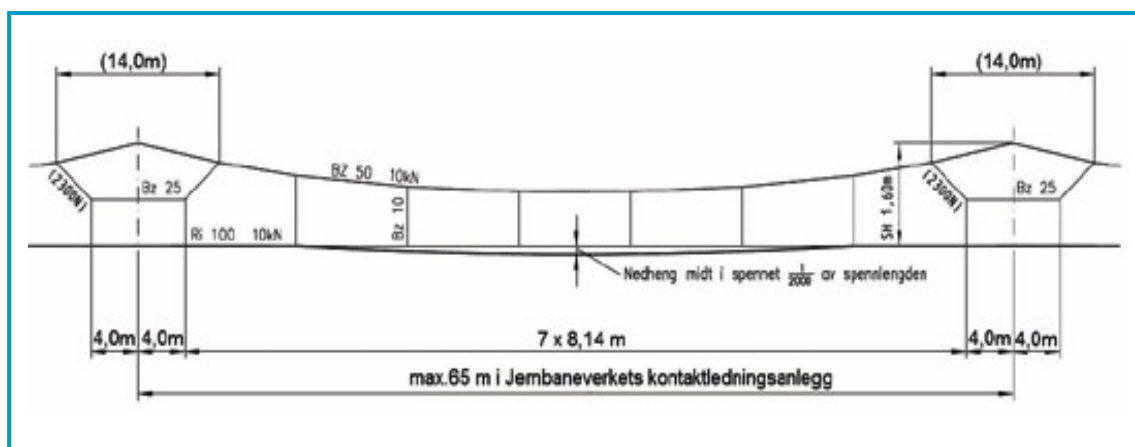
5.1.2 System 20

System 20 er et kontaktledningssystem beregnet for hastighet opp til 200 km/t. Det er delt i tre systemløsninger og byggeomåten er bestemmende for systemets kjørehastighet.

- Spor på fri linje
- Hovedtogspor på stasjoner
- Sterkt trafikkerte spor
- Der det skal kjøres krengetog

5.1.2.1 Standard A, Typisk for hastighet 200km/t

- Tegning EH-707231
- Er beregnet for kjørehastigheter opptil 200 km/t med en strømvaktaker
- Separate avspenninger for bæreline og kontaktråd
- Svingbare utliggere
- Systemhøyde 1,60 m
- Kontaktrådshøyde 5,60 m (5,05 m – 5,60 m)
- Bærelinestrek (EN 50119 - 50/19 BzII) 10000 N
- Kontaktrådstrek (RiS 100 Cu/Ag) 10000 N
- Y-linestrek (EN 50119- 25/7 BzII) 2500 N
- Nedheng midt i spenn $1/2000$ av spennlengden følger av overhøyde og kurveradius i hengetrådtabellene
- Spennlengde $a \leq 65$ m kan tillates
- $\frac{1}{2}$ maksimal ledningspart 750 m fra fast til lodd.
- Tegningsoversikt standard A EH-707157
- Fixpunkt EH-707195

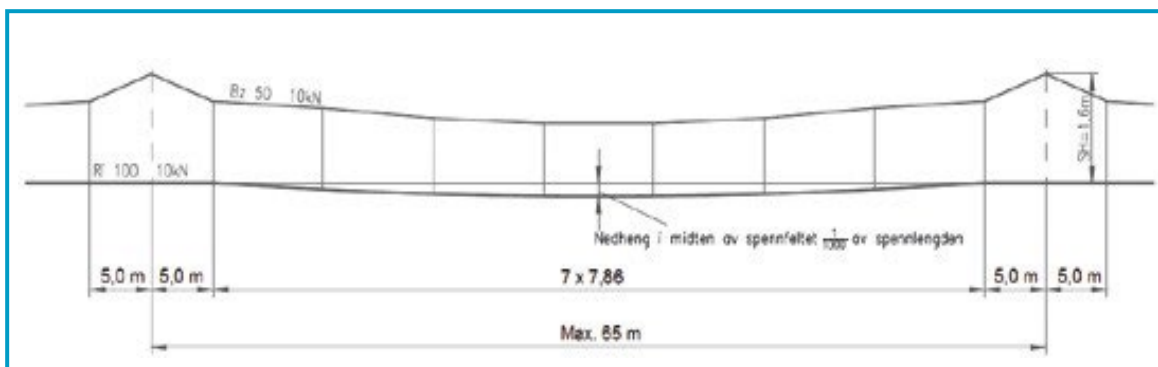


Figur 5.8 Utsnitt fra EH-707231 Standard A

Det er mulig å velge «flatt anlegg» uten nedheng, men det gir ingen gode resultater i kurver

5.1.3 Standard B. Typisk spennlengde for hastighet 160 km/t

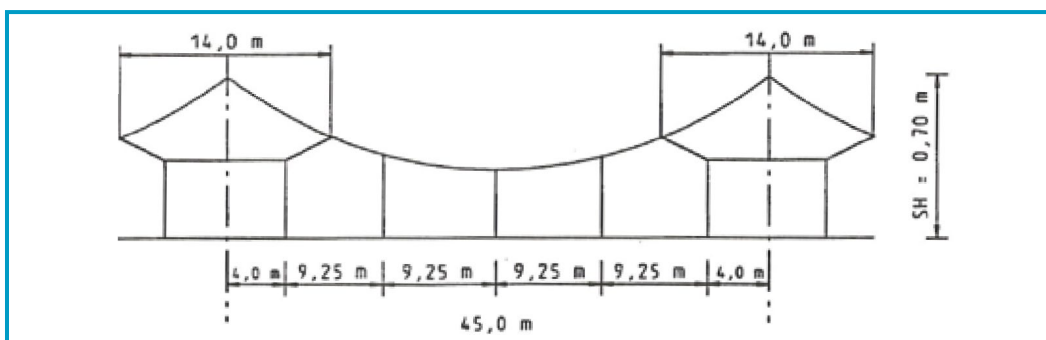
- Tegning EH-707229 Innspent bæreline Svingbare utligger Systemhøyde 1,60 m
- Kontaktrådshøyde 5,60 m (5,05 m – 5,60 m)
- Bærelinestrek (50/19 BzII) 10000 N
- Kontaktrådstrek (RiS 100 Cu/Ag) 10000 N
- Nedheng i kontaktråd følger av kurveradius gitt i hengetrådtabellene
- Spennlengde $a \leq 65$ m kan tillates $\frac{1}{2}$ maksimal ledningspart 750 m fra fast til lodd
- Tegningsoversikt standard B EH-707156
- Spennlengder og siksak, se tegning EH.800109
- Fixpunkt EH-707195



Figur 5.9 Utsnitt fra EH-707229 Standard B

5.1.3.1 Standard C₁ for tunneler med hastighet opp til 200km/t

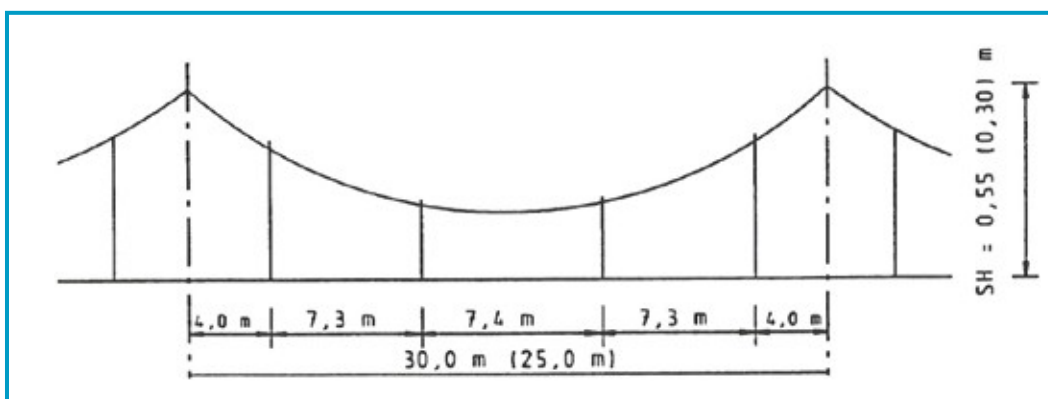
- Er beregnet for tunneler med hastighet opptil 200 km/t med en strømvaktar. Det kan bygges både med og uten Y-line.
- Innspent bæreline
- Svingbare utligger Systemhøyde 0,75 m
- Kontaktrådshøyde 5,60 m (5,05 m – 5,60 m)
- Bærelinestrek (50/19 BzII) 13 kN
- Kontaktrådstrek (RiS 100 Cu/Ag) 13 kN
- Y-linestrek (25/7 BzII) 2500 N
- Nedheng i kontaktråd følger av kurveradius gitt i hengetrådtabellene
- Spennlengde $a \leq 45$ m
- $\frac{1}{2}$ maksimal ledningspart 450 m fra fast til lodd
- Spennlengder og siksak se tegning EH.800109
- $R < 800$ m uten Y-line se tegning EH-707156
- Fixpunkt EH-707195



Figur 5.10 Standard C₁ Utsnitt fra systembeskrivelsen

5.1.3.2 Standard C2

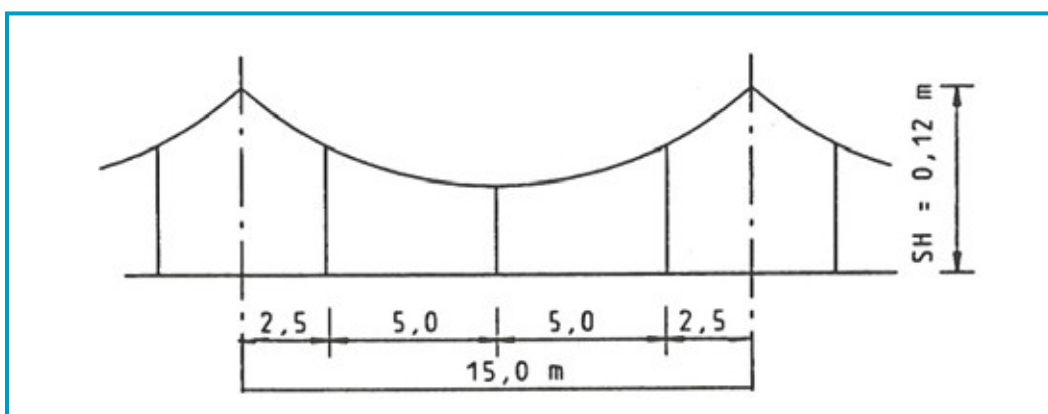
- Er beregnet for tunneler med hastighet opptil 200 km/t med en strømvaktaker.
- Bygges uten Y-line.
- Tråd og liner som for øvrig i System 20.
- Systemet har en systemhøyde på 0,55m og et minimum 0,30m.
- Maksimal ledningslengde er 2x650 m fra fast til lodd
- Strekkfordelingen er bæreline 13 kN, kontakttråd 13 kN.



Figur 5.11 Standard C2 Utsnitt fra systembeskrivelse

5.1.3.3 Standard C3

- Er beregnet for tunneler med hastighet opptil 130 km/t med en strømvaktaker.
- Bygges uten Y-line.
- Systemet har en systemhøyde på 0,12m.
- Maksimal ledningslengde er 2x650 m fra fast til lodd
- Maksimal spennlengde er 15 m
- Strekkfordelingen er bæreline 13 kN, kontakttråd 13 kN
- Liner og tråd følger de andre systemene i System 20.



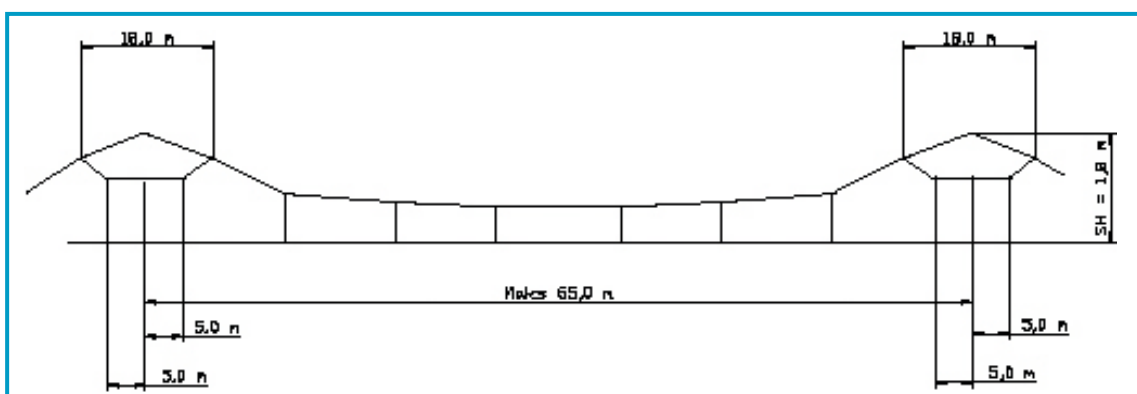
Figur 5.12 Standard C3 Utsnitt fra systembeskrivelse.

5.1.4 System 25

- Spor på fri linje
- Togspor på stasjoner
- Sterkt trafikkerte spor
- Der det skal kjøres krengetog

Parametere for system 25

- System 25 er beregnet for kjørehastigheter opptil 250 km/t med en strømavtaker
- Separat avspenning for kontaktråd og bæreline
- Svingbare utligger Systemhøyde 1,80 m
- Kontaktrådshøyde 5,30 m
- Bærelinestrek (DIN 48201 - 70/19 BzII) 15 kN
- Kontaktrådstrek (RiS 120 Cu/Ag) 15 kN
- Y-linestrek (DIN 40201 - 35/7 BzII) 2800 N
- Nedheng på kontaktråd = 0 mm
- Spennlengde $a \leq 65$ m
- $\frac{1}{2}$ maksimal ledningspart 750 m fra fast til lodd
- Spennlengder og sikksakk, se tegning EH-707397
- $R < 1200$ m uten Y-line se tegning EH-707390
- Fixpunkt EH-707195



Figur 5.13 System 25 Utsnitt fra systembeskrivelse.

Systemet egner seg ikke i krappe veksler da kurvekraftene i de lette stagen overskrider maksimalverdiene for denne konstruksjonen.

5.1.4.1 Parametere for system 25 - tunnel

- Separat avspenning for kontaktråd og bæreline
- Svingbare utligger Systemhøyde 1,10 m
- Kontaktrådshøyde 5,30 m
- Bærelinestrek (DIN 48201 - 70/19 BzII) 15 kN
- Kontaktrådstrek (RiS 120 Cu/Ag) 15 kN
- Y-linestrek (DIN 40201 - 35/7 BzII) 2800 N
- Spennlengde $a \leq 45$ m
- $\frac{1}{2}$ maksimal ledningspart 450 m fra fast til lodd
- Spennlengder og sikksakk se tegning EH-707397
- For $R < 1200$ m uten Y-line se tegning EH-707390
- Fixpunkt EH-707195

Prinsipper for spennlengder og sikksakk, liner og tråd med tilhørende strekk er spesifisert under for tunnel.

KONTAKTLEDNING	VERDI	BETEGNELSE	MERKNAD
Klimatisk temperaturområde Δ [°K] Forskjell mellom laveste og høyeste omgivelsestemperatur.	70°K (-30, +40)		Systemdokumentasjonen er normalt utarbeidet for en normaltemperatur på 5°C. Ved endringer i temperaturområdet må ledningslengden vurderes.
Største kortslutningsstrøm på stedet i [kA]	Avhengig av geografisk plassering		JD510 kap 4 pkt. 5
Ledningsevne [A]	800A		Ved beregning av strømføringsevne for et kontaktledningsanlegg skal det regnes med 20 % slitasje på kontakt- tråden.
Tverrsnitt KT [mm ²] og materiale Strekk i KT [kN]	RiS 120 (CuAg) 15 kN		EN – 50119 og EN 50122 -1
Tverrsnitt BLI [mm ²] og materiale Strekk i BLI [kN]	70/19 BZII 15 kN		EN – 50119 og EN 50122 -1
Y – line Strekk Lengde Materiale Tverrsnitt [mm ²]	3500N L=14m BZII 35 /7		For trykk og strekk. Y-line benyttes ikke ved ved kurveradius R<1200 og ved S.h under 750mm. JD540 kap 5 pkt 2.5 EN – 50119 og EN 50122 -1
Hengetrådtype, materiale og tverrsnitt [mm ²]	BZII 10/49		EN – 50119 og EN 50122 -1
Dimensjonerende vindhastighet v i [m/s]	30 m/s		
Maksimal tillatt utblåsing i [mm]	400		KL-anlegg som er prosjektert for Eurovippe har maks utblåsing på 400.
Avspenningstype, delt / samlet	Delt		
Normal systemhøyde i utligger i [mm]	1100		JD540 kap. 5 pkt. 2.3
Sikksakk og spennlengde etter tegning nr.	EH-707395 EH-707396 EH-707397 bl.1 og bl.2		
Spesifiser nedheng midt i spennet i % av spennlengden	flatt anlegg med konstant Kth 5,2m Kth 5,1m		JD540 kap 5 pkt 2.7 Ballastspor Fast spor
Mateledning, materiale og tverrsnitt [mm ²]			Etter behov
Forsterkningsledning, materiale og tverrsnitt [mm ²]			Etter behov
Utliggere etter tegningene	Fra SBB		
Loddavspenninger etter tegning	EH-707469		
Fastavspenninger etter tegning	EH-707195		Bruker delene som for fix
Fixavspenning etter tegning	EH-707195		
Anvendt software		Sicat CanDrop	For hengetrådberegning og justering av helning på lett direksjonsstag etter kurvekrefter i Kt fra beregningene.
Kabler i tunnel Isolasjonsnivå	36 (kV)		Kabler skal være halogenfrie og flammehemmende
AT Anlegg Materiale Antall ledere Tverrsnitt [mm ²] pr. leder	(Al) 2 etter behov	Axces	NL og PL Simulert

Alle andre spesifikke løsninger for System 25 følges.

Bygge toleranser er her strengere og krav til stabilitet i konstruksjoner er større enn for anlegg som tar lavere hastigheter. Master og utliggerer blir derfor litt større og tyngre for å ta opp kreftene og dynamikken.

Utligger- og henge-trådberegninger blir utført i Sicat CanDrop på samme måte som for andre systemer, men med et tillegg for sporgeometrien. Geometrien i sporet må med fordi hastigheten er så høy. Vertikale knekkpunkter og overgangskurvener må med for å få korrekte henge-tråder slik at strømvatageren kan følge ledningen.

Montasjeverdier, rørlengder og sammenstilling av utliggerer fremstilles på samme måte som for System 20. I utliggerne blir det lagt til et ekstra rør mellom trykk- og strekkstag for å stive av trykkstaket. Dette røret kalles diagonalstag.

Tegningsunderlaget for konsoller, hengemaster og utliggerdeler er bygget opp på samme måte som for System 20.

Under strekking av tråd og liner må knekk på disse unngås. Kontakttråd skal ikke skjøtes på nye anlegg av type System 25.

Ytelser for kontaktledningssystemer.

Systembeskrivelse (Hastighetsklasse)	Toghastighet i km/h for en strømvatager og a > 200 m	Toghastighet i km/h for to strømvatagere med innbyrdes avstand 73 < a ≤ 200 m	Toghastighet i km/h for to strømvatagere med innbyrdes avstand 25 < a ≤ 73 m	Strømvover- føringsevne
System 35 MS	140	120	100	600A
System 35	150	130	110	600A
System 20, Standard B og C2	160	130	110	600A
System 20, Standard A og C1	200	160	130	600A
System 25	250	200	160	800A

Tabell 1 Kontaktledning/Prosjektering/Kontaktledning/

5.2 KONTAKTLEDNINGSSYSTEMER TILPASSET STEDLIGE FORHOLD

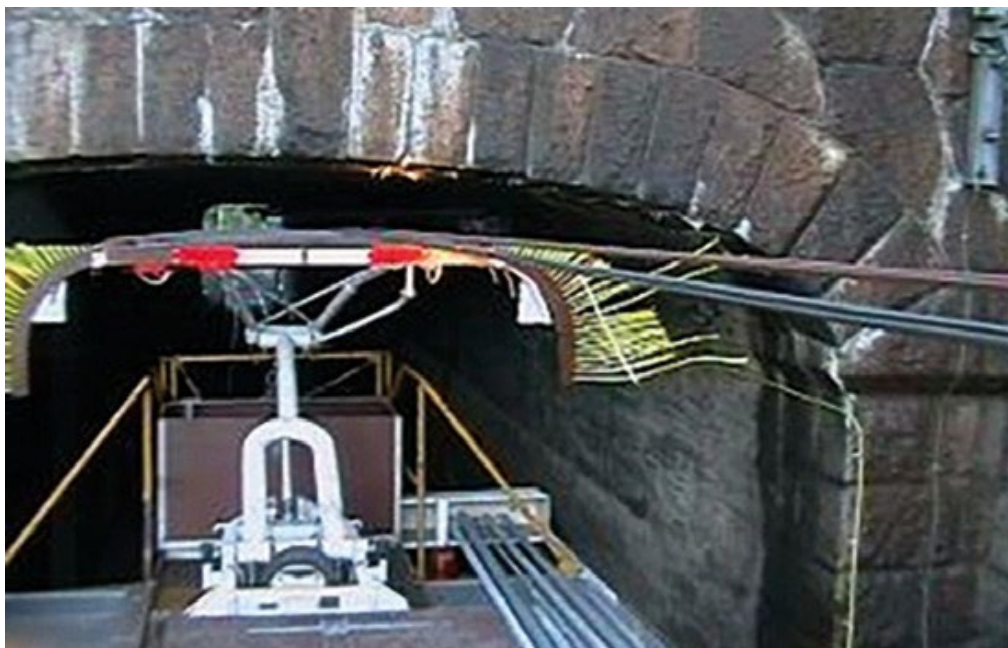
I noen tilfeller er det ikke mulig å bygge et kontaktledningsanlegg med de forannevnte systemer på grunn av for lite plass. Eldre tunneller, overbygg og bruer har som oftest begrensninger i høyde og bredde. Det er også ønske om å framføre tog med større lasteprofil, dermed blir det enda mindre plass til kontaktledningsanlegg. Dette kan løses ved å bygge kontaktledningsanlegg med spesielle tiltak/tilpasninger.

5.2.1 Kontaktledningssystem med dobbel kontakttråd

Dette er en kort innføring i hvordan et slikt kontaktledningssystem fungerer og utføres.

Prinsippet kan gi mulighet til en større kontakttråd høyde lokalt og dermed øke profilet for fremføring av tog (dobbeldekker og gods). Fremføringshastighet der det er dobbel kontakttråd er satt til maksimalt 60 – 80 og 100 km/h avhengig av strekk og spennlengder. Høydegevinsten ligger i den bestående hengetrådenes lengde og elimineringen av denne. Parallell føring av to kontakttråder medfører at ny kontakttråd høyde kan komme opp mot samme høyde som bærelinen lå på. Det må beregnes et oppløft på maksimalt 60 mm ved 80 km/h for den angitte spennlengden. Tilleggsisolasjon kan være nødvendig over selve utliggeren for å ha «duesikring» under bru eller mot fjellet over. Festene kan både brukes på trykk og strekk på rettlinj. I kurve under 1200 m skal utliggerne monteres ensidig på strekk.

Avstanden mellom parallelle naboutligger skal maksimalt være 0,5 m. Avstanden mellom parallelle kontakttråder skal være 50 mm ± 10 mm. Største sikksakk skal maksimalt være 200 mm målt på den ytterste kontakttråden. Sikksakk legges ensidig i krappe kurver og som sinusformet endring i kurver med radius over 600 m og på rettlinj. Endringen i sikksakk skal maksimalt være 50 mm fra utligger til utligger i et spenn. Hovedregelen er at utligger monteres i ytterkurve på strekk. Ved lange begrensninger i høyde bør det tilstrebes en sikksakk endring. Strekket i bæreline og kontakttråd skal være likt og minimum 720 kg i hver. Optimalt strekk er 13 kN i begge trådene. Med dette strekket kan spennlengden økes etter 12 m.



Figur 5.14 Tunnelportal og strømvakter med 200 N opptrykk

5.2.2 Strømskinne brukt som kontakttråd

Dette er en kort innføring i hvordan dette kontaktledningssystemet fungerer og utføres. Strømskinne under takhvelv eller stiv kontaktledning er et pålitelig system for mating av sporveier og jernbaner som nytter strømvtagere i vanlig drift. Selv om de i utgangspunktet ikke er designet for å erstatte konvensjonell kontaktledning er de allikevel i bruk til dette formålet. I mange tilfeller er dette den gunstige løsningen for tunneler og områder der det er liten plass. Ved sving-, klapp- og vippebroer er strømskinne særlig godt egnet med sitt uvanlige løsningskonsept.

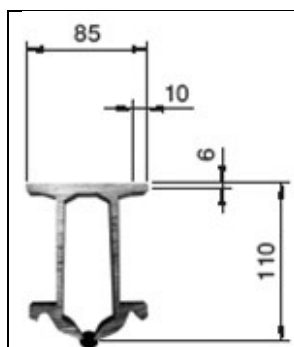
Minimal avstand fra tak til skinneunderkant er 0,5m.

Hastigheten for de strekninger som er utført med strømskinne kan trafikkeres med hastigheter rundt 130 km/h og høyere ved spesialtilpasninger av spennlengder.

Da strømskinnen er et system med svært liten elastisitet kreves det en stor grad av nøyaktighet ved montasje så vel som ved opprettholdelse av riktig sporgeometri.

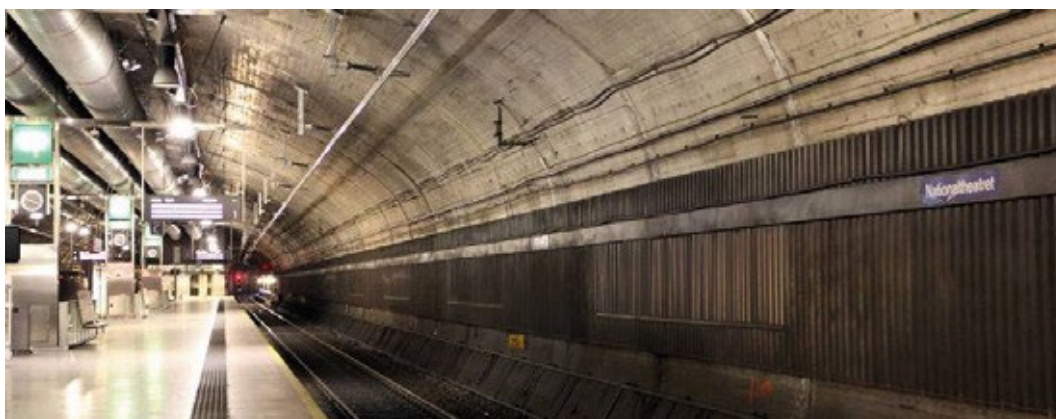
Ved siden av en relativt lav byggehøyde og med et strømførende tverrsnitt på 1500 mm² dekker dette de behov som kreves fra toggangen. I alle tilfelle er det satt inn en ordinær kontakttråd i bunnen av skinnen slik at strømvtageren beveger seg langs en normal kobbertråd. Denne bør ha et tverrsnitt som gir lengre levetid på grunn av økt slitasje når den er satt inn i stiv strømskinne.

5.2.2.1 Beskrivelse for montasje av strømskinne for tunneltak



Strømskinnen består av en profil av aluminium som kontakttråden er elastisk klemt fast i. Systemet er relativt stivt og derfor også betegnelsen stiv kontaktledning. Dagens bruk gjenspeiler også denne betegnelsen. Det er ikke uten videre enkelt å referere strømskinne til eksisterende normer for kontaktledningssystemer for samme tallverdier kan ikke oppnås for alle faktorer. Det er derfor viktig å se på de verdier man er ute etter og inngå kompromisser. I grensesnitt mellom ordinært kontaktledningsanlegg og strømskinne er det utviklet en overgang som fungerer som en fjær. Denne ivaretar en mykere overgang i de dynamiske kreftene mellom strømvtagere og tråd i de ulike anleggstypene.

Som en følge av varmeutvidelsen av aluminiumen under strømbelastning blir skinnelengdene fiksert på midten i et fixpunkt som et vanlig kontaktledningssystem. Skinnens lengdeutvidelse oppfanges av en dilatasjonsskjøt eller en overlapp med strømbu. Normal spennlengde mellom oppheng er fra 5 til 12 m og er avhengig av foreskrevet toghastighet på stedet. Profilen blir festet med selvsentrerende lasker til hverandre. Det er utviklet armaturer og isolatorer for spenninger fra 600 V DC til 25 kV AC.



Figur 5.15 Strømskinne brukt som kontakttråd Nationaltheatret stasjon

5.2.3 Deltaledning – enkel kontaktråd

Dette er en kort innføring i hvordan dette kontaktledningssystemet fungerer og utføres.

Dette er et system beregnet for sidespor og skiftetomter for toghastighet på 60 km/t. Dokumentet beskriver bruk av enkel kontaktledning, deltaledning. Prosjektering gjøres som for en normal kontaktledning, men med den forskjell at det ikke er bæreline hele veien.

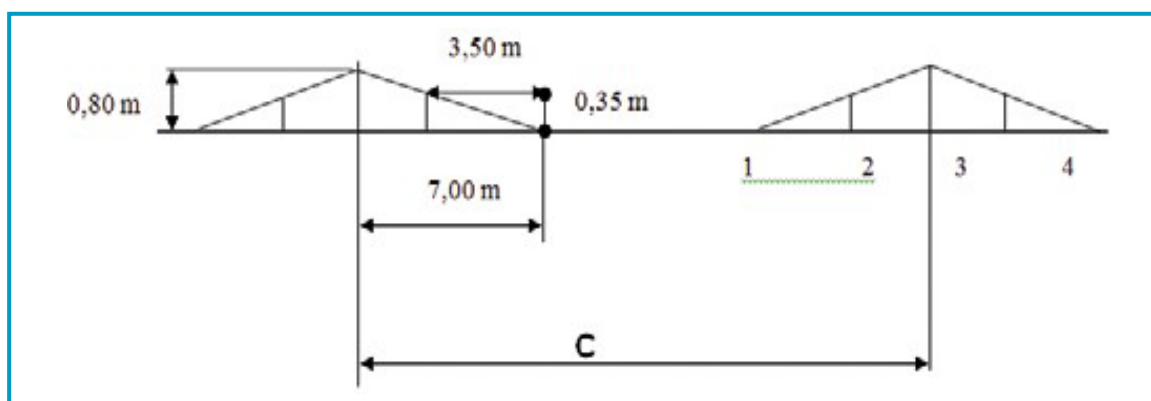
Spennlengdetabellen for Deltaledningen er satt opp med den forutsetning at det innføres en 14 m lang deltaline (hjelpeline) i utliggeren som tar noe av det naturlige nedheng bort ved spenn lengre enn 24 m. Dette gjør det mulig å oppnå en maksimal spennlengde på 60 m.

En alternativ løsning for passering av lave broer og andre hindringer, der Deltalinen ikke kan komme til anvendelse finnes i Dobbel kontaktråd, beskrevet i 5.2.1

Hensikten er å bygge enklere anlegg med tilstrekkelig funksjonalitet for de reduserte kravene som stilles til hastighet for sekundære spor.

5.2.4 Teknisk beskrivelse

Lengdesnitt og oppbygging av spennlengder. Geometrien og trekanten ved utliggeren gir opphav til navnet deltaledning. Strekket i kontaktråden på 13 kN er basis for beregninger. Deltalinen settes inn fra og med 24 m spennlengde.



Figur 5.16 Lengdesnitt for Deltaledning

Kontaktråd: CuAg 100 mm²

Delta line: Ikke rustende stålwire \varnothing 8 mm, uten tvinn og denne har riktig strekk når punktene 1, 2, 3, 4 og 5 er på tilnærmet samme høyde

Beskrivelse for Deltalinen

LINEDIAMETER [MM]	KONSTRUKSJON TVINNFRI	FUTIL [KN]
8	6 x 19 x 0,3	13,6

Sikksakk: $S = \pm 400$ mm i forhold til spormidt
 Minste kurveradius: $R = 150$ m
 Korteste spennlengde: $C_{\min} = 10$ m
 Strekk i kontaktråden: $Z_{c/w} = 13$ kN med loddavspenning
 Lengste spennlengde: $C_{\max} = 60$ m med et maksimalt nedheng på 100 mm midt i spenn ved 13 kN strekk.



Figur 5.17 Kontaktledningssystem utført med Deltaledning

5.3 ELDRE SYSTEMER

I tillegg til de overnevnte tre klassene med kontaktledningsanlegg finnes det flere andre typer kontaktledningsanlegg ute på banestrekningene, med lavere ytelser. Under er det eksempelbilder av eldre kontaktledningsanlegg. Bildet til venstre viser en normalutligger type N I-III bygget etter tegning EH-703905. Bildet høyre viser en normalutligger i et åk type ÅVA. EH-702085 - 000. På utliggerørret er montert en fastholder som holder kontaktråden på plass.



Figur 5.18 Kontaktledningssystem bygget etter tabell 54

5.4 UTSTREKING AV ET KONTAKTLEDNINGSANLEGG

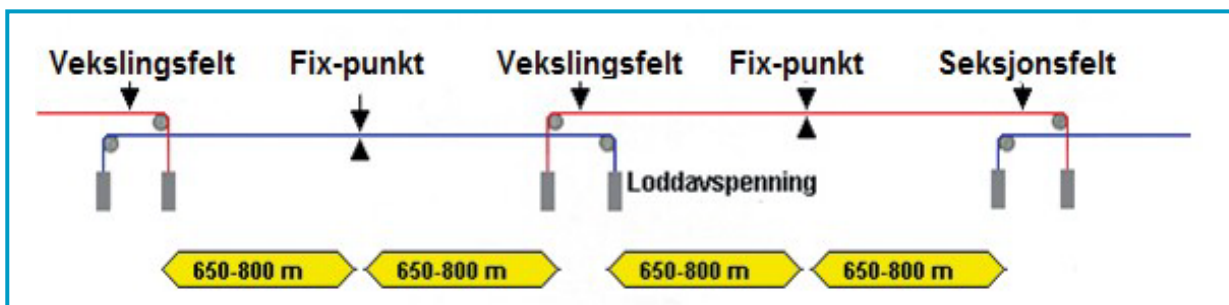
Kontaktledningsnettene er knyttet sammen av flere kontaktledningsparter som er elektrisk forbundet. Enten ved at de er knyttet sammen med elektrisk forbindelse i vekslingen mellom 2 kontaktledningsparter, eller at de blir koblet sammen med bruk av en 1-polet bryter. Hvis det blir benyttet en bryter for å koble kontaktledningspartene sammen så er dette et elektrisk seksjonsdele.

5.4.1 Avspenninger

Normalt deler vi avspenningene inn tre grupper:

1. Bevegelig avspenning
2. Fast avspenning
3. Fix avspenning

Prinsippskissen under viser hvordan kontaktledningene blir bundet sammen til en lang strekning. Det er som regel en loddavspenning i hver ende og et fastpunkt midt på ledningen. Dette fastpunktet kalles fix-punkt. Første mast på hver side av fix-masten er bardunert og det er strukket en line mellom disse mastene og gjennom fix-punktet. I fix-punktet blir bæreline og fix-line skrudd fast i bærelineholderen i tillegg blir det satt inn ekstra klemmer. Kontakttråden er festet i kontakttrådklemmen og blir låst ved at det settes inn stropper (lengde av bæreline) mellom kontakttråd og bærelinen på begge sider av fix-utliggeren. På denne måten blir fix- masten låst slik at den ikke kan bevege seg i lengderetning ved ett brudd i ledningen. Detaljert beskrivelse av utførelse se kapittel 14.12 bok 2:2.



Figur 5.19 En ledningslengde med fix-avspenning på midten

5.4.2 Bevegelige avspenninger

5.4.2.1 Loddavspenninger

Loddavspenningsens oppgave er å holde konstant strekk i kontaktledning og en stabil kontaktråd høyde selv når kontaktledningen utvider seg og trekker seg sammen når temperaturen veksler. I et kontaktledningsanlegg så er høyden fra overkant skinner (SOK) og opp til kontaktråden normalt 5,60 m i system 35 og S-20. Utførelsen av loddavspenningen varierer fra system til system.

System 35



Figur 5.20 Loddavspenning system 35

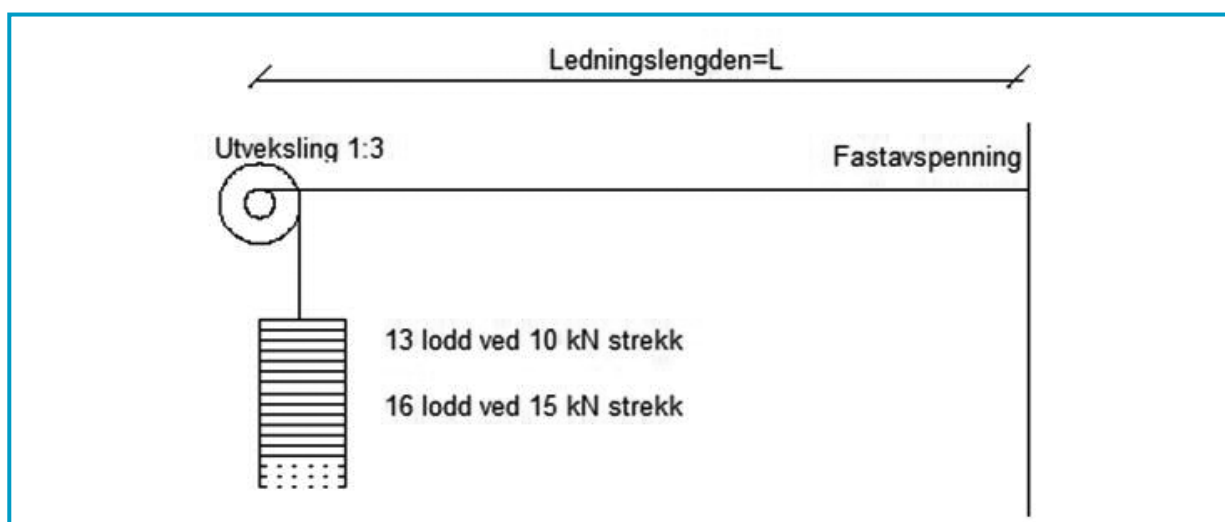
Loddavspenningene til system 35 har en felles loddats for bæreline og kontaktråd.

Strekfordelingen mellom bæreline og kontaktråd blir fordelt ved at det settes inn balansearm (vippe) i avspenningslinen. Det er flere typer balansearm, de er tilpasset strekkfordelingen som skal benyttes mellom kontaktråd og bæreline. Det er normalt likt strekk i bæreline og kontaktråd.

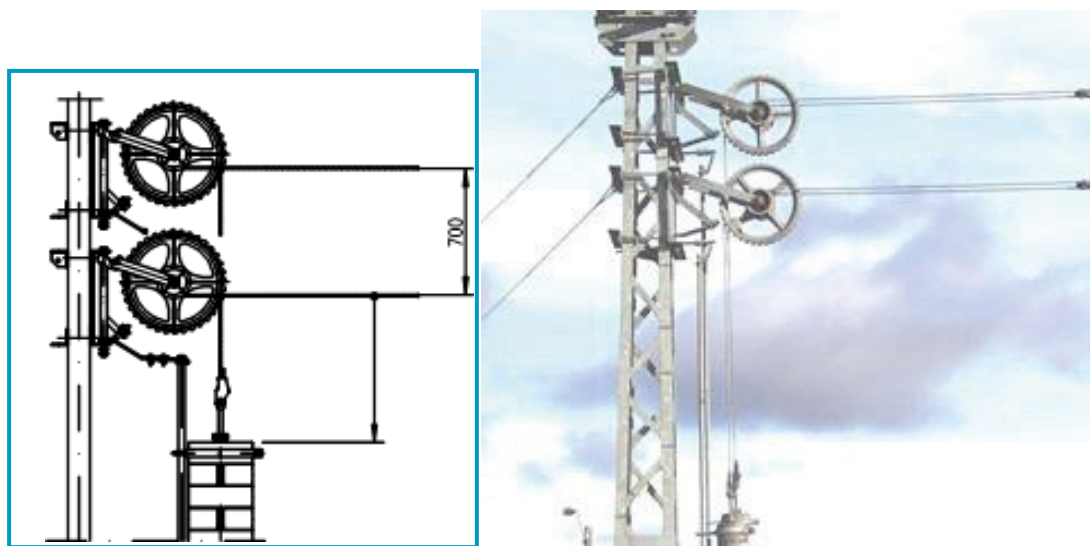
I loddavspenningen benyttes det 2 loddavspenningshjul. Omsetningsforholdet til loddatsen er 1:2. Det vil si at ved et strekk på 1440 kg likt fordelt mellom bæreline og kontaktråd, må loddatsen veie 720 kg

System 20 og 25

I disse systemene er det to separate loddavspenninger, en for bæreline og en for kontaktråd. Utvekslingen er 1:3. Loddavspenninger som er beregnet til system 20 og system 25 har en spekkehake som gjør at loddatsen ikke faller i bakken ved ledningsfall.



Figur 5.21 Ledning med loddavspenning og fastavspenning



Figur 5.22 Loddavspenning system 20 og 25, en utvendig loddlineføring (til venstre) og en innvendig loddlineføring (til høyre)

5.4.2.2 Fjæravspenninger

Fjæravspenninger blir brukt i tunneller, publikumsområder og der det er trangt og vanskelig å benytte vanlige loddsetter. På publikumsområder hvor man ikke ønsker at loddene skal skade noen om de faller ned. Fjæravspenninger er avhengig av ledningslengde, temperatur og strekk. Dette skaper utfordringer knyttet til logistikk, lager og bestillinger.



Figur 5.23 Den mest brukte fjæravspenningen i Bane NOR

5.4.3 Fast avspenninger

På kortere ledninger fra 600-800 m (systemavhengig) anvendes ikke fix-avspenning på midten av ledningslengden og loddavspenning i hver ende. Ved korte ledningslengder er det fast-avspenning på den ene siden og loddavspenning i motsatt ende.

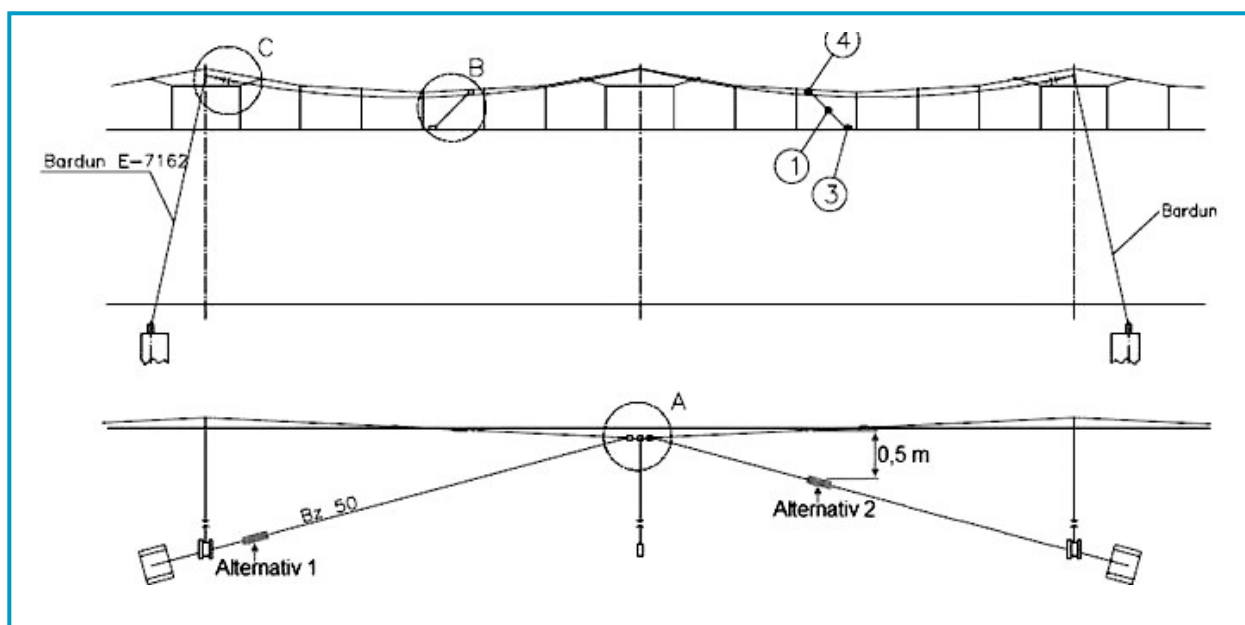
Ved faste avspenninger på system 20 og 25 festes bærelinen og kontakttråden fast i hver sin avspenningskonsoll.

Ved fastavspenninger på system 35 skal det ikke benyttes balansearm (vippe) i fastpunktet. Det er ønskelig å holde oppsyn med balansearmen dersom loddatsen må justeres. Fastavspenningen kan utføres med kort eller langt endefelt. Se tegning EH-707012 for detaljer om forskjellige utførelser. Se kap. 16.11

5.4.3.1 Fix-avspenninger

Fix-avspenningen monteres midt på ledningen. For å beregne plasseringen av fix-avspenningen benyttes en spesiell formel. Plasseringen av fix-punktet velges og kraftlikevekten sjekkes.

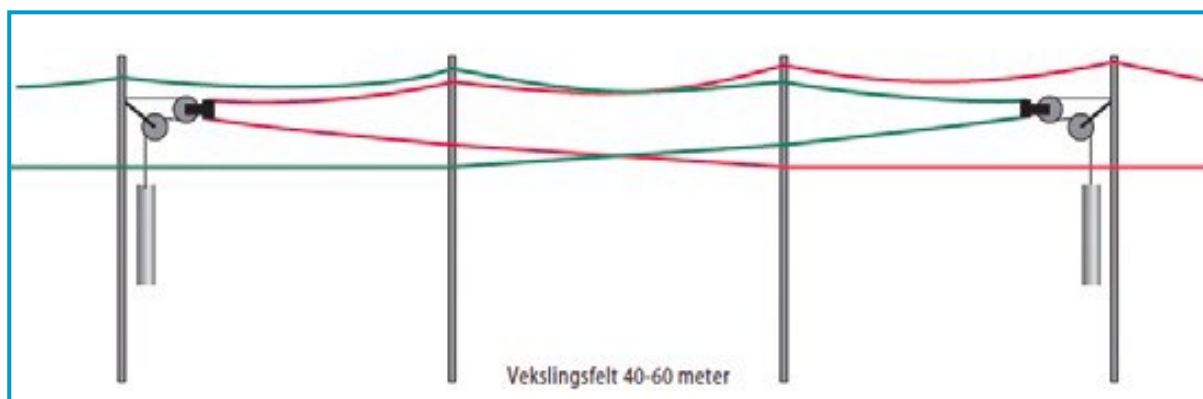
Kraftdifferansen på grunn av friksjon i utligger og avspenninger på hver side av fix-avspenningen skal ikke være større enn +/- 10 %. Se kap. 16.13 for utførelse



Figur 5.24 Utsnitt fra EH-707195

5.4.4 Prinsipper for avspenninger ved systemendring

Tegningen under er en enkel prinsippskisse på hvordan kontaktledningspartene overlapper hverandre der den ene ledningen slutter, og en ny begynner i system 35.

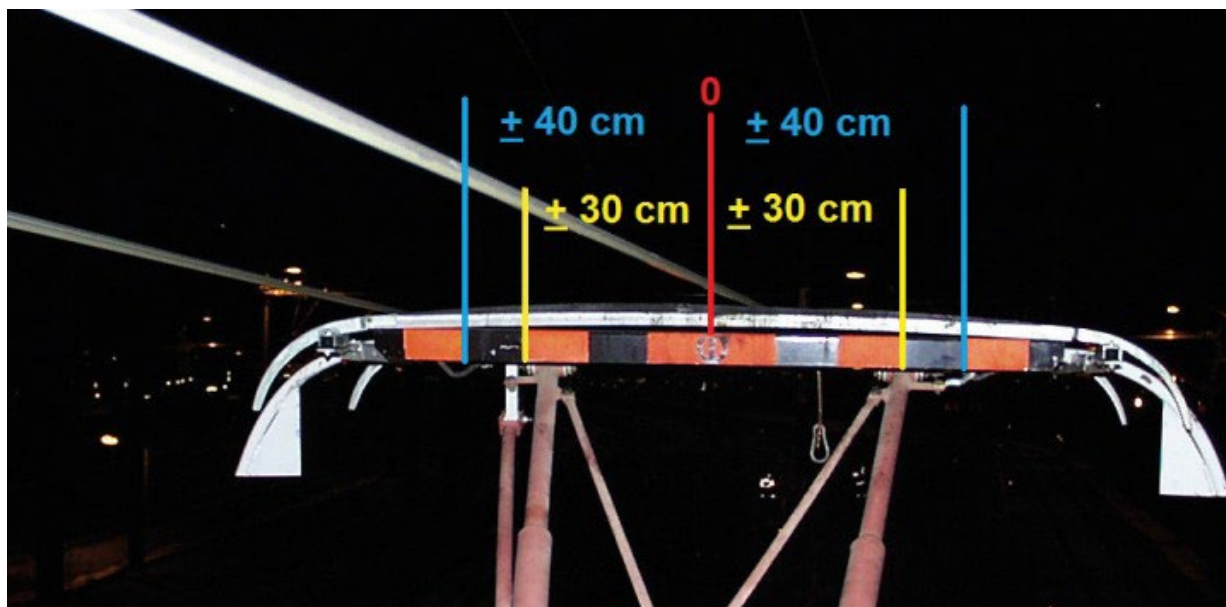


Figur 5.25 Prinsippkissen av avspennings/vekslingsfelt 40-60 m

Avspennings/vekslings og seksjonfelt er den del av kontaktledningene der den ene ledningsparten slutter, og en ledningspart begynner. I dette området må man sikre seg at energioverføringen mellom togets strømvaktaker og begge kontaktledningenes kontakttråder er god. Avspenningsfeltene inneholder bl.a. en elektrisk forbindelse og en kontaktledningsveksling. Den enkleste form av vekslingfelt med dreibare utliggere utføres med to felt. Det er egnet for hastigheter inntil 75 km/h. For større hastigheter må vekslingfelt/ seksjonfelt lages elastisk. For dette formål utføres avspenningsfeltet som hovedsakelig 3 spenn for system S 20 og 5-spenn for system S 25. I gjennomgående hovedspor kan kontaktledningene deles elektrisk ved å bygge seksjonfelt. I seksjonfeltene føres kontaktledningene parallelt med en innbyrdes fastsatt isolasjonsavstand, etter systembeskrivelse. Kontaktledningene i seksjonfeltene forbindes ikke med hverandre ved hjelp av strømbroer, men kobles sammen ved bruk av kontaktledningsbrytere eller sugetransformatorer.

5.5 LEDNINGENS SIKKSAKK I FORHOLD TIL SPORMIDT

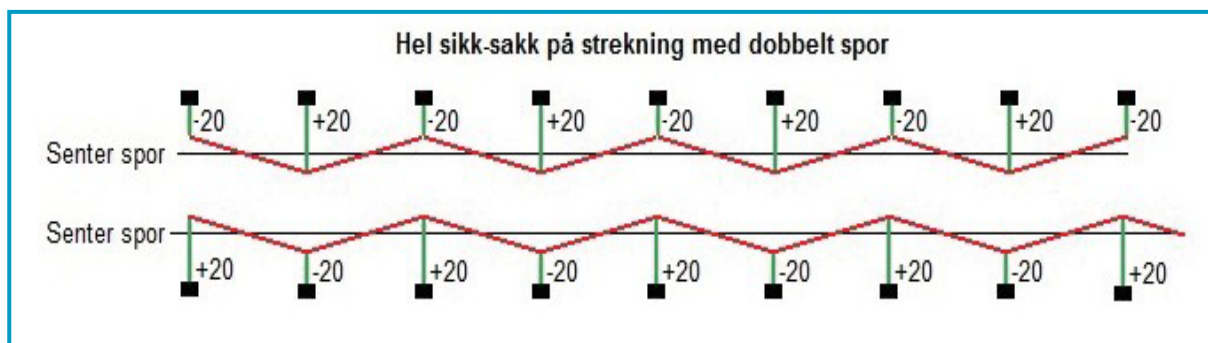
Alle kontaktledninger blir bygget med det vi kaller sikksakk. Dette gjøres for at kullstykkene på strømvaktageren skal slites likt over kontaktflaten. Hvis det ikke blir laget sikksakk på kontakttråden ville den slitt et spor i kullstykket. Da dette sporet blir dypt nok vil sårkantene i kullstykket rive med seg kontakttrådklemmer og kontakttråd med resultat av nedringing. Hvert system har egne tabeller/ tegninger for sikksakk og spennlengder kombinert med vindhastighet.



Figur 5.26 Ledningens sikksakk sett på strømvaktager

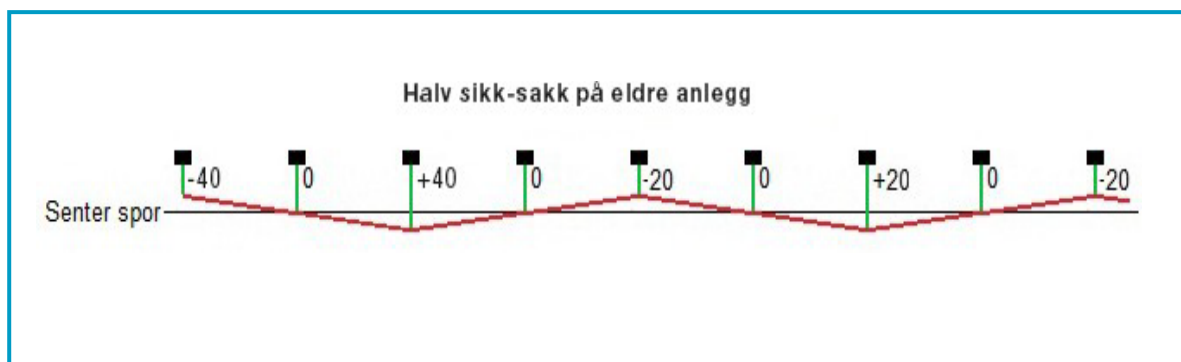
5.5.1 Hel sikksakk og halv sikksakk

Det er forskjell på tallverdien for sikksakk i de ulike systemene. Med hel sikksakk veksler ledningene ved utligger målt fra spormidtd fra + sikksakk til – sikksakk fra en utligger til den neste. Dette er den mest vanlige måten sikksakk blir bygget på. Det er viktig at det blir bygget sikksakk parallelført på dobbeltspor og på flerspors stasjoner, for å unngå at to trykkutligger blir stående mot hverandre.



Figur 5.26 Utsnitt fra tabell 105

På eldre kontaktledningsanlegg forekommer det halv sikksakk. På et slikt kontaktledningsanlegg foregår vekslingen fra + 40 sikksakk til 0 ved neste utligger for deretter å veksle over til - 40 sikksakk i neste utligger.



Figur 5.27 Ledningens sikksakk i forhold til spor

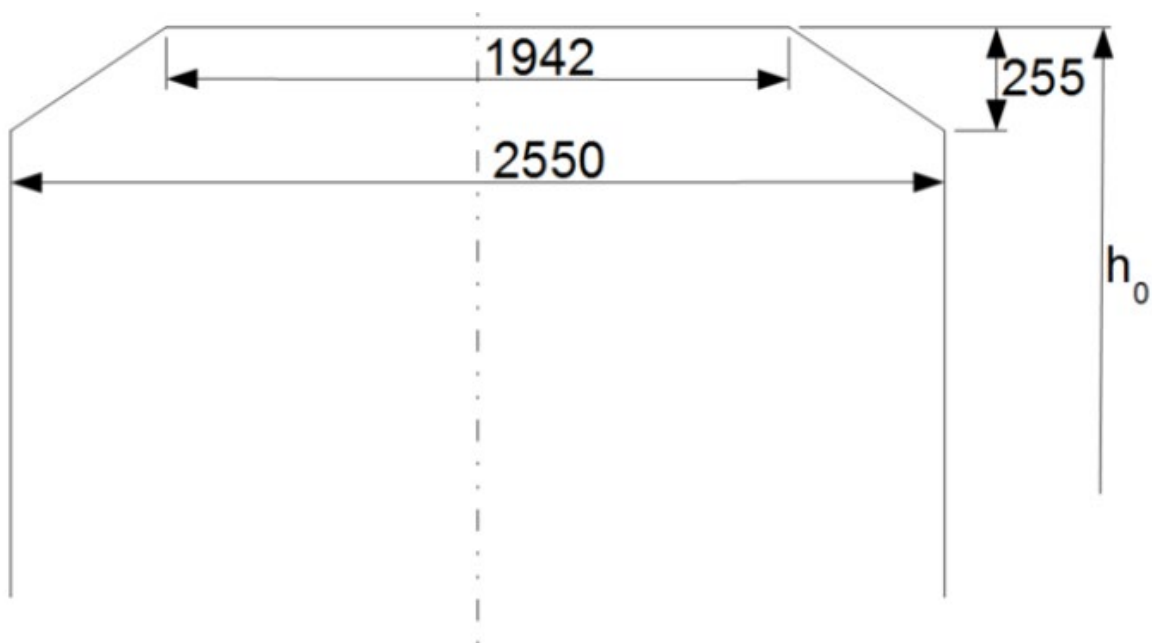


Figur 5.28 Bilde av kontaktrådens sikk-sakk i forhold til spormidtd

5.5.2 Fritt profil for strømvaktaker

Fritt profil for strømvaktaker definerer det rommet som strømvaktageren kan befinne seg i under kontaktledningsanlegget. Inne i fritt profil for strømvaktaker skal det ikke befinne seg faste anleggsdeler. Fritt profil for strømvaktaker er et profil som følger kontaktrådens høydevariasjoner. Innenfor grensene til fritt profil for strømvaktaker skal det ikke befinne seg faste gjenstander.

Profilet er dynamisk og gjelder uansett kraft mellom kontaktråd og strømvaktaker. I tillegg er det et dynamisk profil, som skyldes kontaktrådens dynamiskløft ved strømvaktakerpassering.



Figur: 5.30 viser fritt profil for strømvaktaker som gjelder alle aktuelle strømvaktakerlengder (1 950 mm, 1 800 mm og 1 600 mm).

Legger man til 235 mm utenfor fritt profil vil dette tilsvare det nødvendige elektriske profilet. Her skilles det mellom begrepene statisk isolasjonsavstand = 150 mm mot konstruksjoner som ikke er spenningsatt og en dynamiskavstand = 100mm der denne bare varer et kort øyeblikk når strømvaktageren passerer stedet.

5.5.3 Overholdelse av fritt profil

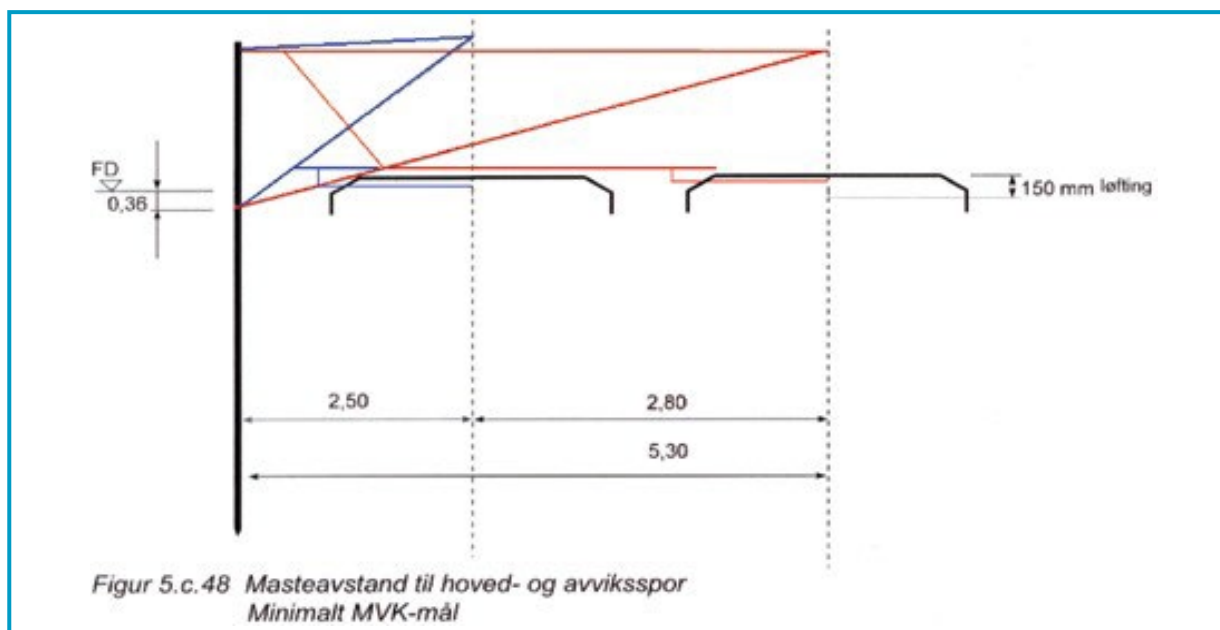
Master med seksjonsutligger for flere spor krever spesiell oppmerksomhet. Dersom en mast har en kjørbart utligger for både hoved- og avviksspor er det viktig å sørge for at det ikke oppstår konflikter med hensyn til den plass strømvtageren trenger for en problemfri passering, det vil si fritt profil for strømvtager.

Det må videre sørges for at når strømvtageren passerer i det ene sporet, så må utliggeren for det andre sporet ikke komme i veien for strømvtageren. Dette gjøres ved å sørge for tilstrekkelig avstand mellom spormidt for det spor som det kjøres på, og kontaktrådklemmen til utligger for det andre sporet. Det er imidlertid vanskelig å gi noen eksakt verdi på denne avstanden. Men minimumsmålet er satt til min. 1150 mm. Det er ingenting i veien for at denne avstanden kan være større.

Bakgrunnen for denne verdien ligger i utformingen av fritt profil for strømvtager.

Anta at kontaktrådklemmen for avviksspor ligger 1150 mm fra spormidt for hovedspor. Det kan nå tillates et dynamisk løft på 150 mm for ledningen for hovedspor før kontaktrådklemmen for avviksspor kommer inn i hovedsporets frie profil for strømvtager. Dersom avstanden fra kontaktrådklemmen i hovedspor ligger 1150 mm fra spormidt for avviksspor tillates tilsvarende dynamisk løft for ledningen i avvikssporet. Figur 5.32 viser prinsippet for dette for hovedspor.

Et større profilmål vil imidlertid føre med seg at utliggeren for avvikssporet blir svært lang dersom utliggerne for både hoved- og avviksspor er i samme mast. Derfor er det satt et maks. mål i slike tilfeller til 1180 mm. Det anbefales at den lange utliggeren bygges som en system 25 utgave med diagonalstag.



Figur 5.31 Avstand til spormidt for utligger i mast utliggerpunkt 2

5.6 GENERELT OM LEDNINGSFØRING I SPORVEKSLER

Sløyfeledninger er et kritisk sted i et kontaktledningsanlegg. Der to eller flere kjørbare ledninger krysser hverandre er det derfor spesielt viktig at man har en forståelse av hvordan strømvaktaker og kontaktledning skal fungere i forhold til hverandre. I områder med vekslere og kryss er plasseringen av kontaktledningsmastene svært viktige for å få en riktig føring av ledningene over sporvekselen. Man kan i liten grad endre på masteplasser uten at det går ut over ledningsføringen. Hvis vekslelene av en eller annen grunn må forskyves, må også mastene flyttes tilsvarende som vekselen og tilstøtende master må vurderes på nytt. Med nye kunnskaper om kontaktledningsføring har man nå grunnlag for å få gunstige forhold for kontaktkreftene også i områder med sporveksler.

Områder med vekslere og kryss krever stor oppmerksomhet, spesielt ved hastigheter over 160 km/t. De største kontaktkraftspissene finnes ved avspennings- og seksjonfelt i sporvekselområder. Disse kraftspissene fører til økt slitasje. Dessverre kan skader på kontaktledningen eller strømvaktaker føres tilbake til ukorrekt ledningsføring i vekslere og kryss.

Det er som regel tidkrevende å få en tilnærmet riktig ledningsføring i en sporveksel fordi mange krav skal oppfylles.

Standard løsning for standard spor arrangement er utarbeidet. Der ledninger med ulikt strekk krysser hverandre må man vurdere kontaktråd høyden og oppløft av tråd nøye under justering.

Seksjonsisolator (SI) i sløyfespør skal ligge med "0" i sikksakk, og den skal ligge midt i spennet for sløyfesporet. Dette spennet bør ikke overskride 40-50 meter.

Dimensjonerende her er isolasjonsavstand og systemhøyde.

Sløyfesporet skal ikke ha Y-line så lenge vi bare har en kjørbare utligger ved hver mast.

Ved manipulering med sikksakk må det kontrolleres at vindutblåsningen holder seg innenfor gjeldende grenser.

5.6.1 Systemkrav og regler

1. Overholde regler for fritt profil
2. Riktig påløp av ledningene inn og ut av strømvaktager
3. Ledningsvandring bør være forholdsvis lik, og ha samme retning
4. Kontaktrådernes høydeendring i forhold til hverandre
5. Avbøyingsvinkelen for kontaktrådene. Er denne 10 grader eller mindre finnes det en enklere form for svevende kontaktrådkryss i form av en spesiell hengetrædklemme
6. Klemmefritt rom
7. Riktig plassering og montasje av svevende kontaktrådkryss
8. Plassering av krysshengetræder
9. Plassering av strømbu/stige

For å oppfylle alle disse kravene, må mastene være plassert riktig. Det er nøyaktigheten i prosjekteringen, som er mest bestemmende for hvordan kjøringen blir i vekselen. I dette kapitlet skal vi ta for oss en del grunnleggende prinsipper som gjelder justering av sløyfeledninger inkl. det "klemmefrie rommet".

5.6.2 Hovedprinsipper ved ledningsføring over vekslers

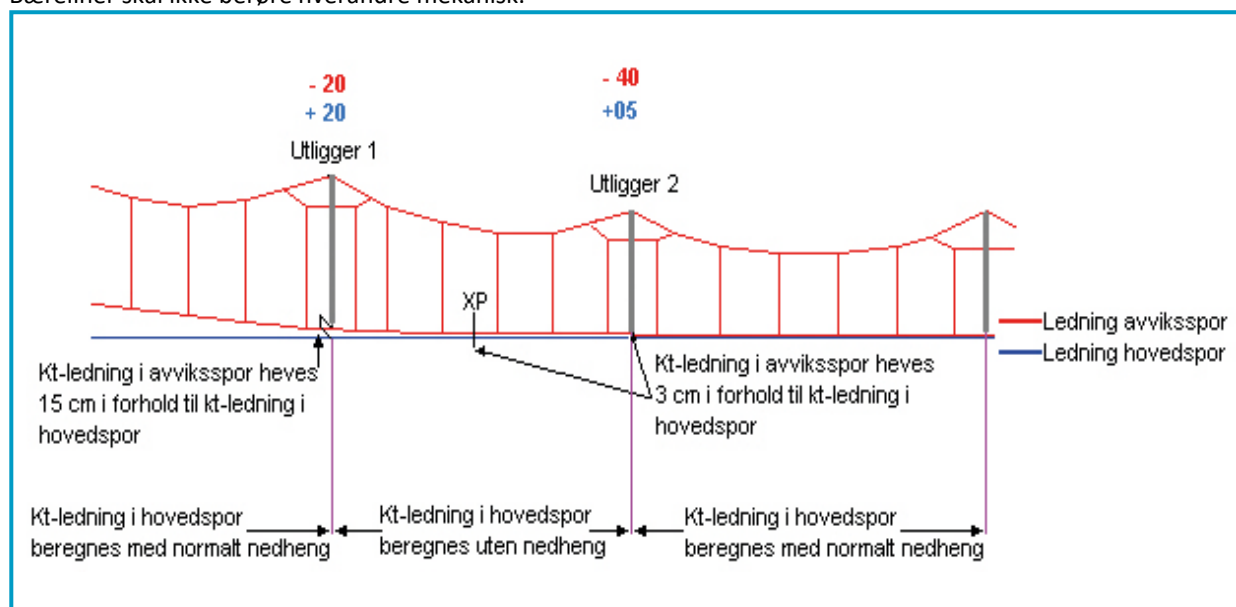
Hovedprinsippet for høyhastighetsanlegg er at når strømvtageren passerer et mastepunkt (vekselutligger) over en sporveksel så skal kun en ledning være kjørbare. I masten (UP 1) som er plassert ved vekselsens begynnelse (nærmest stokkskinneskjøten) skal ledningen som går til avspenning være hevet med maks. 15 cm i forhold til kontaktråd høyden i hovedspor, slik at man oppnår at strømvtageren bare kjører på en ledning.

UP er en forkortelse for utliggerpunkt

Ledningene i hovedspor og avviksspor er beregnet etter en kvadratisk parabel. Avhengig av strekk, ledningstverrsnitt og spennlengde. Nedhenget er på standard 20 A 1/2000 av spennlengden målt midt i spennet. I det spennet hvor ledningen for hovedspor og avvikssporet krysser hverandre, skal det ikke være beregnet nedheng på kt-ledningen i hovedspor.

I krysningspunkter XP (det punktet der kontaktrådene krysser hverandre) skal kt-ledningen ved sluttjustering i hovedspor heves med 1 cm. Dette gjøres ved å korte inn første hengetråd på hver side av krysningspunktet, slik at kontaktråd høyden i hovedspor blir 1 cm høyere i krysningspunktet (XP) enn det er ved utliggere. Ledningen som går til avvik (sløyfeledningen) skal før justering av kt-ledning hovedspor henge 3 cm over ledningen for hovedspor i krysningspunktet, for deretter å øke hevingen 1:150. til ca. 15 cm høyere enn ledningen i hovedspor ved vekselutligger (UP1)

Bæreliner skal ikke berøre hverandre mekanisk.



Figur 5.32 Prinsippkisse av ledningsføring over en veksler

5.6.3 Av – og påløpende ledninger på strømvtager

Ved sporveksler kommer og går ledninger av og på strømvtageren i horisontalplanet, altså fra siden. Dersom en strømvtager beveger seg med stor hastighet vil kontaktkraften mellom kontaktråd og strømvtager føre til at kullstykkene blir presset ned på det punktet kontaktråden til enhver tid befinner seg på kullstykket.

Kontaktrådens sikksakk gjør videre at dette press punktet flytter seg fra side til side. Dersom kontaktråden ligger til venstre for midten av strømvtageren vil kontaktkraften føre til at slepekullene trykkes ned på venstre side, med den følge at de går litt opp på høyre side. Dersom kontaktråden ligger til høyre for midten av strømvtageren skjer det motsatte, det vil si at slepekullene trykkes ned på høyre side og går litt opp på venstre side.

5.6.3.1 Påløpende ledning

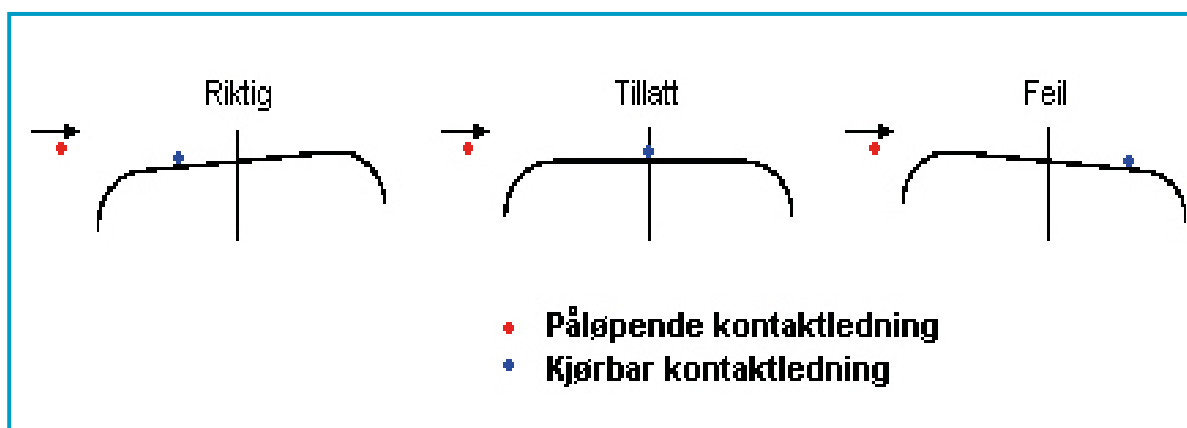
En ledning som kommer inn fra siden skal møte minst mulig kraft når den entrer x på strømvtageren. Derfor er det viktig at den ledningen som allerede befinner seg på strømvtageren er på samme side av midten på strømvtageren som den innkommende ledning.

5.6.3.2 Utgående ledning

Det samme vil gjelde for ledninger som forlater strømvtageren. Dersom en ledning forlater strømvtageren er det viktig at den ledningen som blir igjen er på samme side av midten av strømvtageren som den utgående ledning.

5.6.3.3 Hovedregel for god ledningsføring i veksler

Ledning for avviksspor skal aldri befinne seg på den siden av spormidt som er lengst vekk fra hovedsporet. Likeledes skal ledning for hovedspor aldri befinne seg på den siden av spormidt som er lengst vekk fra avvikssporet.



Figur 5.33 Prinsippkisse påløpende og avløpende ledning



Figur 5.34 Riktig påløp av ledninger



Figur 5.35 Feil påløp av ledninger

Regelen er slik at man må ivareta kravene både i gjennomgående og i avviksporet

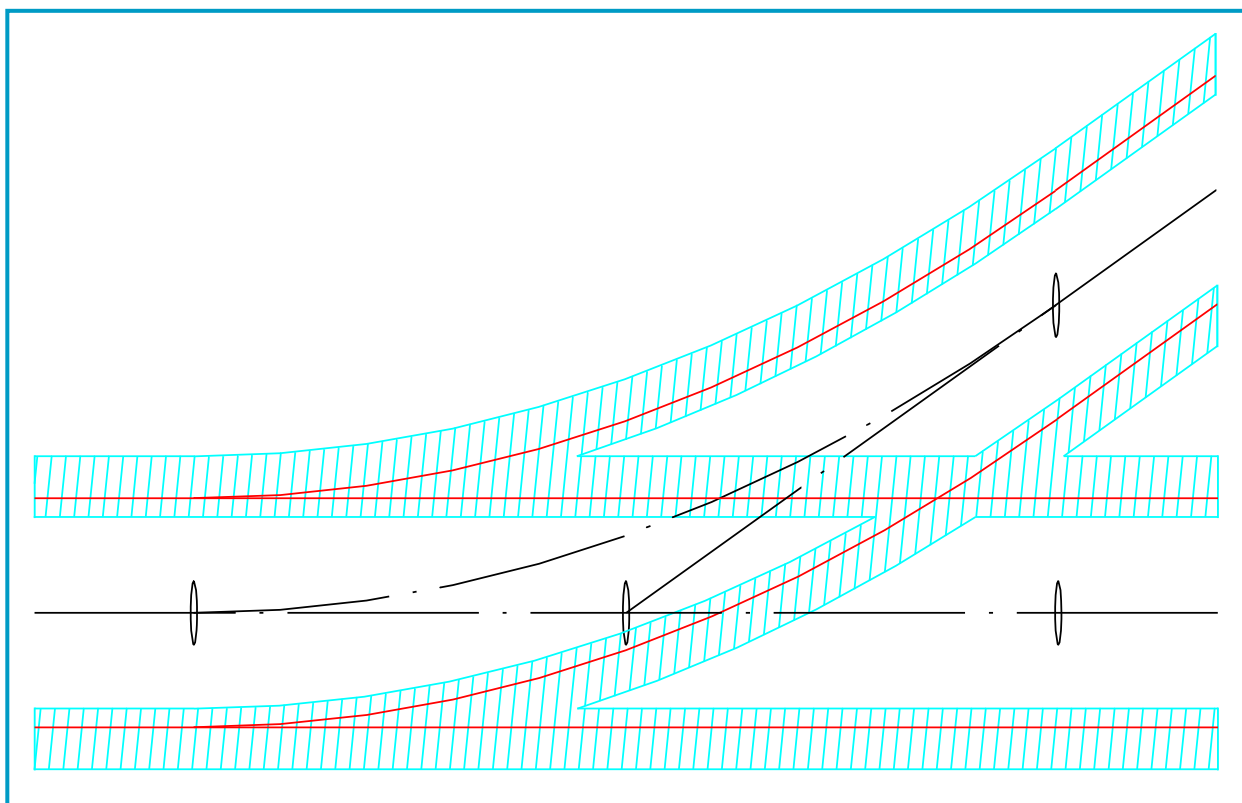
5.7 KLEMMEFRITT ROM

I det klemmefrie rommet skal det ikke finnes seg:

- Kontakttrådklemmer
- Kombinert strømbu/stiger
- Krysshengetråder

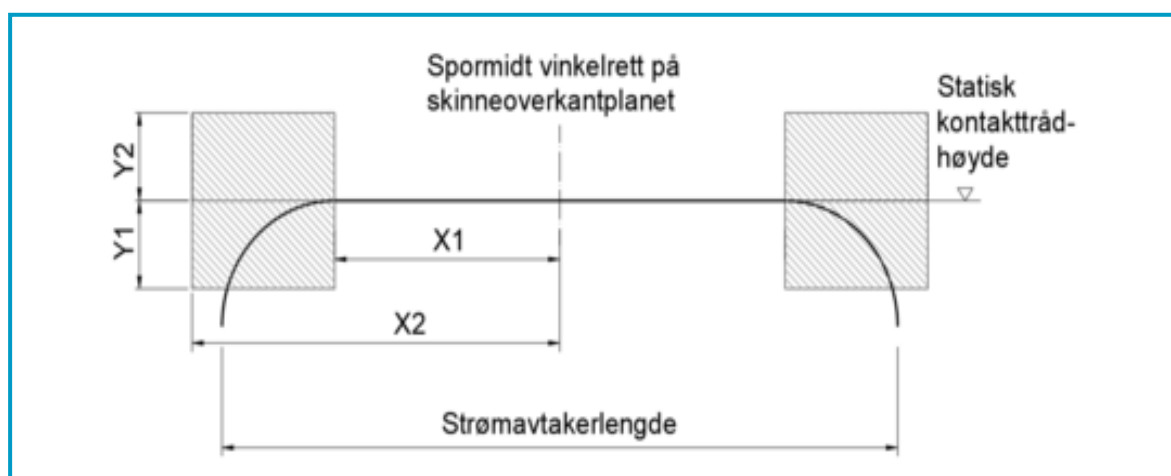
Det er to forskjellige måter å illustrere klemmefritt rom.

Figur 5.36 er en skalert tegning av en veksler, den er tegnet i målestokk 1:500 horisontalt og 1:50 vertikalt. Det skraverte feltet illustrerer det klemmefrie rommet. Ved prosjekteringen skal de beregnede data overføres til denne tegningen, for å kontrollere at beregningene er riktige.



Figur 5.36 Klemmefritt rom inntegnet på vekseltegningen

Målsatt klemmefritt rom rundt en strømvtagervippe.



Figur 5.37 Klemmefritt rom inntegnet rundt strømvtagervippe

For nå finne Y og X bruk tabell under, målene er merket med gult

Dimensjoner for klemmefritt rom		
Strømvaktakerlengde	Horisontalt intervall mm fra spormidt	Vertikalt intervall mm fra statisk kontaktråd høyde
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

Kontroll av det klemmefrie rommet må gjøres manuelt på en arbeidsvogn. Dette gjøres før man setter trafikk på strekningen.



Figur 5.38 Kontroll av det klemmefrie rommet

5.7.1 Unntak fra regelen om klemmefritt rom

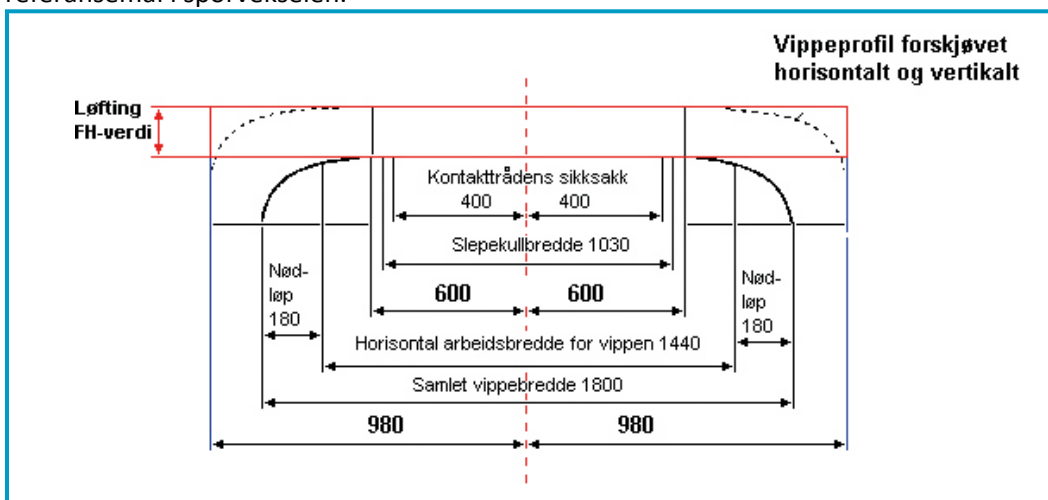
	<p>I enkelte situasjoner er det umulig oppfylle kravet om klemmefritt rom, og det må settes inn hengetråder for å holde ledningen på plass. Ved bruk av Siemens hengetrådklemmer skal de monteres på følgende måte:</p> <p>Bolten i klemmen settes inn slik at mutteren stikker lengst ut i gunstigste retning. Det vil si at mutteren kommer på motsatt side av det som er strømvaktagerens normale forflytning p.g.a. sikk-sakk i kontaktledningen.</p>
--	---

Figur 5.39 Montering av hengetrådklemme

5.7.2 Strømvtagervippe og bokstavbenevnelser

Ved justering av ledningene i en sporveksel henvises det til oppgitte mål på strømvtagervippen.

Det er flere av oppgitte mål for ledningsplassering på strømvtager, som skal passe inn med oppgitte referansemål i sporvekselen.



Figur 5.40 Målsatt strømvtager

5.7.3 Svevende kontaktrådkryss

Basert på tegning EH-707240

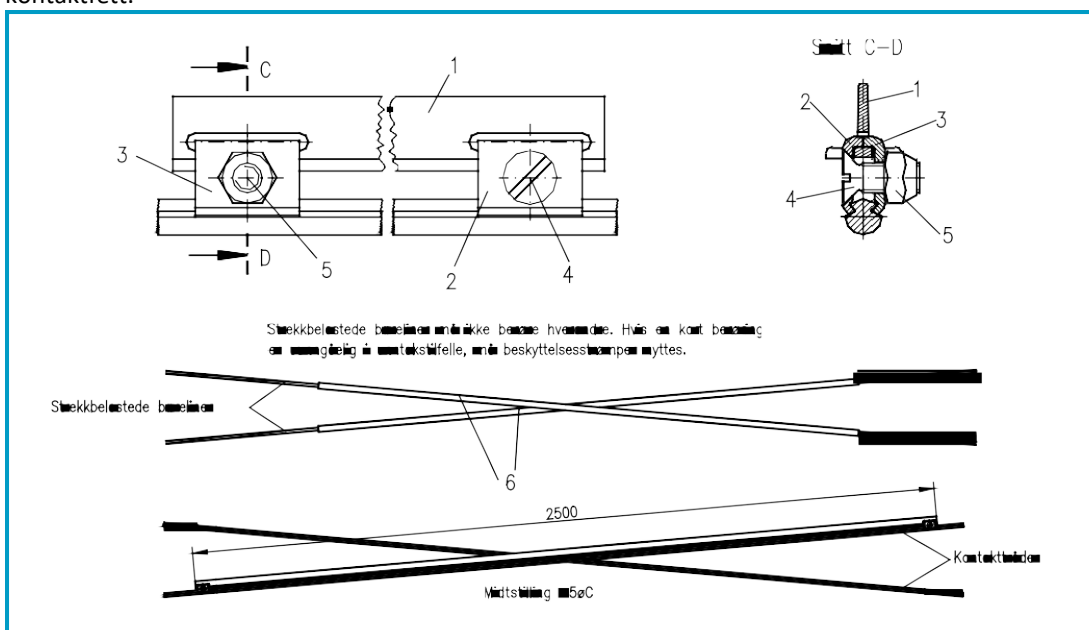
Tiltrekkingsmoment på klemmene = 32 Nm

Det svevende kontaktrådkrysset på system 20 er 2500 mm langt.

Ved montering skal det tas hensyn til trådtemperaturen.

Trådtemperatur + 5 grader er midtstilling på hengetrådkrysset.

På grunn av ledningsvandringen, er det fare for at ledningene kan bli hengende i krysset, hvis vi ikke tar hensyn til dette. Kontroller at det er avstand mellom de kryssende bærelinene, slik at disse ikke kan berøre hverandre. Hvis det er fare for dette må det settes på beskyttelsesstrømper. Til slutt skal krysset innsettes med kontaktfett.

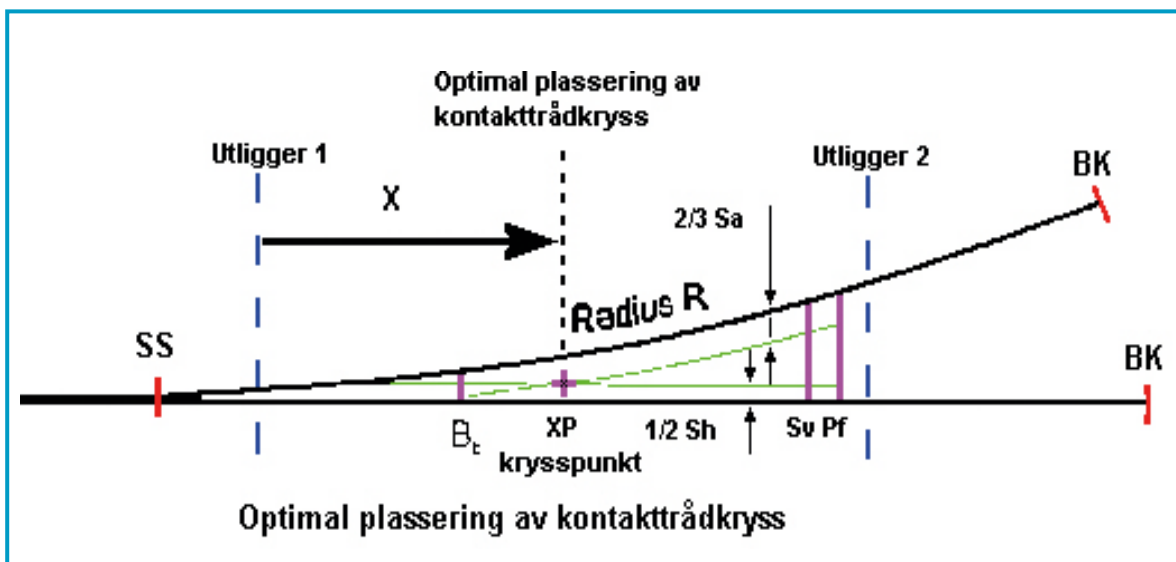


Figur 5.42 Utsnitt fra EH-707240 Kontaktledningskryss

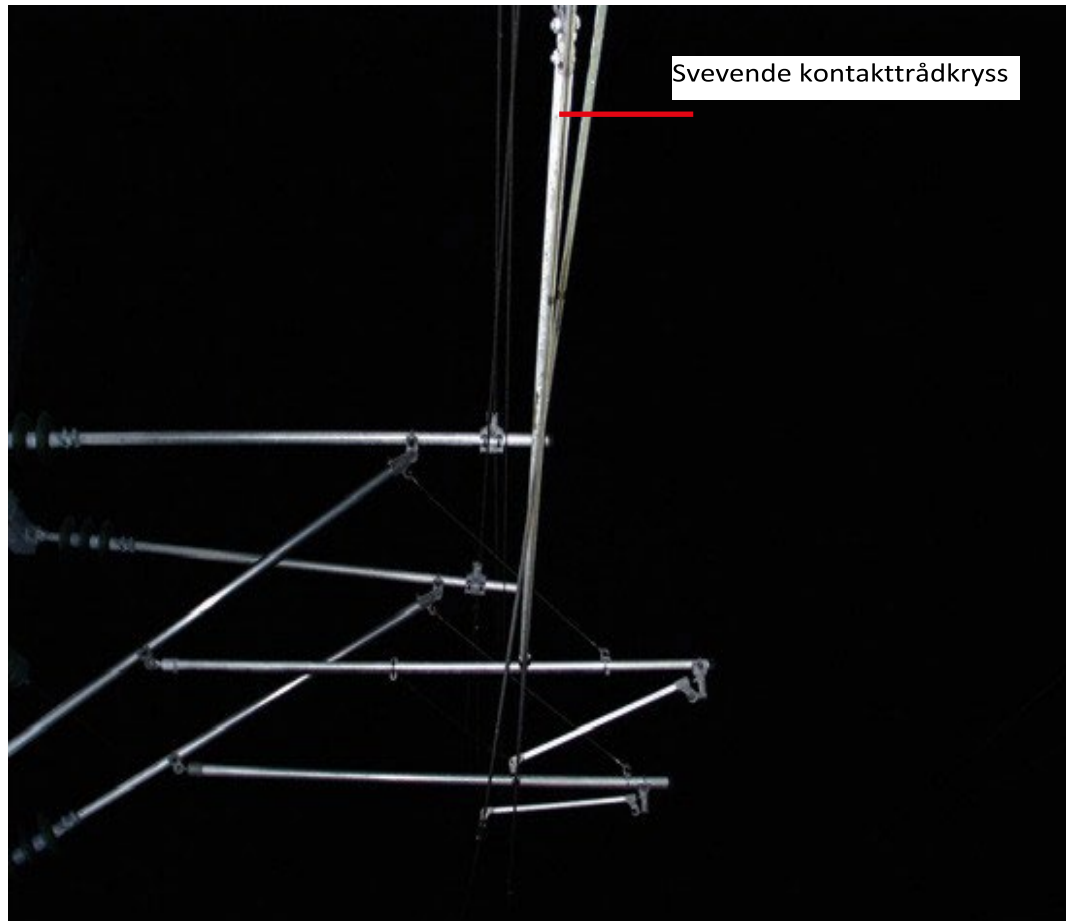
5.7.4 Plassering av det svevende kontaktrådkryss

Et kryss mellom to kontaktledninger skal befinne seg på slepekullet på strømvtageren i området +/- 400mm fra spormidtd. Det er ledningslengden og avstand fra fastpunkt til krysset som bestemmer montasjen av kryssingstaven på den gjennomgående ledningen. Ledningsvandringen avhenger av temperatur, dette må ivaretas.

De kryssende ledningene bør vandre i samme retning ved temperaturendring. Dersom den kryssende ledningen er kort, blir dette mindre kritisk.



Figur 5.43 Beste plassering av kontaktrådkryss



Figur 5.44 Svevende kontaktrådkryss

5.7.5 Krysshengetråder

Ledningene for hovedspor og avvikspor skal monteres med hengetråder og hengetrådavstand, som er oppgitt i hengetrådtabellen for hver ledning.

- Krysshengetrådene skal monteres inn som ekstra hengetråder.
- Krysshengetråder skal plasseres før det svevende krysset sett fra bakkant sporveksel.

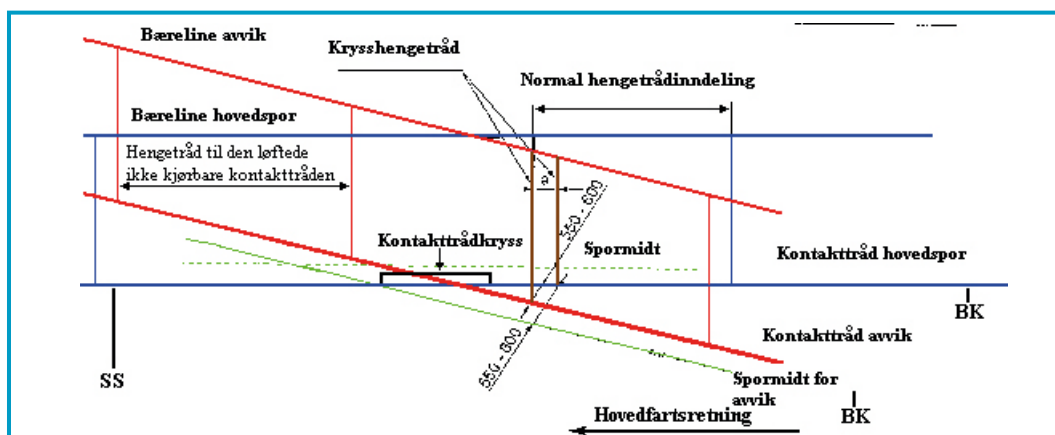
Bakkant sporveksel er det punktet hvor vekselen ender i avvik og hovedspor.

Krysshengetråd 1 plasseres der hvor avstanden mellom spormidt avvikspor og kontaktråd hovedspor = 500mm. Denne festes i kontaktråd for hovedspor og bæreline for avvikspor.

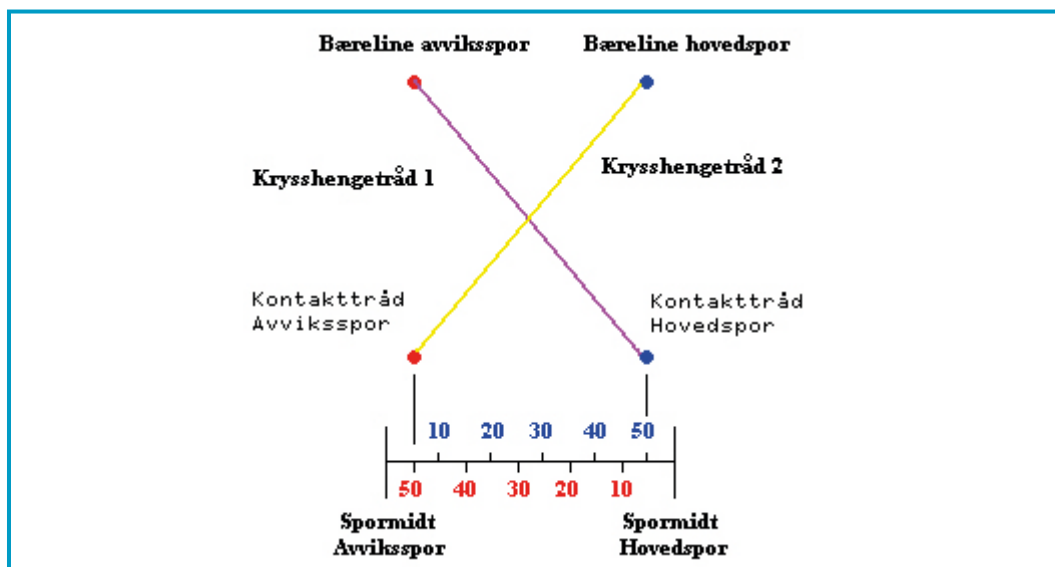
Krysshengetråd 2 plasseres der hvor avstanden mellom spormidt hovedspor og kontaktråd for avvikspor = 500 mm. Denne festes i kontaktråd for avvikspor og bæreline for hovedspor.

Avstanden mellom krysshengetrådene må minimum være forskjellen i vandring mellom ledningene i hoved og avvikspor pluss 15 - 20 cm. Dersom forskjellen i ledningsvandring er mer enn 250 mm må hengetråden festes til bærelinen med trinse.

Ledningsvandringen = $(0,000017m) \times (m) \times (\text{grad temperaturforandring})$ Plassering av krysshengetråd, ledningene sett over strømvatgeren.



Figur 5.45 Plassering av krysshengetråd



Figur 5.46 Krysshengetrådens plassering i avstand fra spormidt

5.8 MONTERING AV ELEKTRISK FORBINDELSE, STRØMBRU/STRØMSTIGE

Ved montering og pressing av strømbu/stige, må det påses at denne ikke kommer i det området som er definert som klemmefritt rom. Se kapittel 15 om strømsstiger og strømbroer i bok 2:2.

5.9 KONTROLL MED HØYT BØYLETRYKK OG MAL FOR «FRITT PROFIL FOR STRØMAVTAKER»

Ved sluttkontroll av kontaktledningsanlegget skal det kontrolleres med tre forskjellige bøyletrykk og med forskjellig hastighet etter valgt bøyletrykk og med mal for fritt profil.

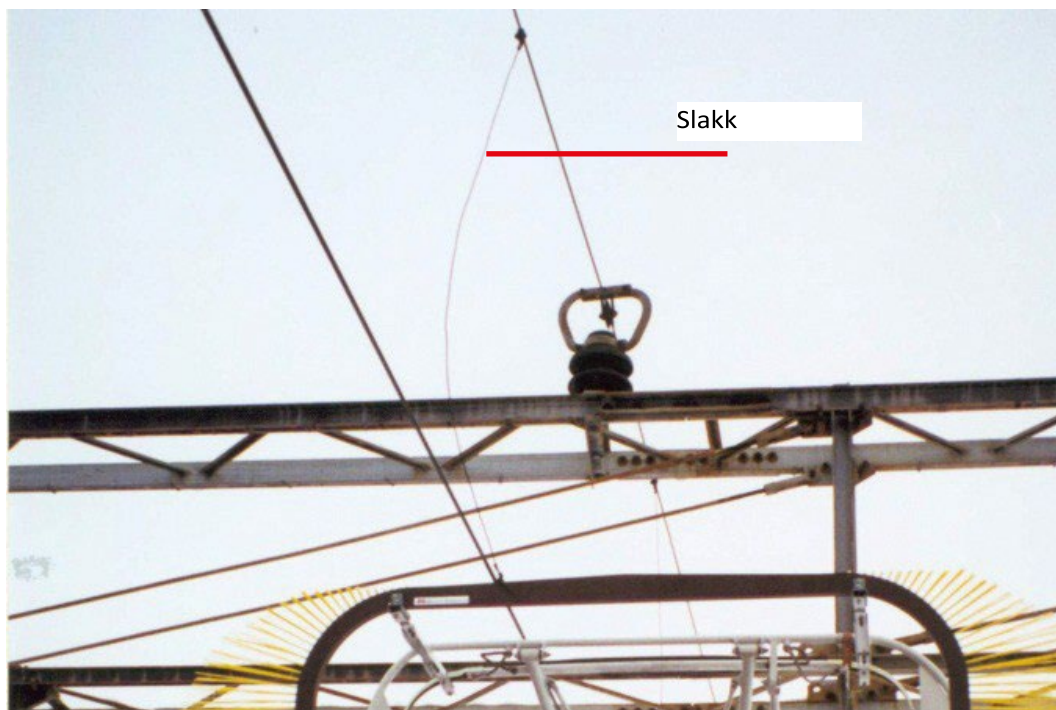
Kontrollen skal foretas i forbindelse med overtagelse av nytt anlegg, revisjoner og fornyelser og senere hvert andre år. Kontrollen skal simulere en hastighet på 200 km/t. Kontaktledningsanlegget kjøres over med en stiv vogn i hastighet på 5-7 km/t og med en kraft mellom kontaktråd og strømavtaker på 200 N. Denne kontrollen avslører hvor i anlegget man kan få mekaniske anslag mot konstruksjoner.

Ved kontrollen skal også den dynamiske isolasjonsavstanden måles (100 mm).

Det skal også kontrolleres at ledninger som krysser den undersøkte ledningen overholder reglene for klemmefritt rom. Klemmefritt rom er vist på figur 5.37 i kap. 5.7. Rapporten etter kjøringen skal minimum inneholde: strekning, tidspunkt, dato, km, kritiske punkter og eventuelt fotografier av kritiske punkter med utfyllende tekst. Kritiske punkter er alle steder hvor «Fritt profil for strømavtaker», klemmefritt rom eller dynamisk isolasjonsavstand ikke er overholdt.

Anlegg som er bygget for en hastighet på 130 km/t bør kjøres med forsiktighet. Anlegget bør være spenningsløst.

Bildet under viser kjøring med høyt bøyletrykk, her er kontaktledningen løftet så høyt at det tydelig kommer frem at hengestrådene er slakke.



Figur 5.47 Bøylekjøring med høyt trykk og profilbørste

5.9.1 Kontroll med lavt bøyetrykk

Kontroll med lavt bøyetrykk skal foretas etter feil, ombygging eller revisjoner der henge trådene er byttet / forandret eller når dynamiske målinger viser unormale krefter. Kontaktledningsanlegget skal kjøres over med minimalt trykk mellom kontakttråd og strømvtager (ca. 20 N). Ved denne kontrollen avleses kontaktråd høyde og sikksakk. Etter denne kontrollen skal anlegget justeres slik at systemets byggetoleranser blir overholdt. Helt nøyaktig kontaktråd høyde kan bare måles ved ubelastet ledning.

5.9.2 Dynamiske målinger

Krefter og sikksakk blir målt med egen målevogn. Etter målingen blir det utarbeidet egne rapporter som beskriver tilstanden på anlegget.

5.9.3 Montering av hengetråder

Beregningsprogrammet vi har til hengetråder til ledningsføring over sporveksler er ikke godt nok i dag. Slik at lengden på hengetrådene ved ledningskrysset og til den hevede avviksledningen må tilpasses på stedet.

Ledningene til hoved og avviksspor skal ikke beregnes med nedheng i kryssningsspennet.

5.9.4 Dynamisk kontaktrådheving av strømvtager

Den dynamiske kontaktrådhevingen er avhengig av fremføringshastigheten. Hvis statisk trykk fra strømvtageren er 55N vil kontaktrådhevingen med en strømvtager normalt bli i størrelsesorden.

HASTIGHET V, I KM/T	OPPLØFT VED UTLIGGER A
V = 160 km/t	5 mm
V = 200 km/t	8 mm
V = 250 km/t	12 mm

Kontaktkraft mellom strømvtager og kontaktledning er viktig for strømvtakingens dynamiske egenskaper. Kontaktkraften bestemmer også kontaktledningens oppløft og avgjør dermed hvor stor avstand til overliggende konstruksjoner som er nødvendig. Kontaktkraft er også viktig ved kontroll av kontaktledning (se Fritt profil). Kontaktkraften har en statisk komponent når toget står i ro, og en dynamisk tilleggskomponent som er gitt av togets hastighet, ujevnheter i kontaktråden og i elastisiteten.

TSI ENE stiller krav om at kontaktledningen skal utformes for en statisk kontaktkraft på 70 N. Mange strekninger og strømvtager i Norge i dag er bygget for en statisk kontaktkraft på 55 N. Det må derfor være mulig å kjøre på nye og oppgraderte kontaktledninger med strømvtager som har begge disse verdiene.

a) Statisk kontaktkraft: Ved verifisering av mekaniske utforminger skal det legges til grunn en statisk kontaktkraft fra strømvtager på 70 N ved nybygg og oppgradering, og 55 N ved mindre fornyelser av eldre kontaktledning (dvs. stikkbytte av enkeltkomponenter).

Kontaktkraften til strømvtager øker med økende hastighet. EN 50367:2012 stiller krav til hvilket intervall kontaktkraften skal ligge innenfor, såkalt aerodynamisk utbalansering.

6 ELSIKKERHETSMESSIGE HENSYN

Hensikten med dette kapitlet er å formidle systemkrav for bygging av System 20 anlegg. I tillegg har Bane NOR krav som framkommer i Teknisk Dokumentasjon og DSB (Direktorat for samfunnssikkerhet og beredskap) har krav som skal oppfylles i "Forskrift om Elektriske forsyningsanlegg" (FEF).

Kapitlet bygger på Bane NORs tekniske regelverk. Oversikt over viktige dokumenter, tegninger og tabeller finner du i slutten av kapitlet.

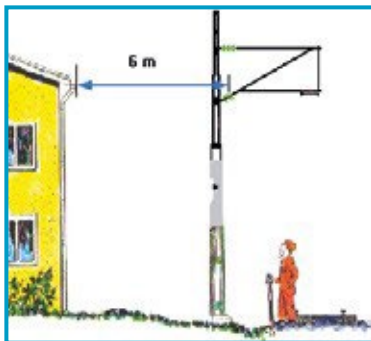
6.1 MINSTEAVSTANDER

6.1.1 Dynamisk

Den minste avstanden som kan forekomme mellom en spenningsførende del og en ikke spenningsførende del, når den ene eller begge er i bevegelse er 100 mm. I et AT - anlegg skal den minste avstanden mellom lederne være 200 mm.

6.1.2 Statisk

For kontaktledning er kravet til statisk isolasjonsavstand 120 mm. Den minste avstanden som kan forekomme mellom en spenningsførende del og en ikke spenningsførende del når begge er i ro. I et AT - anlegg skal den minste avstanden mellom lederne være 300 mm.



Figur 6.1 Minsteavstand fra høyspenning og til bygning

Minste avstand til spenningsførende del fra bygning
Når den vannrette avstanden fra spenningsførende kontaktledningsdel til bygningers nærmeste del er mindre enn 6,0 m, må det treffes spesielle sikkerhetstiltak. F.eks. lage en utjevningsforbindelse til Bane NOR returstrømkrets.

6.1.3 Nærføring med vei

Den vannrette avstanden fra nærmeste sted på vei, parkeringsplass, snuplass med videre til spenningsførende del skal være minst 4,0 m.

6.1.4 Beskyttelsestiltak ved nærføringer

Er avstanden fra spenningsførende kontaktledningsdel til nærmeste tilgjengelige sted mindre enn gitte krav skal berøring av spenningsførende deler hindres på en av følgende måter (eller en kombinasjon av disse):

- a) ved oppsetting av jordet skjerm i mast
- b) ved inngjerding med flettverksgjerde med 3 rader piggråd på toppen

Som avstand fra spenningsførende del regnes summen av gjerdets høyde og avstanden fra toppen av gjerdet til den spenningsførende del. Gjerdets samlede høyde skal alltid være minst 1,8 m. Normalt skal det brukes flettverksgjerde av 2,8 mm forsinket ståltråd med 50 mm maskevidde. Hvis gjerdet oppsettes nærmere enn 3,0 m fra spenningsførende del skal det benyttes finmasket netting av 2,8 mm forsinket ståltråd med 12 mm maskevidde. Skal det settes opp beskyttelsesgjerde nærmere en 1,0 m fra spenningsførende del skal dette utføres som brobeskyttelse

6.2 ELSIKKERHETSAVSTANDER OG KRAV

6.2.1 Minste avstand til spenningsførende del fra plattform



Figur 6.2 Minsteavstand fra plattform til høyspenning

På plattformer skal det være en avstand fra plattformen til nærmeste spenningsførende kontaktledningsdel på minst 4,5 m.

6.2.2 Minste avstand til spenningsførende del fra planovergang

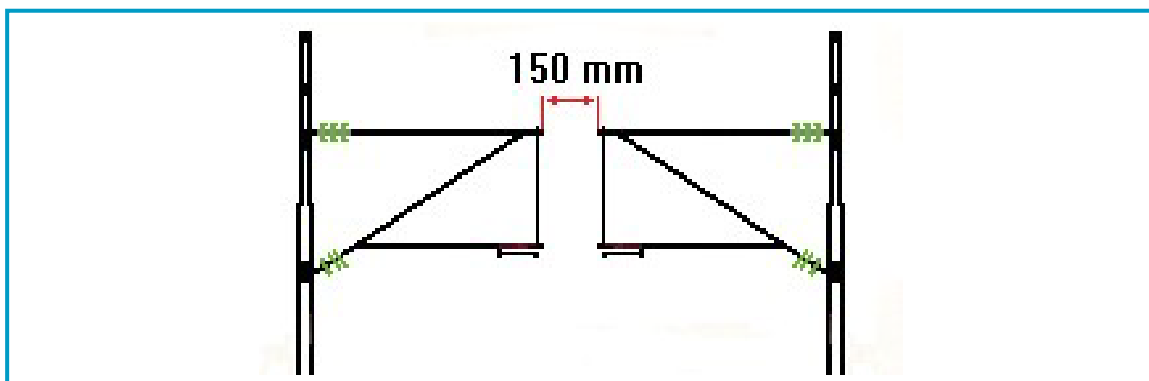
På planoverganger skal avstanden fra skinneoverkant til laveste spenningsførende del være minimum 5,50m.



Figur 6.3 Minste avstand på planovergang

På planoverganger i forbindelse med lasteområder, industrianlegg og lignende, der det foregår utstrakt trafikk med høye kjøretøyer, bør det vurderes montert varselbjelker eller varselliner.

Minste avstand mellom motstående utliggere er 150 mm hvis potensialet er likt på begge utliggerne.

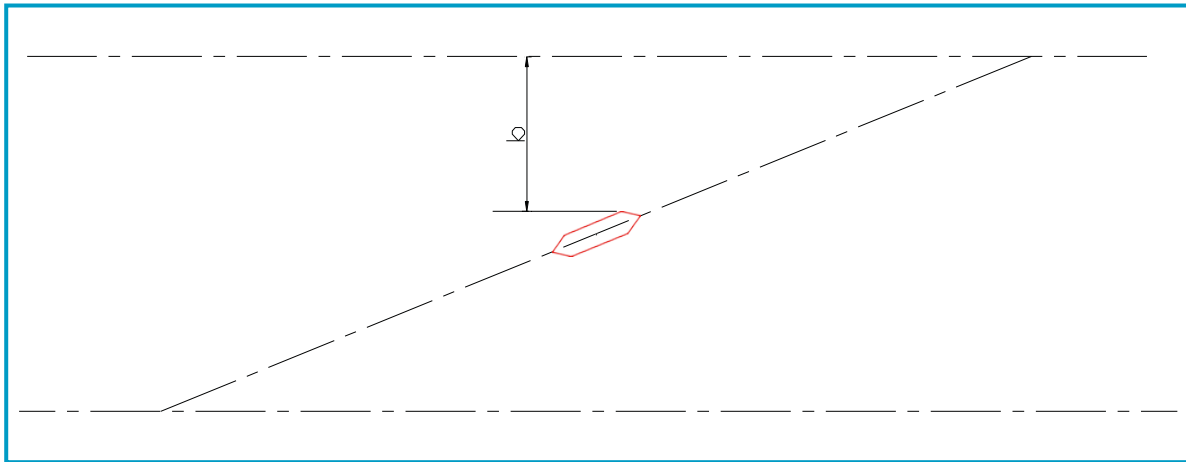


Figur 6.4 Motstående utliggere

6.2.3 Minste avstand fra seksjonsisolatorens meier

Minsteavstand for seksjonsisolatorens meier til spormidt for nærliggende koblingsgruppe: $b = \text{halve seksjonsisolatorens bredde mål} + \text{dynamisk bevegelse og isolasjonsavstand}$.

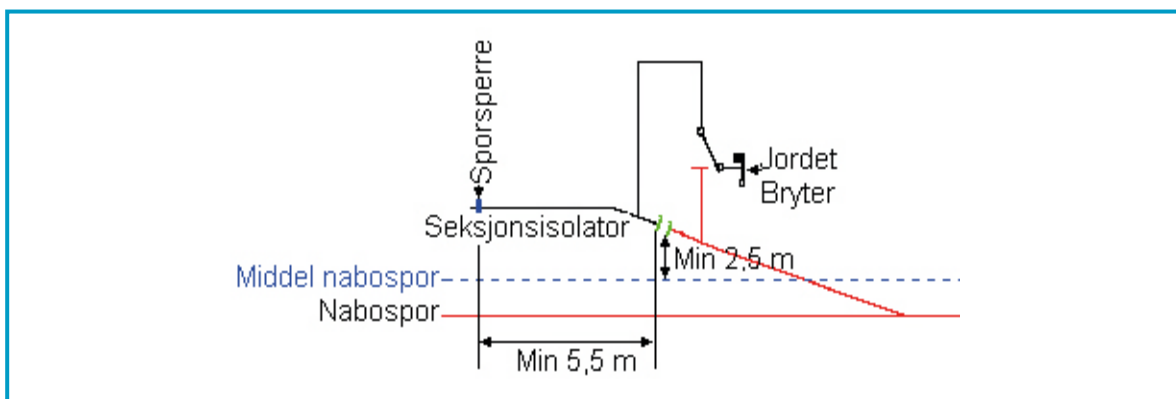
$$1800/2 + 300 = 1200 \text{ mm}$$



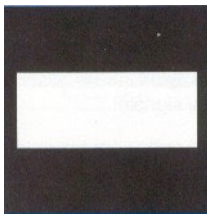
Figur 6.5 Plassering av seksjonsisolator i sporsløyfe

6.2.4 Minste avstand for plassering seksjonsisolator ved sporsperre

Lastespor, sidespor og hensettingsspor med kontaktledning skal normalt være frakoblet og jordet over jordingsbryter. Til isolering av disse brukes seksjonsisolatorer. Disse skal plasseres minst 2,5 m innenfor middel mot nabospor, eller der hvor det er sporsperre minst 5,5 m utenfor denne, dog ikke nærmere enn 2,5 m mot middelmerke for avvik. Dette er vist i figur 6.6



Figur 6.6 Plassering av seksjonsisolator ved sporsperre

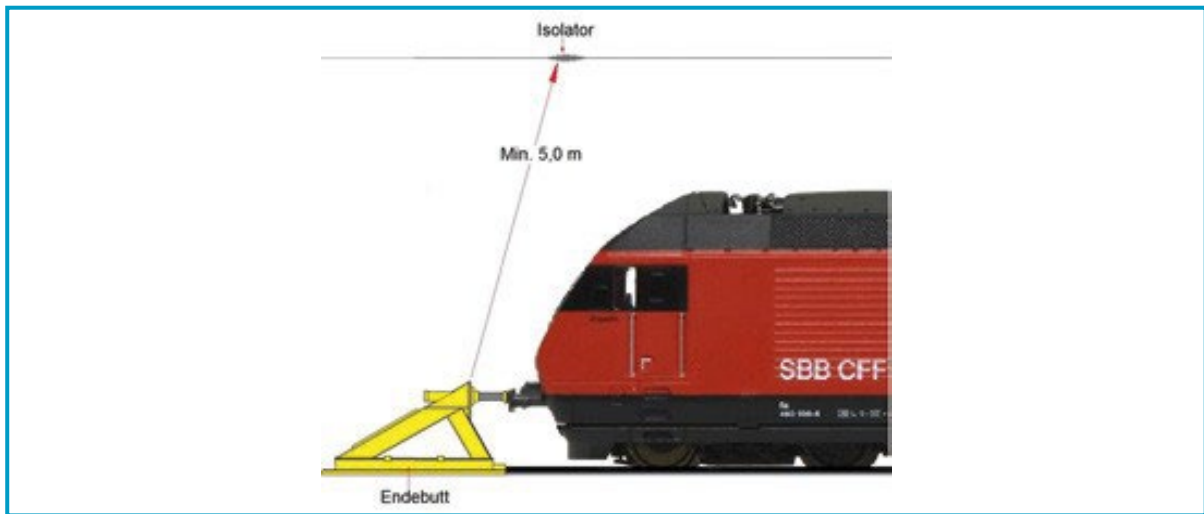


Er avviksporet koblet i forbindelse med en jordet bryter, skal denne være koblet i avhengighet av sporsperren.

Det må settes opp skilt 65 A Jordet seksjon

6.2.5 Minste avstand fra kant sporbutt til spenning

Ved sporbutt skal det være >5,0 m fra kant sporbutt og til nærmeste spenningsatt kontaktledning.



Figur 6.7 Minste avstand fra kant sporbutt til spenning

6.2.6 Minste avstand til nærliggende koblingsgruppe

Parallelløpende kontaktledninger som skal kunne revideres og repareres uavhengig av hverandre, skal legges opp slik at de forskjellige grupperes spenningsførende deler får en innbyrdes avstand på minst 2,0 m.

Hengemaster som bærer kontaktledningen for det ene sporet ved to parallelle spor skal ha beskyttelsesskjerm hvis avstanden fra midten av hengemasten til midten av det andre sporet er mindre eller lik 2 m. Hengemaster som bærer kontaktledningen for parallelle spor som kan ha forskjellig spenning, skal alltid ha beskyttelsesskjerm.

6.2.7 Beskyttelsesskjerm

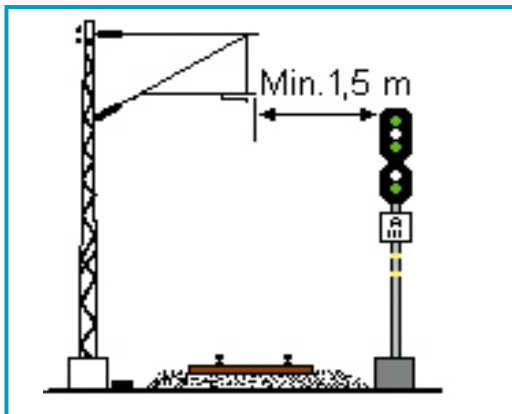
Beskyttelsesskjermer leveres ferdig, men det må settes på advarselskilt «Høyspenning Livsfare» på begge sider av hver skjerm.



Figur 6.8 Beskyttelsesskjermer montert på hengemast

6.2.8 Minste avstand til andre tekniske anlegg

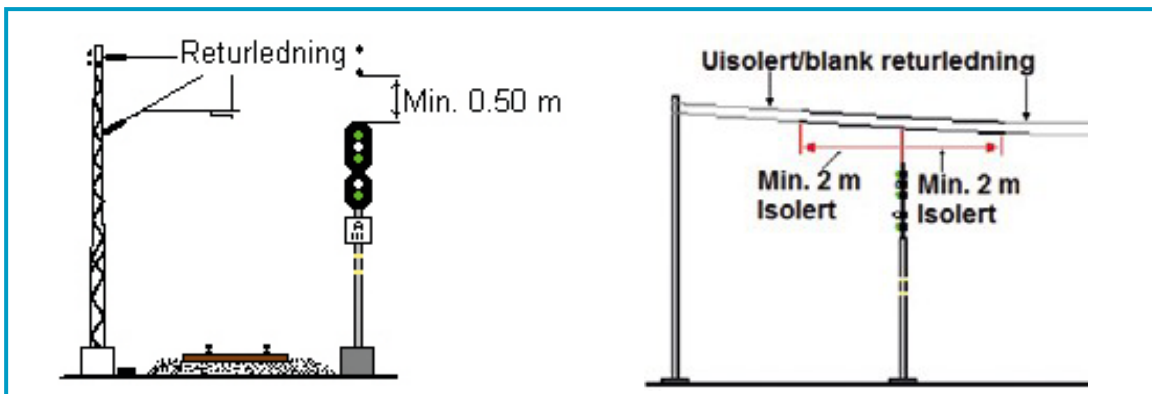
Minste avstand fra spenning til signal, belyningsmaster eller arbeidsstillaser =1500 mm
 Minste avstand fra spenning til signalmaster konstruksjoner det ikke skal klatres >600 mm



Figur 6.9 Minsteavstand fra kl-anlegg til signalmast

6.2.9 Minste avstand fra signalmaster til isolert returledning

I ugunstigste tilfelle 0,50 m. Blank returledning skal isoleres min. 2 m til hver side fra signalet.

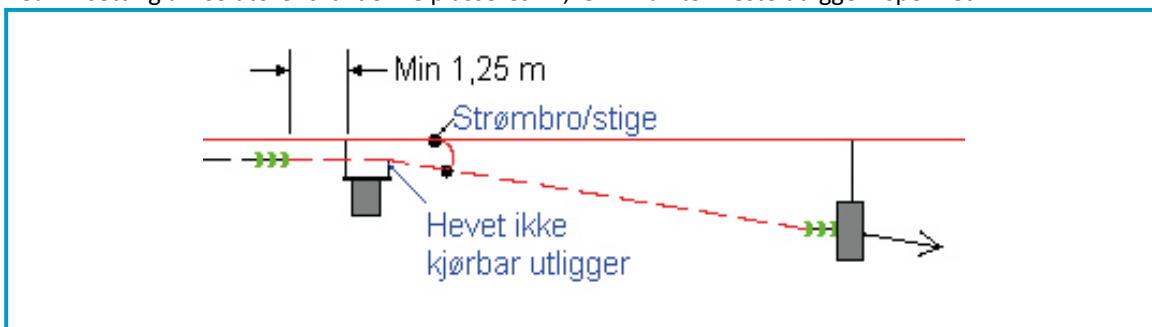


Figur 6.10 Minsteavstand til signal fra isolert returledning

Isolering av blank returledning ved signal

6.2.10 Minste avstand fra utligger til innskutt isolator i seksjonsdeler.

Ved innsetting av isolatorer skal denne plasseres >1,25 m fra nærmeste utligger i spennet



Figur 6.11 Minsteavstand fra isolator til utligger

6.2.11 Minste avstand mellom kontaktråd og bæreline

Ved flere utførelser/monteringer i kontaktledningsanlegget er det et krav til avstand mellom bæreline og kontaktråd. Her er et utdrag av de viktigste:

Bestemt av toghastighet.

- Under 120 km/t 300 mm mellom bæreline og kontaktråd.
- Over 120 km/t 500 mm mellom bæreline og kontaktråd.

6.2.12 Ved innsetting av seksjonsisolator

Ved innsetting av seksjonsisolatorer er det for de fleste typene anbefalt en minsteavstand mellom bæreline og kontaktråd >800 mm

6.2.13 Minste avstand mellom ledningsparter

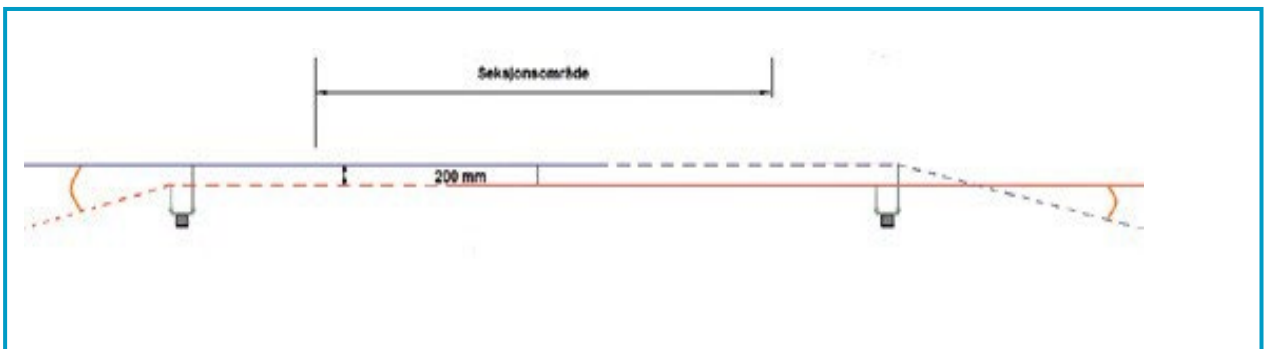
Vanligvis foregår vekslingen over 3 eller 5 spenn

Seksjonfelt har minsteavstand målt horisontalt = 450 mm



Figur 6.12 Ledningsføring i seksjonfelt

Avspenningsfelt har minsteavstand målt horisontalt =200 mm

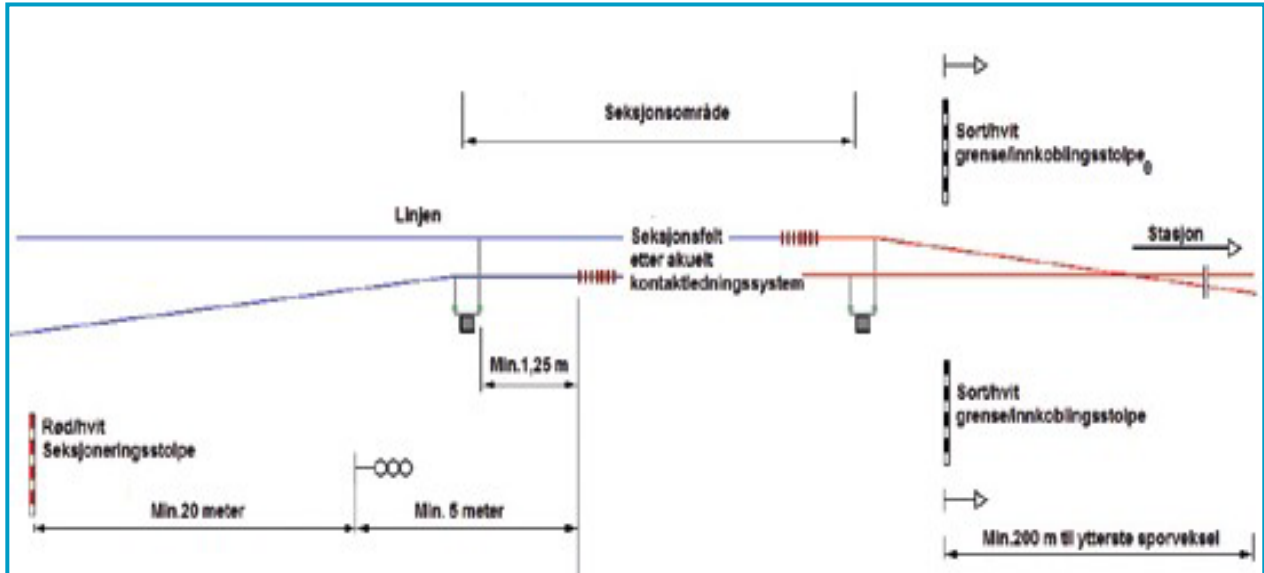


Figur 6.13 Ledningsføring i vekslingfelt

6.3 SEKSJONFELT VED HOVEDSIGNAL

For enkeltsporet strekning, er som regel seksjonfelt bygd over 3 spennlengder.

Når seksjoneringen til kontaktledningsanlegget er ved et innkjør-hovedsignal skal det plasseres markeringsstolpe 20 m foran innkjør-hovedsignal. Avstanden fra signalet til isolator skal minimum være 5 m. og avstanden fra seksjonsutligger til isolator skal være minimum 1,25m. Fra et stasjonsområde mot innkjør-hovedsignal brukes det to forskjellige stolper, 64A og 64B. Dette kommer an på hvilken banestrekning man er på.




Figur 6.14 Avstander i seksjonsområde ved hovedsignal

6.4 MARKERINGSSTOLPER OG SKILT

Det kan variere fra prosjekt til prosjekt hvordan ansvaret for oppsetting av markeringsstolper blir praktisert. Men markeringsstolpene skal settes opp på følgende etter følgende regler.

Grense/innkoblingsstolpe 64A

<p>2 meter høy stolpe med sorte og hvite felter av 0,2 meters lengde og med sort toppfelt. Eksempel:</p> 	<p>Signal 64A "Grensestolpe"</p>	<p>Grense for skiftelengde.</p>
--	--------------------------------------	---------------------------------

Seksjoneringstolpe 64B

<p>2 meter høy stolpe med røde og reflekterende hvite felter av 0,5 meters lengde og med rødt toppfelt. Eksempel:</p> 	<p>Signal 64B "Seksjoneringsstolpe"</p>	<p>Trekkraftkjøretøy med hevet strømvaktaker som skal stoppe, skal stoppe foran stolpen.</p>
---	---	--


Varselsignal for kontaktledningssignal

<p>Hvitt kvadratisk skilt med to sorte loddrette streker og sort kant. Skiltet kan ha en lampe. Eksempel:</p> 	<p>Signal 65B "Varselsignal for kontaktledningssignal"</p>	<p>Signalet varsler om utkobling foran død seksjon eller senking av strømvaktaker.</p>
---	--	--

Slutt for elektrisk tog 65G

<p>Hvitt kvadratisk skilt med sort ring og sort kant. Eksempel:</p> 	<p>Signal 65G "Stopp for elektrisk trekkraftkjøretøy"</p>	<p>Trekkraftkjøretøy med hevet strømvaktaker skal stoppe foran signalet.</p>
---	---	--

Senking av strømvaktaker 65E

<p>Hvitt kvadratisk skilt med sort vannrett strek og sort kant. Eksempel:</p> 	<p>Signal 65E "Senking av strømvaktaker"</p>	<p>Trekraftkjøretøy med hevet strømvaktaker skal senke denne før signalet.</p>
---	--	--


Heving av strømvaktaker 65F

<p>Hvitt kvadratisk skilt med sort loddrett strek og sort kant. Eksempel:</p> 	<p>Signal 65F "Heving av strømvaktaker"</p>	<p>Trekraftkjøretøy med senket strømvaktaker kan heve denne.</p>
---	---	--


Felt ved songrensebryter. Utkobling foran dødseksjon 65C

<p>Hvitt kvadratisk skilt med to sorte loddrette streker med en sort vannrett strek under og sort kant. Skiltet kan ha en lampe. Eksempel:</p> 	<p>Signal 65C "Utkobling foran død seksjon"</p>	<p>Trekraftkjøretøy med hevet strømvaktaker skal være utkoblet før signalet passeres.</p>
--	---	---

Innkobling etter dødseksjon 65D

<p>Hvitt kvadratisk skilt med sort kantet U og sort kant. Eksempel:</p> 	<p>Signal 65D "Innkobling etter død seksjon"</p>	<p>Trekraftkjøretøy med hevet strømvaktaker kan kobles inn når signalet er passert.</p>
---	--	---

Jordet seksjon

<p>Sort kvadratisk skilt med hvitt vannrett felt. Eksempel:</p> 	<p>Signal 65A "Jordet seksjon"</p>	<p>Trekraftkjøretøy med hevet strømvaktaker kan kun kjøre forbi signalet dersom jordingsbryteren for vedkommende spor er koblet inn.</p>
---	--	--

6.5 GENERELLE KRAV VED SLUTTJUSTERING AV SYSTEM 20

Komplett kontaktledning bør henge med riktig strekk i minimum en uke før det igangsettes finjustering. Da har ledningene (kontakttråd og bæreline) fått strukket seg ferdig og tilpasset seg loddavspenningen. Bærelinen består av 19 tråder høyreslått Bzll tråd og tverrsnittet er 50 mm² denne linen strekker seg mye i forhold til kontakttråden.

Ved justering av kontaktledning benyttes følgende tabeller for ledningen som skal justeres:

- Hengetrådtabell
- Utliggertabell



Figur 6.15 Ny parsell med System 20 kontaktledningsanlegg

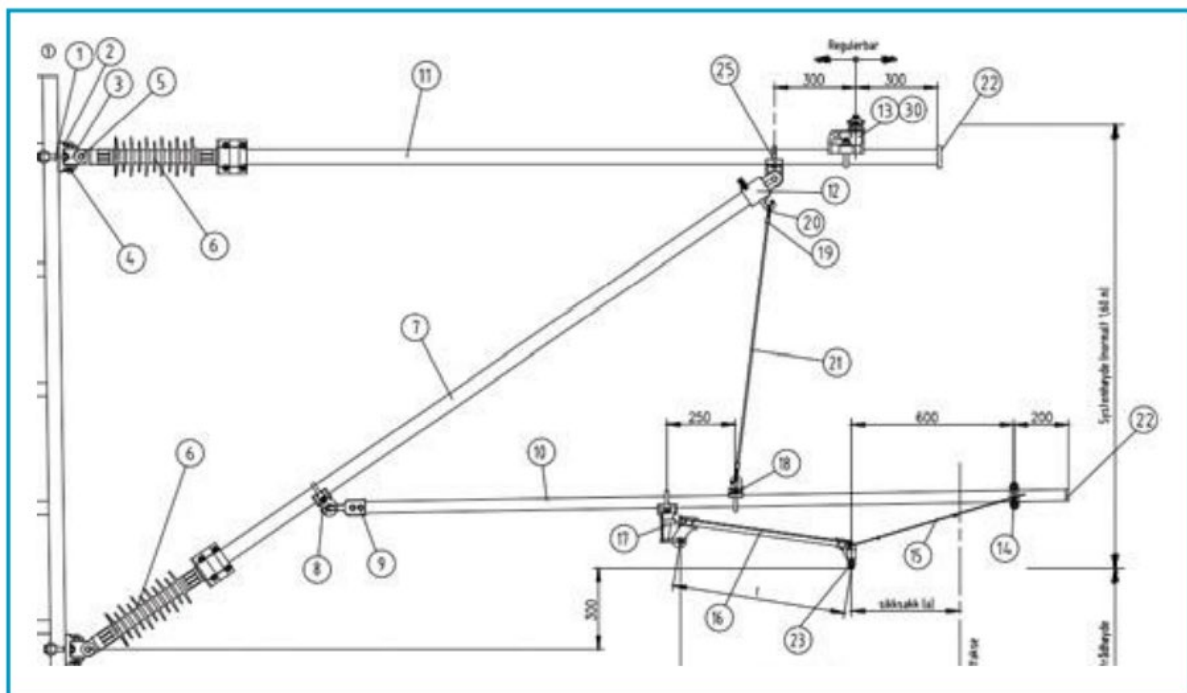
6.6 TOLERANSER, KUTTELENGDER OG AKP-PUNKTER VED MONTERING AVUTLIGGER

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

- Strekkstag: Lengde i utliggerstabell ± 20 mm
- Trykkstag: Lengde i utliggerstabell ± 2 mm
- Horisontalstag: Lengde i utliggerstabell ± 20 mm
- Montasjepunkt: (AKP) $\pm 2,5$ mm

POS	OBJEKT	TILTREKKINGSMOMENT
8	Øyemuffe med bøyer, kompl. For rør $\varnothing 55/\varnothing 70$	35 Nm
9	Endemuffe for horisontalstag $\varnothing 42$ og $\varnothing 55$	50 Nm
12	Endemuffe for trykkstag $\varnothing 70$	50 Nm
12	Endemuffe m/krok for trykkstag $\varnothing 55$	50 Nm
13	Bærelineholder for strekkstag $\varnothing 55$ og $\varnothing 70$	70 Nm
14	Vindsikringsh. For $\varnothing 42$ og $\varnothing 55$ $r > 1200$ m	35 Nm
17	Holder for lett direksjonsstag	35 Nm
18	Hengetrådholder for horisontalstag $\varnothing 42/\varnothing 55$	35 Nm
24	Holder for kontaktrådklemme rør $\varnothing 42/\varnothing 55$	35 Nm
25	Holder for trykkstag rør $\varnothing 55/\varnothing 70$	70 Nm
27	Endemuffe for diagonalrør $\varnothing 42$	50 Nm

ALLE GJENGER SKAL INNSETTES MED FETT



Figur 6.20 Tiltrekningsmoment ved montering av utliggerdeler

6.6.1 Høydeendring ved utligger

Kontaktrådshøyden 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

6.6.2 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 4,85 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 $1:10 \cdot v$ i første og siste spennlengde og inntil $1:5 \cdot v$ i mellomliggende spennlengder.

v = maksimal strekningshastighet på stedet.

Stigning/fall = $1 / 10 \cdot v$ = høydeendring i første og siste spenn.

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

$$140 \text{ km/t } 70 \text{ } 10 \cdot 140 = 0,05 \text{ m} = 50 \text{ mm}$$

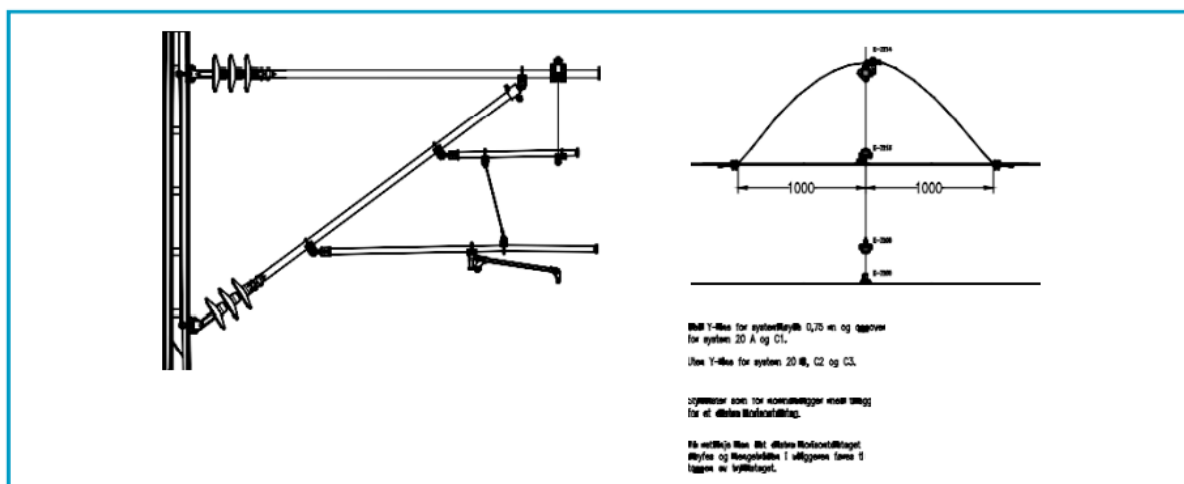
Mellomliggende spenn blir da $70 \cdot 5 \cdot 140 = 0,1 \text{ m} = 100 \text{ mm}$

Umiddelbart før og etter en høydebegrensende konstruksjon skal kontakttråd høyden holdes konstant i minimum en spennlengde.

For kontaktledningsanlegg 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 et trinn pr. utligger. Det vil si fra systemhøyde 1,60 m til 1,30 m, neste 1,00 m og fra denne ned til 0,75 m. Forandring av systemhøyde i en utligger kan forandres på 2 måter 1.

Bygge utliggeren med mindre systemhøyde. 2. 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 6.21.

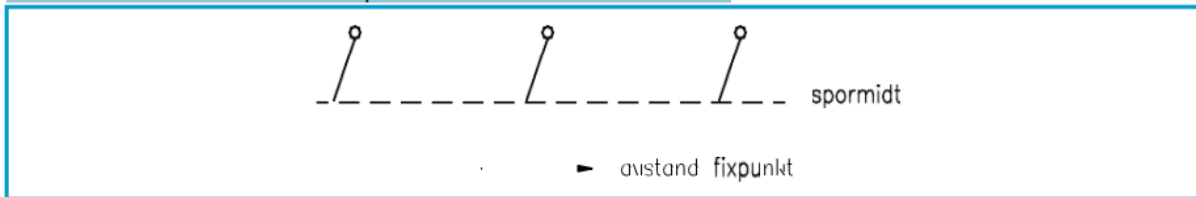


Figur 6.21 Utsnitt av tegning spesialutligger.

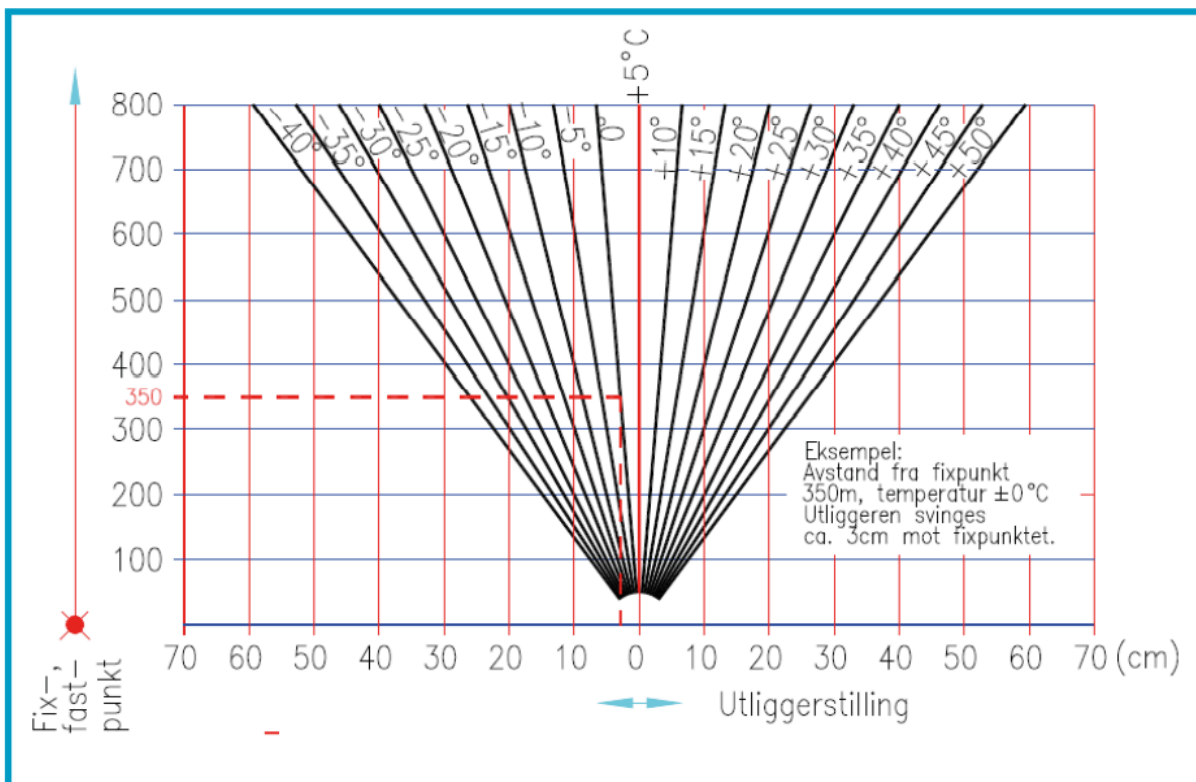
6.6.3 Temperaturinnstilling av utliggeren

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 hengetrådtabell.

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



Figur 6.22 Utliggerens innstilling i forhold til fix-punktet



Figur 6.23 Tabell viser innstilling av utligger avhengig av fix-punkt og temperatur i tråden.

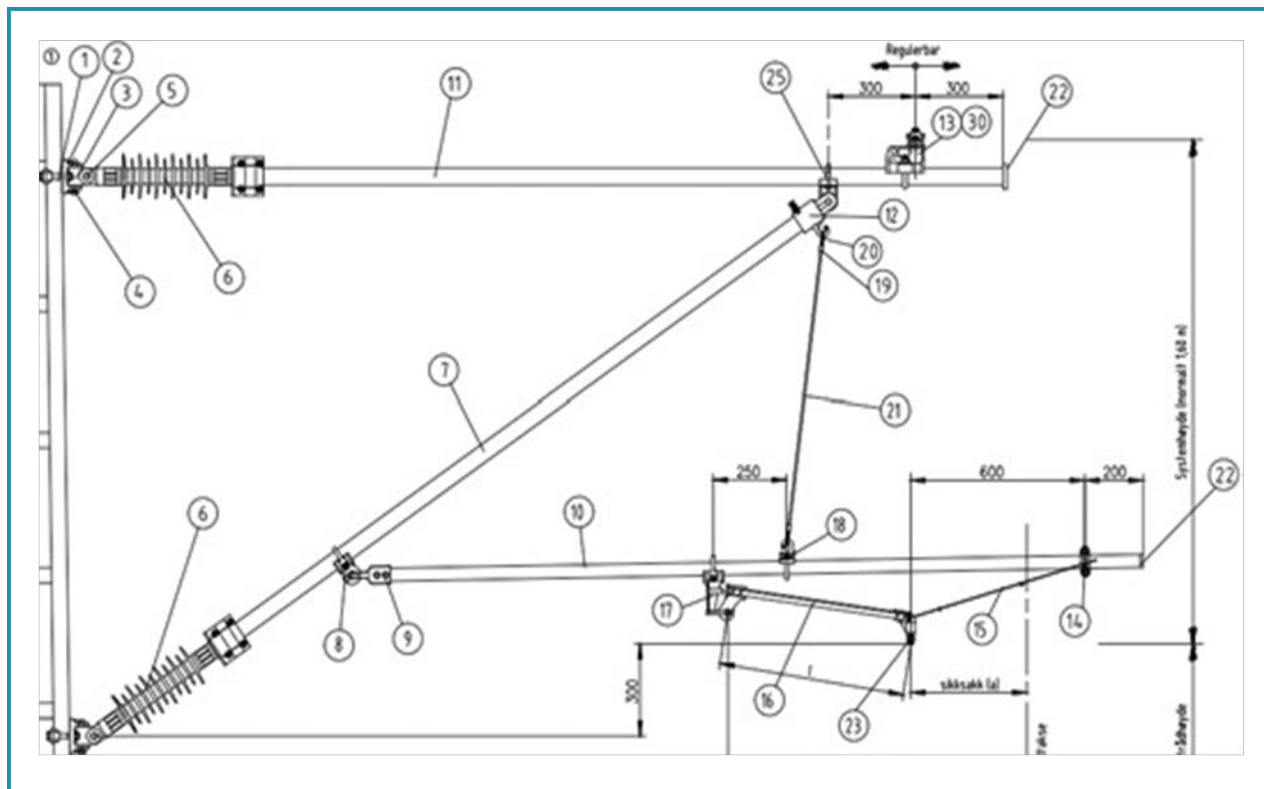
Montasjetoleransen er ± 50 mm fra avlest verdi i tabellen.

7 UTLIGGERE I KONTAKTLEDNINGSANLEGG

Det er flere generasjoner av utliggerer i de ulike kontaktledningssystemene. De har en prinsipiell lik utforming, men har utviklet seg noe etter som kravene til fremføringshastighet har endret seg.

Oppgaven til en utligger er å holde kontaktledningen i riktig høyde over sporet.

Den generelle oppbyggingen er som på bildet under.



Figur 7.1 Objekter og tiltrekkingsmoment

Utliggere finnes i mange forskjellige utførelser. De er også avhengig av hvilken type kontaktledningssystem det er på strekningen. I tillegg er det mekaniske og elektriske krav. Se punkt 7.1
Sett inn posisjons nummer på deler.

Stykkliste for tegning EK.707171-000					
Rev: 01.08.2017					
Pos.	Antall	Enhet	Tittel, betegnelse eller navn på objekt	Tegningsnummer / Standard	F.nr. /Merknad
1	Se merkn.	Stk	Bøyle/bolt M16 eller M18		Antall og type er avh. av mast
2	2	Stk	Utliggerkonsoll		Type avhengig av mast
3	2	Stk	Ledd for utliggerkonsoll	EK.707219-000	251.607.020
4	2	Stk	Nagle 19x100+splittpinne type beta	EK.707290-000	251.411.780 / 251.908.400
5	2	Stk	Nagle 19x52+splittpinne type beta	EK.707290-000	251.411.740 / 251.908.400
6	2	Stk	Isolator		
7	Se merkn.	m	Rør for trykkstag ø55x6	EK.707291-000	251.401.22 / m iht. beregn.
8	1	Stk	Øyemuffe med bøyer, kompl. for rør ø55/ø70	EK.707314-000	251.405.61
9	1	Stk	Endemuffe for horisontalstag ø42	EK.707196-000	251.405.20
10	Se merkn.	m	Rør for horisontalstag ø42x4	EK.707291-000	251.401.21 / m iht. beregn.
11	Se merkn.	m	Rør for strekkstag ø55x6	EK.707291-000	251.401.22 / m iht. beregn.
12	1	Stk	Endemuffe for trykkstag ø55	EK.707204-000	251.405.29
13	1	Stk	Bærelineholder for strekkstag ø55	EK.707521-000	251.405.47
14	1	Stk	Vindsikringsh. for ø42 og ø55 r>1200 m	EK.707207-000	251.405.32
15	1	Stk	Vindsikring for lett direksjonsstag r>1200m	EK.707315-000	251.405.62
16	1	Stk	Lett direksjonsstag	EK.707198-000	Angi lengde ved best.
17	1	Stk	Holder for lett direksjonsstag	EK.707302-000	251.405.54
18	1	Stk	Hengetrådholder for horisontalstag ø42 og ø55	EK.707208-000	251.405.34
19	2	Stk	Presshylse 6	EK.707332-000	251.014.70
20	2	Stk	Kause 6	EK.707333-000	251.018.38
21	Se merkn.	m	Line 6 mm rustfri		250.231.03 / Angi l. ved best.
22	1	Stk	Plasthette for horisontalstag ø42	EK.707289-000	251.602.14
22	1	Stk	Plasthette for strekkstag ø55	EK.707289-000	251.602.13
23	1	Stk	Kontakttrådklemme S-20 og S-25	EK.707472-000	251.002.49
25	1	Stk	Holder for trykkstag rør ø55/ø70	EK.707202-000	251.405.25
30	1	Stk	Beskyttelseshylse, cupal-blikk	EK.707258-000	251.405.79

7.1 KRAV TIL UTLIGGERE

7.1.1 Mekanisk

- De skal følge ledningsutvidelsen når temperaturen stiger og faller. De er derfor hengslet inne ved masten
- De skal holde kontaktledningen på plass i riktig høyde og med riktig sikksakk
- De skal håndtere dynamikken i anlegget ved strømvaktakerpasseringer
- De skal ha styrke til å tåle snø, is og montasjelaster som påføres ekstra under strekking av ledning
- Beregning av utliggere kan skje på flere måter, men det anvendes et dataprogram for dette som heter Sicat CanDrop
- Dette sørger for mekanisk dimensjonering av rør, montasjepunkter for sammenkobling av rørene og angir hvilken tegning utliggeren skal bygges etter

7.1.2 Elektrisk

- De skal ikke inneholde galvaniske spenningslementer som ødelegger selve konstruksjonen
- De skal ha isolatorer som tilsvarer den spenningspåkjenningen de blir utsatt for
- De skal tåle de kjente kortslutningsstrømmene i anleggene uten å miste sin funksjonalitet
- Det skal ikke oppstå gnister og utladninger som kan forårsake radiostøy.

Dette omhandles i eget kapittel der System 20 er valgt som eksempel. Se punkt 13.11 i bok 2:2

7.2 TOLERANSER, KUTTELENGDER OG AKP-PUNKTER VED MONTERING AV UTLIGGER

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

- Strekkstag: Lengde i utliggertabell ± 20 mm
- Trykkstag: Lengde i utliggertabell ± 2 mm
- Horisontalstag: Lengde i utliggertabell ± 20 mm
- Montasjepunkt: (AKP) $\pm 2,5$ mm

7.2.1 Høydeendring ved utligger

Kontaktråd 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.

7.2.2 Stigning og fall i kontaktrådshøyde

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 4,85 meter over skinneoverkant.

Ved stigning eller fall skal kontaktråden følge en rampefunksjon. Ved overgang fra en kontaktrådshøyde til en annen skal rampefunksjonen ha en stigning på inntil $1:10*v$ i første og siste spennlengde og inntil $1:5*v$ i mellomliggende spennlengder.

v = maksimal strekningshastighet på stedet.

Stigning/fall = $\frac{1}{10*v} = \frac{l(\text{spennlengde})}{10*v}$ = høydeendring i første og siste spenn.
Eksempel på nedtrapping i første/siste spenn på 70 m med strekningshastighet 140 km/t

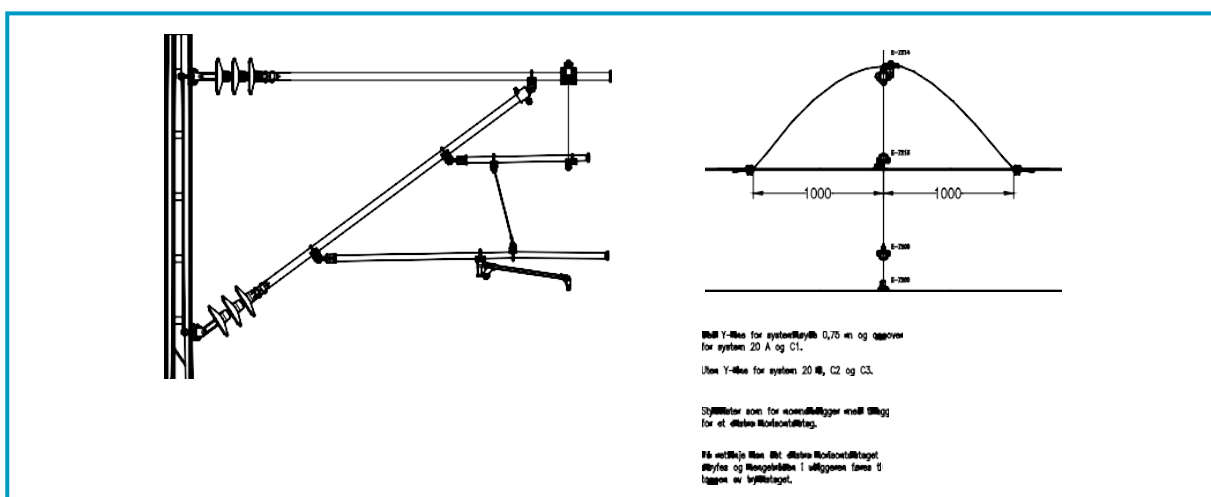
$$\frac{70}{10*140} = 0,05 \text{ m} = 50 \text{ mm}$$

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

Umiddelbart før og etter en høydebegrensende konstruksjon skal kontaktrådshøyden holdes konstant i minimum en spennlengde. For kontaktledningsanlegg med dimensjonerende hastighet opptil 200 km/h bør kontaktrådshøyden 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 kontaktrådshøyden, er det ofte at systemhøyden i utliggerne må forandres. I slike tilfeller må ikke systemhøyden i utliggeren endres mer enn et 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 2 måter

1. Bygge utliggeren med mindre systemhøyde.
2. 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 6.21.

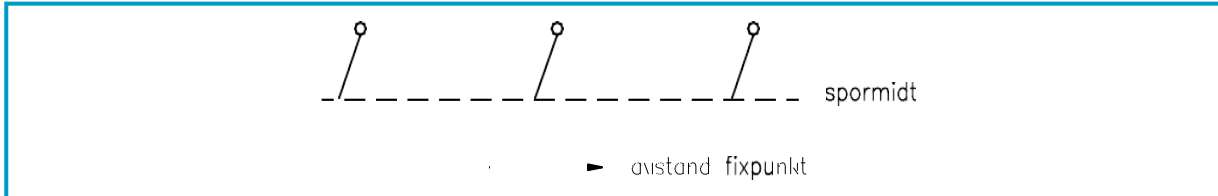


Figur 7.2 Utsnitt av tegning spesialutligger.

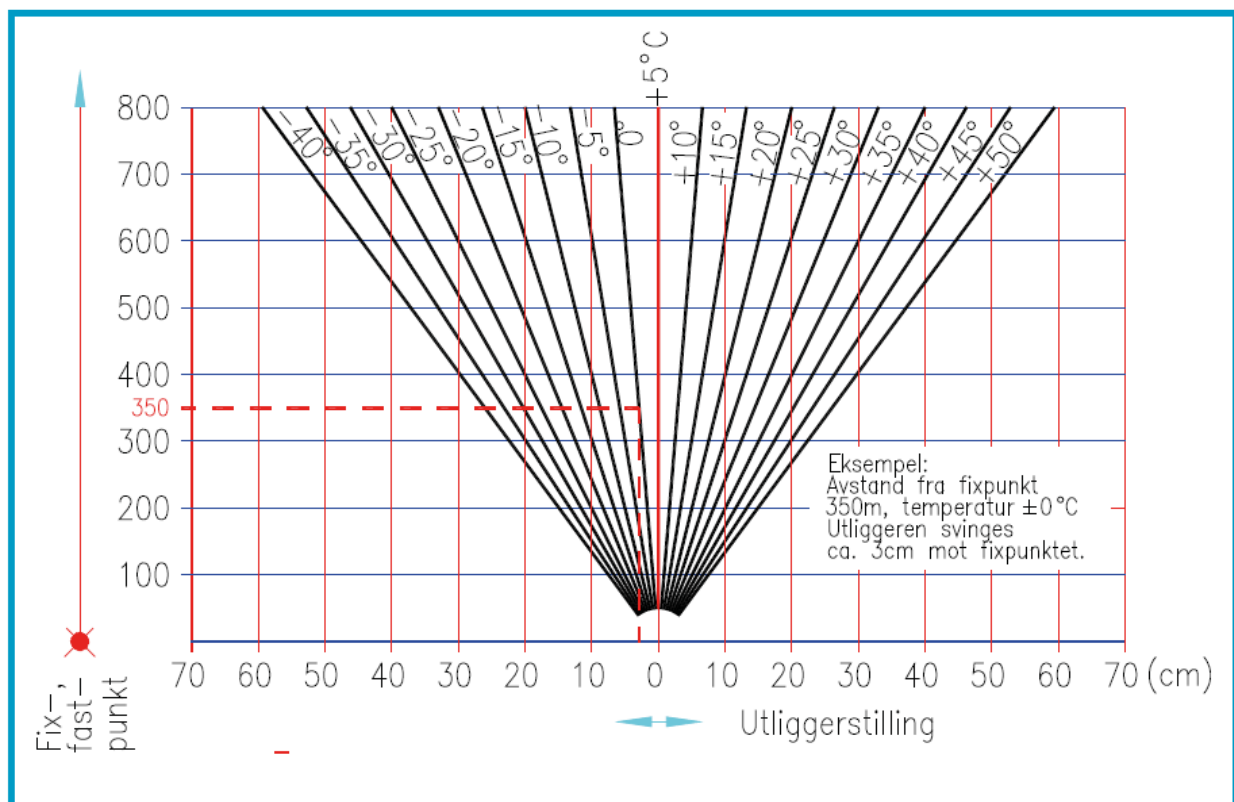
7.2.3 Temperaturinnstilling av utliggeren

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 hengestrådetabell. Montasjetoleransen er ± 50 mm fra avlest verdi i tabellen.

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



Figur 7.3 Utliggerens innstilling i forhold til fix-punktet



Figur 7.4 Tabell viser innstilling av utligger avhengig av fix-punkt og temperatur i tråden.

8 FUNDAMENTER OG MASTER

Bærende konstruksjoner består av fundamenter, master, åk og utliggere. De ulike elementene er beskrevet i montasjeveiledningene bak i boken, hvor åk er utdypende spesielt som tverrgående konstruksjoner.

8.1 FUNDAMENTER OG FUNDAMENTERING

Kapitlet vektlegger utførelser etter tegninger for fundamenter og master.

Fundamenter og master er beregnet og dimensjonert for de kreftene de skal oppta, beregningsprogrammet heter Fundamast.

Det blir enten satt opp prefabrikkerte støpte sålefundamenter eller borede søylefundamenter. Sålefundamentene blir satt opp samtidig med underbyggingen av sportraseen, mens de borede fundamentene settes på plass når underbyggingen er ferdig. Ved alle ombygginger i eksisterende traseer blir det som regel brukt borede mastefundamenter.

Alle fundamenter og bolter skal være fri for skader og nøyaktige målt. Se eksempel på fundamentprotokoll under.

Alle innmålingene når fundamentet er på plass skal være tatt med i beregningsprogrammet "Sicat CanDrop" som benyttes ved beregning av tabeller for utliggere og hengetrårder.

		Koststed:		Prosjektnr:		Prosjektnavn:			
KVALITETSSIKRING		Dok.nr.:		Byggherre:					
Ledning nr:									
		INNMÅLING/KONTROLL AV FUNDAMENTER				Målingen er foretatt fra:		Retning mot stasjon:	
Mast nr.	Kilometer	Type fundament Bored / Plaststøpe	Plassering i forhold spor Høyre side / Venstre side	Avstand sporach - fundament Midt fundament / Forkast fundament	Høyde i forhold ± SOG ±	Bolter Fri for støp / Rente	Bolter komplet/mangler Møtere / Skiver	Fundament sømming spor ak	Dato/signatur

Figur 8.1 Fundamentprotokoll

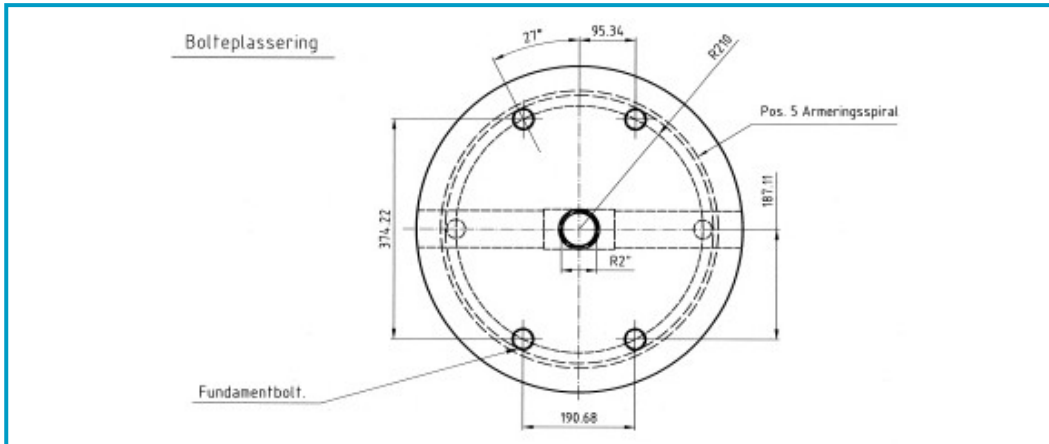
Fundamentprotokollen er også til stor hjelp ved oppsetting av master. Dette fordi tabellen også beskriver mangler ved fundament og om bolter har skade på gjenger og om det mangler skiver eller muttere på bolter.

8.1.1 Generelle krav til fundamenter for stålmaster

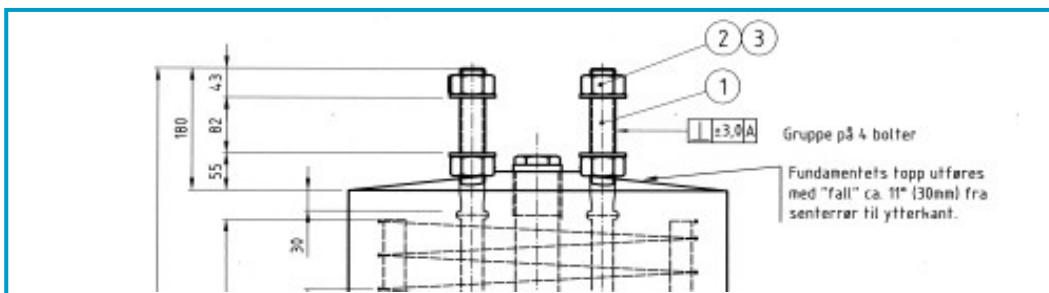
Bane NOR har utarbeidet krav til produksjon av mastefundamenter. Bane NOR har et beregningsprogram som skal benyttes for å bestemme utførelse og type fundament.

Borede prefabriserte søylefundamenter

Fundamentene leveres i lengder fra 3-4 m og har en diameter på 555 mm. (Tegning EH.800091).



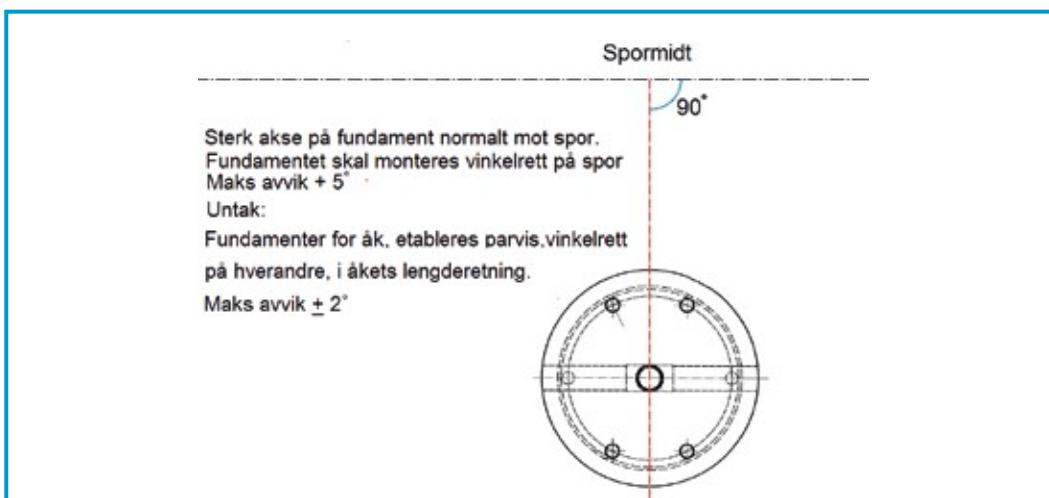
Figur 8.2 Boltemønster i fundament topp.



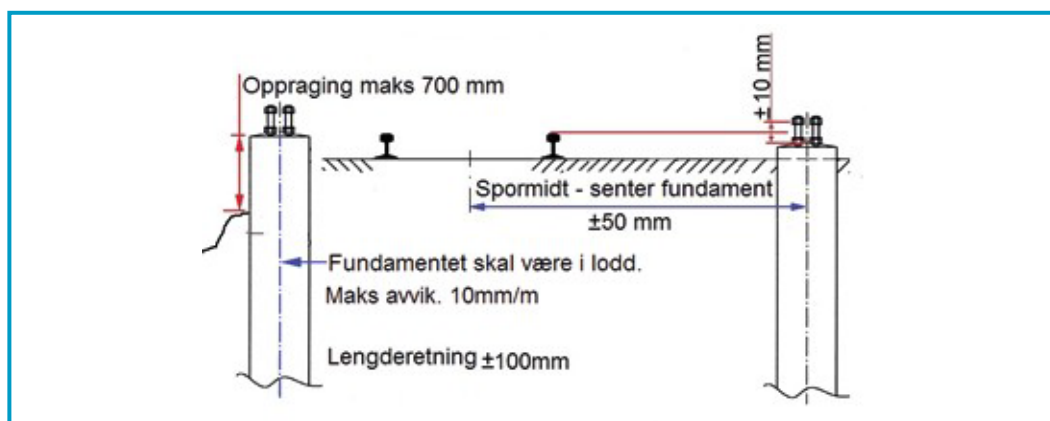
Figur 8.3 Boltene utstikk fra fundament topp

Fundamentets plassering i forhold til spor

Fundamentet skal normalt ha sterkeste akse vinkelrett mot spor. I flatt terreng bør fundamenttopp plasseres i høyde med teoretisk SOK. Krav til plassering finnes i Teknisk regelverk.



Figur 8.4 Horisontal orientering mot spor

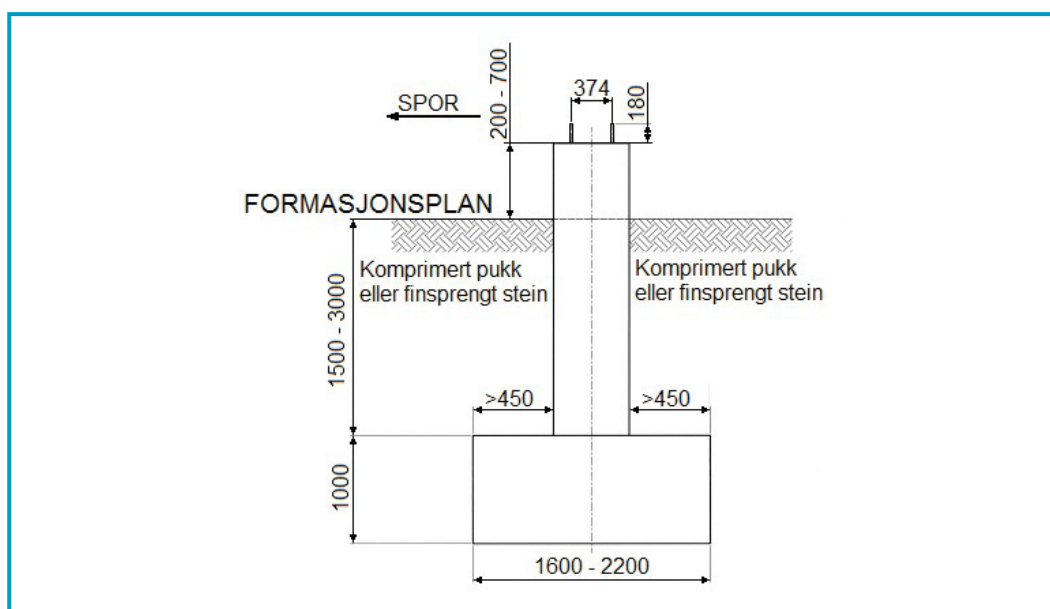


Figur 8.5 Vertikal orientering mot spor

8.1.2 Plasstøpte sålefundamenter

Tegning EH.800150, tegning EH.800151

Sålefundamenter blir satt på riktig plass i forbindelse med grunnarbeidene og underbyggingen til sporene i den nye traseen, enten de er prefabrikkerte eller lages på stedet.



Figur 8.6 Snitt av sålefundament

På enkelte steder vil standardtegningene ikke kunne komme til anvendelse. Da blir fundamentene designet og beregnet for hvert enkelt tilfelle.

8.2 MONTASJE AV FUNDAMENTER

8.2.1 Metoder

Skinnegående fundamenterings tog eller maskiner som ikke er avhengig av spor benyttes for å bore ned fundamenter.

Fundamenterings tog er utstyrt med ei borekrone som borer hull til ønsket dybde i nesten alle typer jordsmonn og fjell. Blandemaskin og betongpumpe benyttes for å injisere gysmasse i senter av fundamentet slik at det skal få kontakt med grunnen omkring.



Figur 8.7 Boring av mastefundament



Figur 8.8 Søylefundamenter



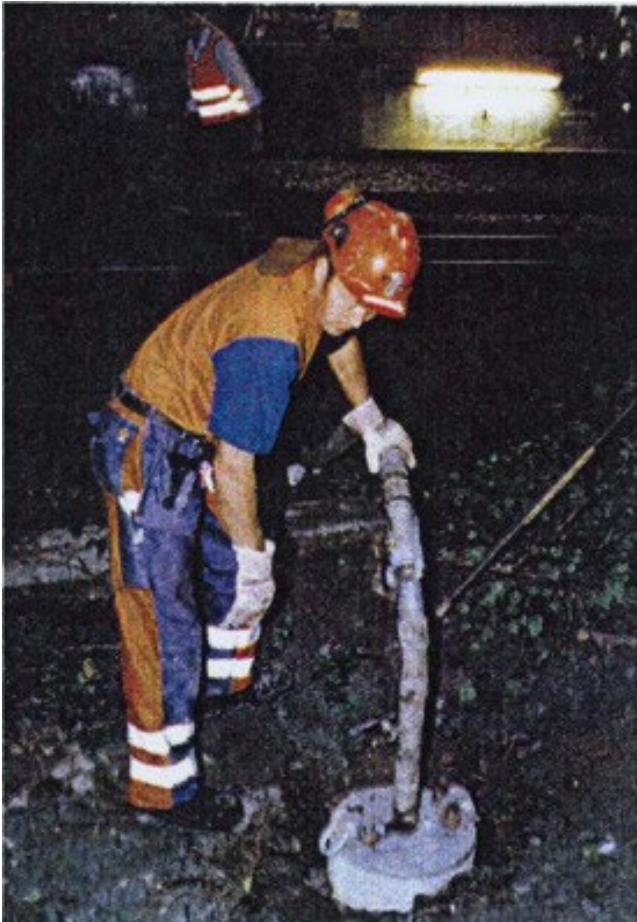
Figur 8.9 Utløp for gysemasse er de sorte merkene på fundamentene

Fundamentet senkes ned i borehullet og dreies slik at boltene kommer vinkelrett på sporet. Høyden i forhold til skinneoverkant blir også kontrollert og justert. Deretter blir fundamentet vatret opp og låst fast i borehullet som vist på bilde. Injisering av gysemasse skjer gjennom hullet midt i fundamentet. Oppsatt fundament med 4 stk bolter M-36. På disse skal det være påsatt 2 muttere og 2 skiver. Det er beregnet underlagsmuttere til oppretting av mastene.



Figur 8.10 Mastefundamentet er låst fast i borehullet

På bildet under er slangen for fastgysing av fundamentet koblet til, og gysmassen presses ut med stort trykk i borehullet. På denne måten blir jordmassen rundt fundamentet komprimert og stabilisert. Under støpeprosessen blir det kontrollert at fundamentet står riktig i forhold til sporet.



Figur 8.11 Faststøping av fundament (gysing)

8.2.1.1 [Sålefundamenter](#)

For sålefundamenter er det ingen gysing, kun vertikal og horisontal orientering mot sporet. Det fylles på telefrie masser rundt fundamentet for å oppnå standfasthet.

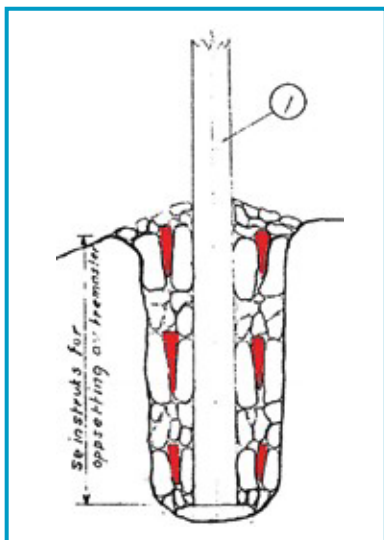
8.3 FUNDAMENTERING AV TREMASTER

Det er ulik nedgravnings dybde for tremaster i forhold til forskjellig belastning.

- 1,8 m – når masten ikke skal ha kurvebardun
- 1,6 m – når masten skal ha kurvebardun
- 1,8 m når masten skal ha fix- eller avspenningsbardun
- 2,0 m når masteparet skal bære sugetransformator (Tabell 52 i teknisk regelverk)

I fyllinger og skjæringer regnes hullets dybde fra dets laveste overkant. Består fyllingen av store stein, kan nedgravningsdybde reduseres, eventuelt velges som bestemt for master nedsprengt i fjell.

8.3.1.1 Mastehullets lysåpning:



Figur 8.12 Mastehullets lysåpning

Er grunnen så dårlig at masten trykkes ned, plasseres i bunnen av hullet en større flat stein eller annet egnet underlag. Ellers benyttes i bunnen små stein som pakkes godt sammen i 10 til 20 cm høyde. I bløt myr må hullet spuntes og bunnen dekket av planker. Mastene må låses med minst to låser. Det må benyttes egnet skorestein, og masten drives fast med kilestein. Alle mellomrom mellom steinene skal fylles godt med ikke telehivende masser.

(oppe ca. 0,80 x 0,80 m)

(nede ca. 0,60 x 0,60 m)

8.3.1.2 Midlertidig mast i kumring



Figur 8.13 Midlertidig mast i kumring

For master i jord og steinfylling kan det isteden for skorestein benyttes rørfundamenter for fastsetting av masten. Rørfundamenter, tegn. EH-705128, er 1,0 m lange og har en innvendig diameter på 0,60 m. Vanligvis benyttes to rør oppå hverandre som nedsettes i hull ca. 0,90 x 0,75 m. Rørene fastsettes ved å stampe telefri masse utvendig. Rundt masten inne i røret stemples med pukk eller kult. Mastens stilling skal være som nevnt foran.

8.4 MASTER

Det er benyttet master av betong, tre og stål. På nye anlegg benyttes kun master av stål. Tremaster blir benyttet som provisoriske master ved ombygging og ved utbygging av mast der det er tremaster på strekningen. Betongmaster er tidligere brukt på stasjoner.

8.4.1 Tremaster



Figur 8.14 Tremaster

Generelle krav til tremaster brukt i kontaktledningsanlegg:

- Impregneringsmidlene, kreosotolje og saltimpregneringsmidlene, skal være godkjent av Nordisk Trebeskyttelsesråd, NTR.
- Toppdiameter må ikke være mindre enn 180 mm.
- Den må heller ikke være mindre en 60 % av jordbånddiameter
- Minste jordbånddiameter settes til 240 mm, kravet i FEF 2006 er 220mm. (jordbånddiameter er diameteren på stolpen målt 2 m fra rotenden)
- Stolpene skal være rettvekst, det tillates ikke større avvik an 0,5xdiameter på målestedet når det strekkes en snor fra senter topp til senter rotende.
- Stolpene skal ha påsatt identifikasjonsmerke 4 m fra rotende. (produsent og produksjonsår)



Figur 8.15 Merking

8.4.2 Stålmaster

Stålmaster for kontaktledningsanlegget brukes for å bære åk, utliggerer og øvrige konstruksjoner, enten som par eller som enkeltstående master på fri linje og stasjoner.

I nye anlegg benyttes kun bjelkemaster av type HEB. Ved utskifting av enkeltmaster der det tidligere er benyttet gittermaster (type B og H) benyttes dette igjen.

Håndtering av stålmaster krever at de må løftes og flyttes med forsiktighet, slik at galvaniseringen ikke blir skadet. Blir det en skade, må skadestedet straks overmales/sprayes med sinkmaling eller kaldgalvaniserings spray. Dette for å hindre at masten begynner å ruste. Ved lagring og transport av stålmaster skal det være lagt inn treplanker/bord mellom hvert lag med master, slik at disse ikke ligger mot hverandre og gnisser og skraper på galvaniseringen. Stålmastene skal ikke løftes med kjetting, vaierstropper eller med pallegaffel uten påsatt beskyttelse. Mastene skal løftes med fiberstropper, disse skader ikke galvaniseringen på masten.

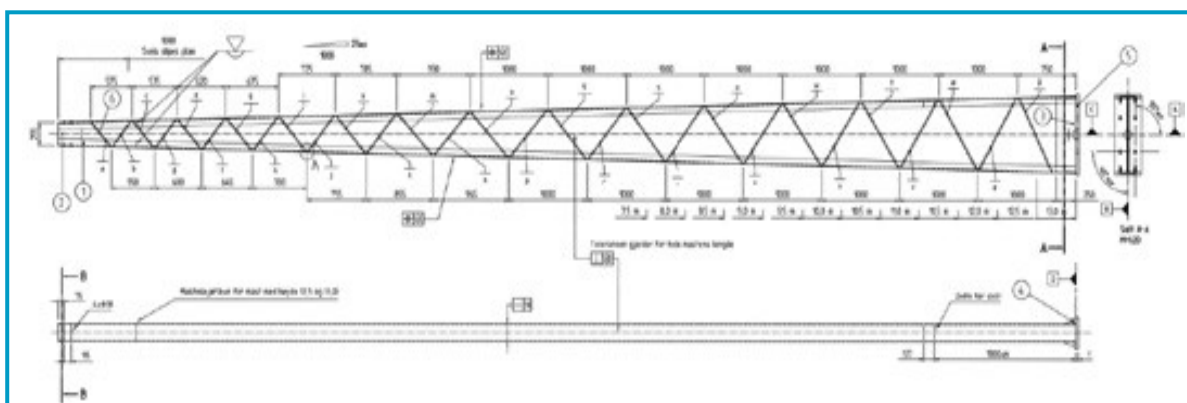
Ved mottakskontroll av master skal mastene kontrolleres for feil og mangler, slik at eventuelle feil blir oppdaget før oppsetting.



Figur 8.16 Bjelkemaster

8.4.2.1 B - master

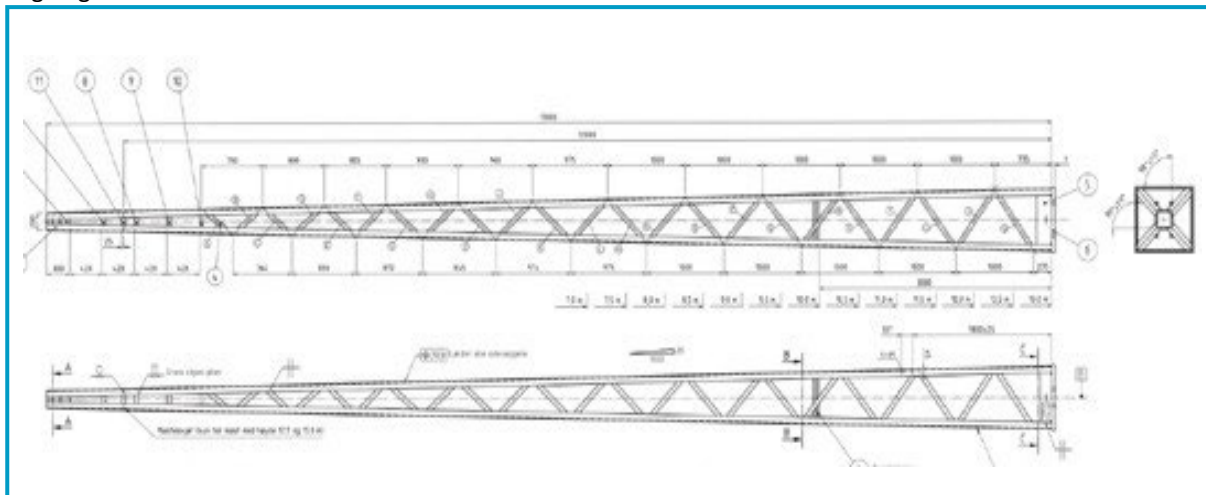
Tegning EH.800092



Figur 8.17 Utsnitt fra tegning EH.800092 B mast

8.4.2.2 H - master

Tegning EH.800093

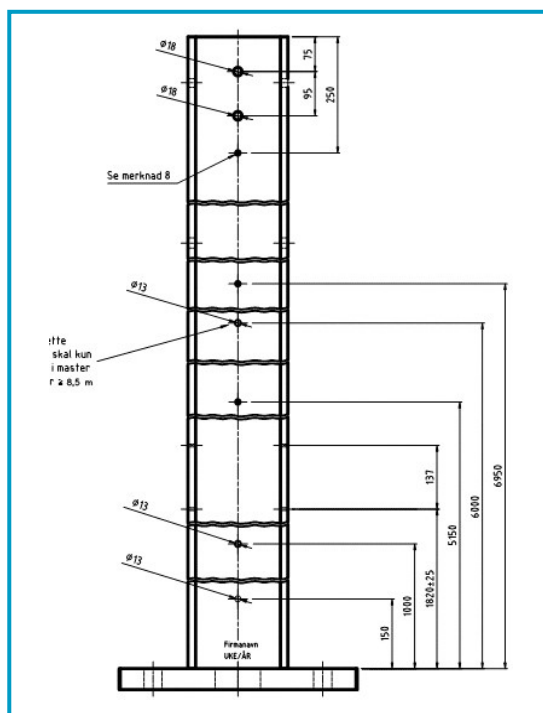


Figur 8.18 Eksempel på H-mast. Utsnitt fra tegning EH.800093 H3 og H5 mast

8.4.2.3 Stål bjelkemaster

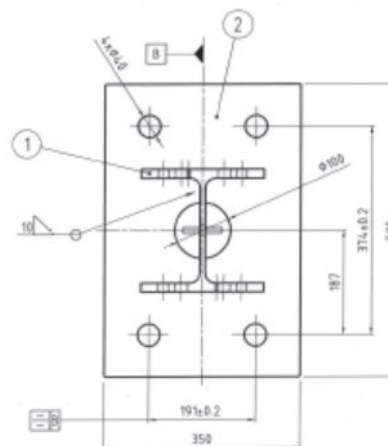
Det skal i nye anlegg benyttes bjelkemaster. Disse mastene er laget av H-bjelker med følgende profiler:

- HEB 220 – 240 – 260 og 280 (mm)



Figur 8.19 Utsnitt fra EH.800089

Alle mastene må beregnes ut fra nødvendig mastelengde og hvilke beregnede krefter som den blir utsatt for. Ut fra disse beregningene blir det bestemt dimensjonering av fundament, profil på bjelkemast og type fotplate som skal benyttes. Det er laget overgangsplater for å dekke alle kombinasjoner av fundament og fotplater.



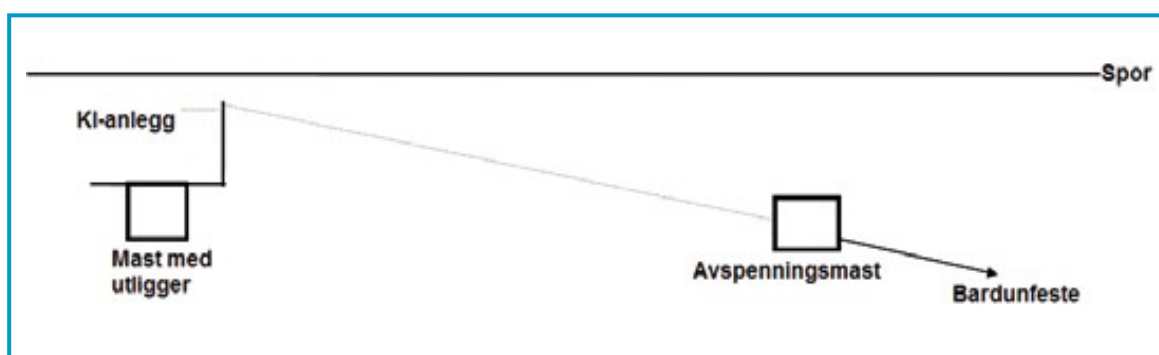
8.5 BARDUNERING

Bardunering av master forekommer der masten i seg selv ikke kan klare belastningene den er utsatt for. Typiske steder for bardunering er:

- Avspenning av ledninger
- I krappe kurver
- Ved dårlige grunnforhold
- Vindutsatte strekninger

Ved bardunering av master grunnet avspenning av ledninger, er det totale strekket i kontaktledningsanlegget som er bestemmende for utførelsen.

Retningen for barduner skal være i forlengelsen av den belastning som bardunen skal betjene, (Se figur 8.20)



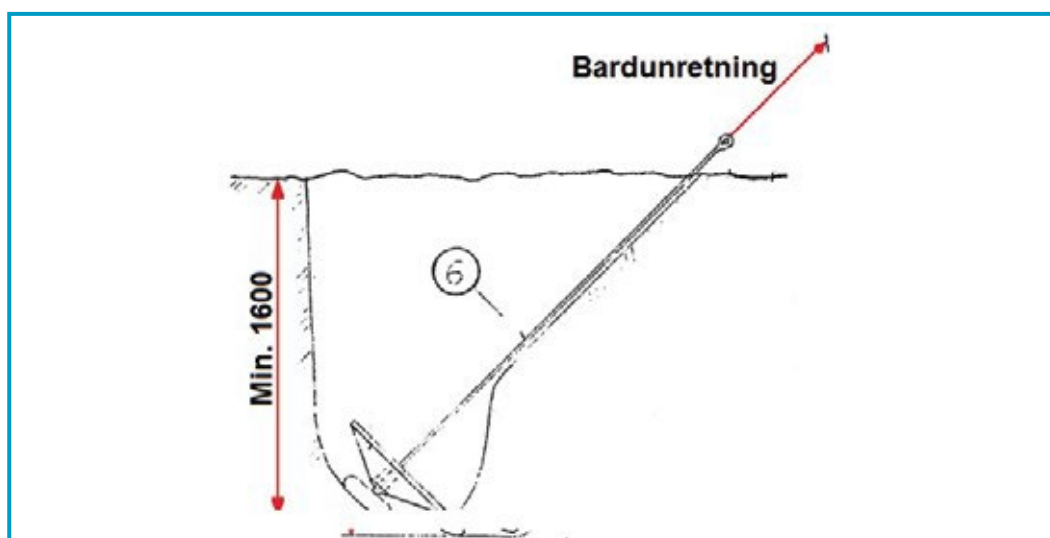
Figur 8.20 Plassering av bardun

I krappe kurver, ved dårlige grunnforhold og vindutsatte strekninger benyttes bardunering av master for å kompensere for kurvekrefter.

Generell utførelse av bardunering for system 35, 20 og 25 er vist i tegning EH-707162 Det er tre forskjellige metoder for å forankre bardunen.

Grave ned bardunanker

Grave ned bardunanker som vist på tegningen under. Tegning EH-701770 ligger til grunn. Ned gravningsdybde og retning på bardunanker. HUSK! Flatsiden opp.



Figur 8.21 Nedgravd bardunefeste i jord

8.5.1.1 I fjell

I fjell bores det fast bardunbolter med eller uten forlenger avhengig av hvor mye jord det er over fjellfestet. Bardunstangen skal ha retning mot bardunfeste i masten. Ved nye prosjekter blir det etablert bardunfundamenter som bores og gyses fast i grunnen. Se tegning EH-701770 og EH-702147.

Borede bardunanker



Figur 8.22 Boret bardunfeste

8.5.2 Strever

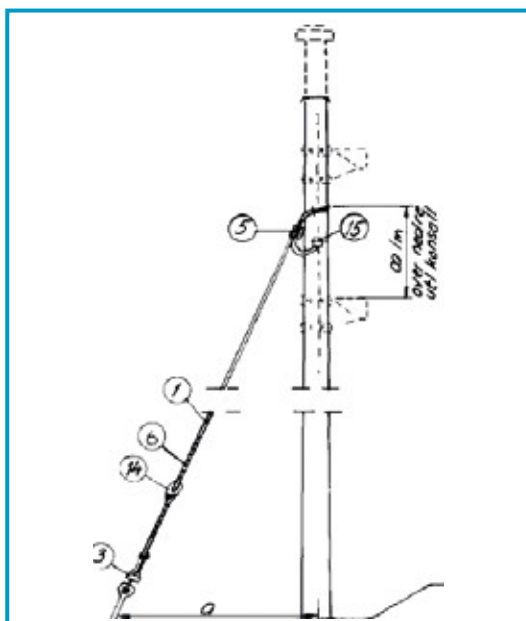


Figur 8.23 Strever på en fagverksmast, som tar opp trykkrefter og holder masten i lodd

Det finnes tilfeller der det ikke er plass til barduner eller at det er u hensiktsmessig med barduner. I slike tilfeller blir det montert en strever på masta. Dette blir gjort både på tremaster og stålmaster. Strevere kan ta både trykk- og strekkrefter.

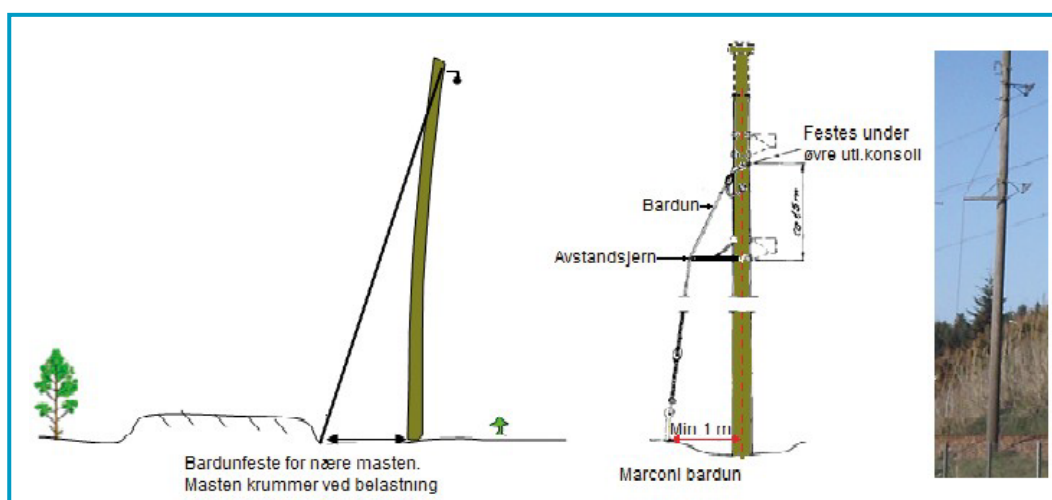
8.5.3 Bardunering av tremaster

Bardunering av tremaster skal utføres etter tegning EH-701771. De ulike måtene å montere barduner på og tverrsnittet er gitt i tegningen.



Figur 8.24 Utsnitt av tegning EH-701771 hvor $a = 7$ meter

Der det ikke er plass til kurvebardun på Bane NOR's grunn benyttes en spesielløsning som kalles Marconi. Løsningen er illustrert på figur 8.25.



Figur 8.25 Marconi bardunering til høyre

8.6 OPPSETTING AV MASTER

Fotplatene på mastene er beregnet til å settes ned på underlagsmuttere på fundamentboltene. Før en begynner med mastereisingen er det en fordel at skruboltene på fundamentet er rengjort og innsatt med olje. (dette for å få et riktig tiltrekkingsmoment)

Muttere med underlagsskiver er justert i vater til riktig høyde over fundament og i henhold til mastetabell.



Figur 8.26 Vatring av underlagsmuttere på fundamentet

Mastene blir som regel lastet opp og kjørt ut på flatvogn, og satt opp på fundamentet med Robel utstyrt med kran.



Figur 8.27 Masten settes ned på fundamentboltene

Etter mastereising måles mastenes posisjon og helning i forhold til spor inn på nytt og tidligere innmålte data korrigeres. Dette grunnlaget benyttes for å beregne utliggere, montasjemål og hengertråder.

Det skal være utarbeidet ferdige tabeller for hver ledning. Montasjeveiledning og forklaring på beregninger av utliggere og hengertråder, finnes i montasjeveiledning bak i boken

Eksempel:

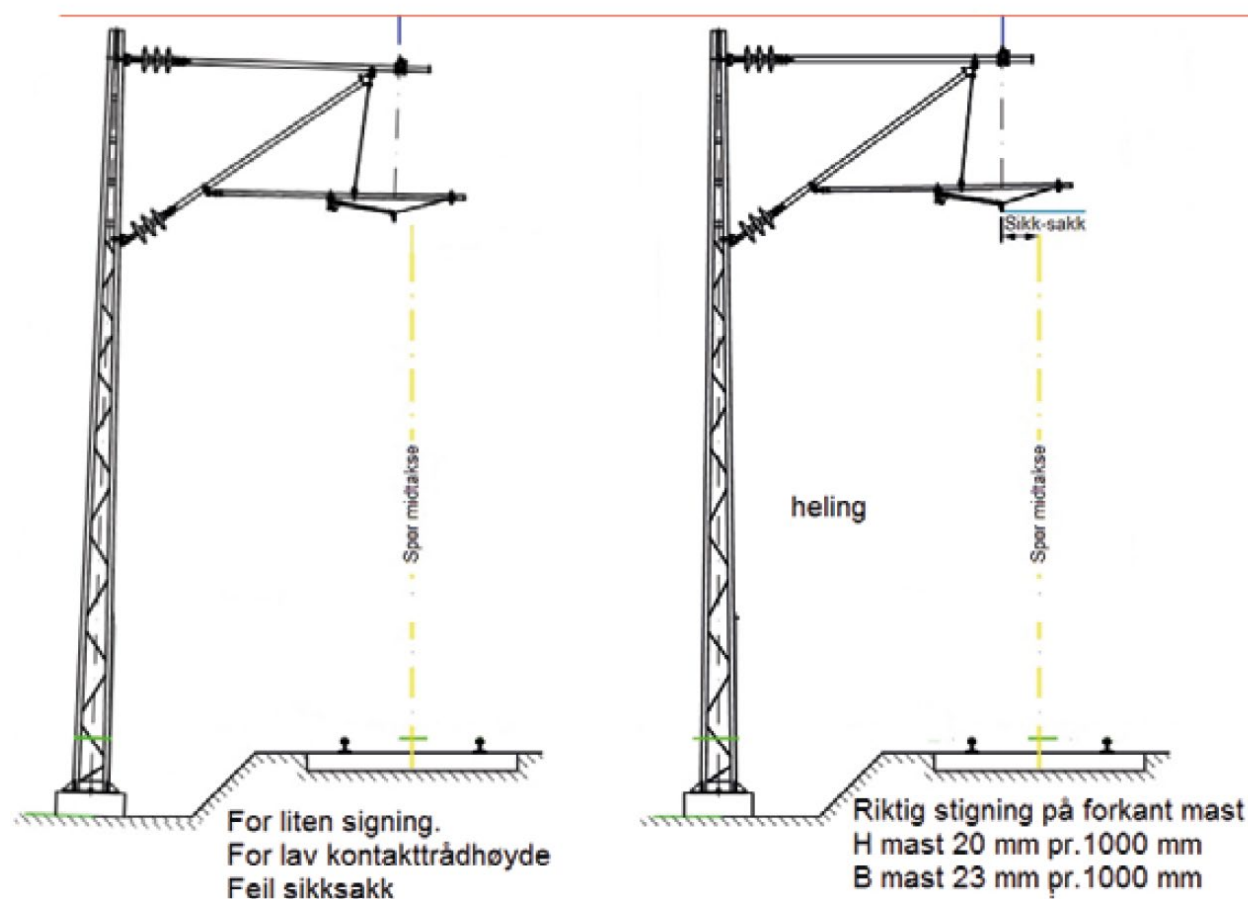
Følger av feil stigning på master.

Hvis B og H master settes opp med for liten stigning <23 mm ($H < 20$ mm) pr.1000 mm vil føre til at utliggeren blir for lang, og kontaktrådshøyden for lav. Sikksakk på kontaktråden blir også feil. Utliggeren følger vinkelen på forkant mast, og dermed vil utliggeren peke nedover. Det vil si at kt-høyden blir for lav.

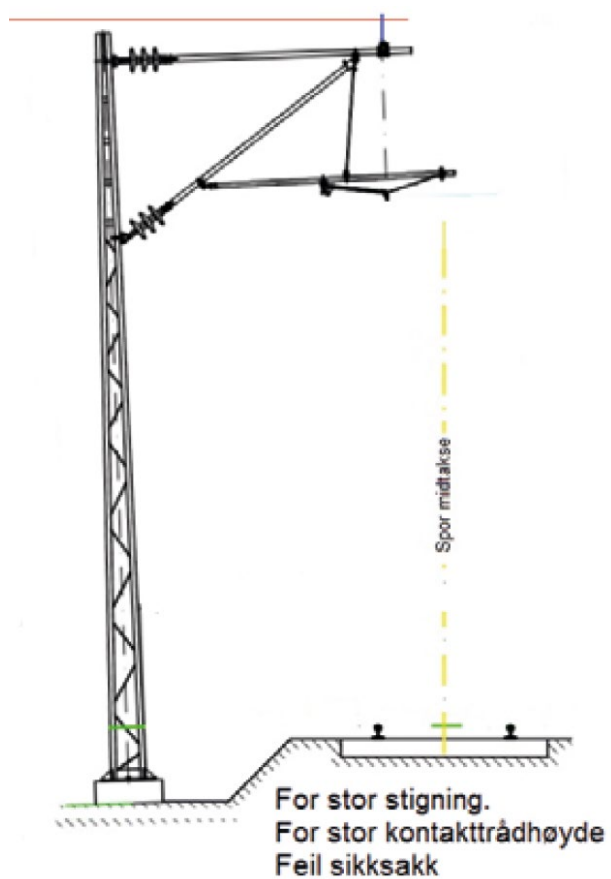
Hvis B og H master har en stigning som >23 mm ($H > 20$ mm) pr.1000 mm, vil utliggeren bli for kort i forhold til beregningen. Og sikksakk på kontaktråden blir liggende feil. Utliggeren følger vinkelen på forkant mast, og dermed vil utliggeren peke oppover. Det vil si at kt-høyden blir for høy.

Ved at det blir en kombinasjon av for liten og for stor stigning på mastene, vil dette medføre at utliggeren og sikksakk må justeres. Hvis det er satt opp H eller B master(stålfagverk) på fundamentet så skal også mastens helling i mm. pr. meter tas med.

Bjelmaster skal stå loddrett, kontroller at det stemmer og noter avvik i mm. pr. meter.



Figur 8.28 a: Slik påvirkes utliggeren ved feil helling på mastene

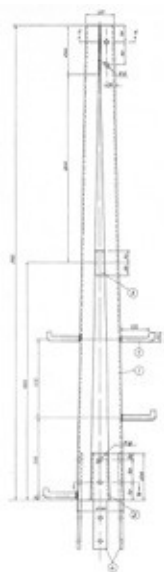


Figur 8.28 b: Slik påvirkes utliggeren ved feil helling på mastene

8.7 FORLENGELSE AV MASTER

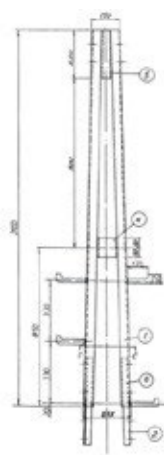
8.7.1 Stålmaster

8.7.1.1 Spir til H-master



Denne forlengelsen passer til H-master utførelse 1-5 Tegning: EH-703331
Leveres komplett med festejern og bolter

8.7.1.2 Spir til B-master



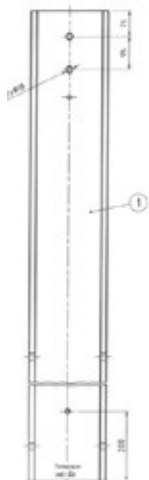
Forlengelse til B-master lages i 2 utførelser Tegning: EH-703335

Utførelse I B- 1 – 2

Utførelse II B- 3 – 6

Leveres komplett med festejern og bolter

8.7.1.3 Spir til Bjelkemaster HEB

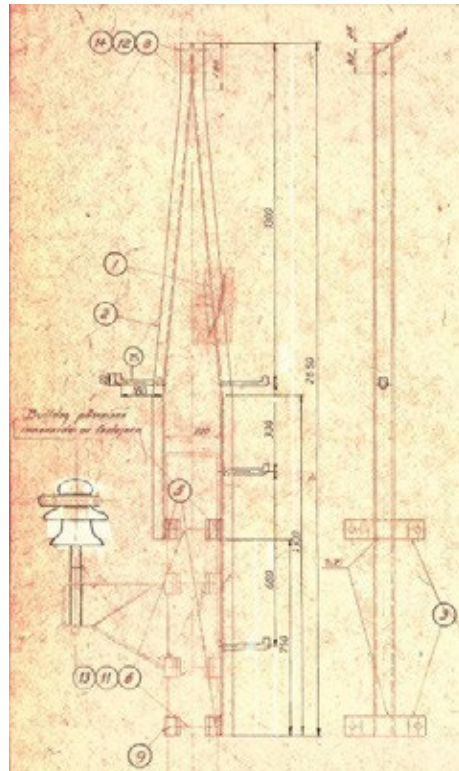
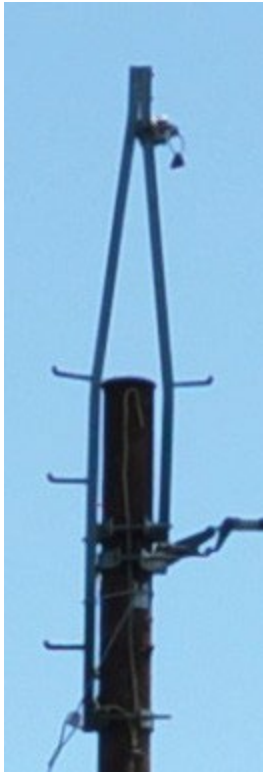


Tegning: EK.800099

Forlengelsen må bestilles for hver mastetype:

HEB- BJELKE FOR SPIR POS. 1	BREDDE (MM) STÅLPLATE POS. 2
HEB 200	B = 200
HEB 220	B = 220
HEB 240	B = 240
HEB 260	B = 260
HEB 280	B = 280

Leveres komplett med festeplater og bolter

8.7.1.4 Spir til tre mast

Tegning EH-703247

8.8 TVERRGÅENDE KONSTRUKSJONER

På steder der det føres flere spor parallelt og hvor sporavstanden er begrenset benyttes det tverrgående konstruksjoner. Slike konstruksjoner kalles åk og utliggeråk på jernbanen. Utenlandske forvaltninger benytter også wireåk, dette brukes ikke i jernbanesammenheng i Norge i dag.

9 TABELBEREGNINGER

9.1 UTLIGGERTABELLER

Bane NOR's system 20 innførte en ny byggeteknikk innen kontaktledningsfaget.

Bane NOR bygger kontaktledningsanlegg beregnet for hastigheter opp til 250 km/t. For å bygge kontaktledningsanlegg som gir god strømavtagning ved slike hastigheter må anleggets utliggere, hengetråder og andre komponenter være nøye beregnet. Beregningsprogrammet for hengetråd- og utliggertabeller er Sicat CanDrop og brukes ved beregning i alle kontaktledningsprosjekter.

I dagens kontaktledningssystem blir det bygd system 20 med hastighet opptil 200 km/t og system 25 for hastighet opptil 250 km/t. Prinsippet for beregning av utliggere er likt for system 20 og 25.

I system 20 er utliggerrør og utliggerdelene i aluminium og utliggeren bygges ferdig etter nøyaktige mål som er oppgitt i tabell før den monteres i masten.


Hovedvekten er lagt på standard nA og nB – utliggere.

9.1.1 Innhold i Sicat CanDrop utliggertabell

Utliggertabellen blir beregnet med de data som for programmet er normale verdier for en ledning. For at utliggertabellen skal bli riktig må alle registrerte avvik på mastefundamenter og master korrigeres. Alle innmålinger av fundamenter og master for ledningen er notert i fundament og masteprotokollen. Ved bruk av notatene i disse protokollene legges de reelle verdiene for plassert mastefundament og mastehelling på oppsatt mast inn i beregningsprogrammet Sicat CanDrop. Tabellen er normalt på 6 sider, men kan bestå av flere avhengig av antall master en ledning består av.

9.1.1.1 [Side 1. i utliggertabellen](#)


Her er det gitt generelle opplysninger om hvor ledningen skal bygges og hvordan byggingen skal utføres.

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)					
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	
Hengetråd:	Bz 10	Hengetråd, 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 hengetrådklemmer: 0,195 kg					
Isolatortype: JBV					
Ledningspartlengde: 1051,98 m					
Lengde på fixline: 51,22 m					

Figur 9.1 Side 1. i utliggertabellen

9.1.1.2 Side 2. i utliggertabellen

Denne siden viser hvilke data som er tatt med i beregningsprogrammet. Forklaring til forkortelser brukt i tabellen er tatt med her.

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. 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		5,68	0,70	30	3,77	19	0,097	0,00	0,00	0,00	0	0	-OSIRA-MOI_LE
2:	3331	A	58,43	5,18	1,60	-10	3,22	24	0,121	0,00	0,00	0,00	0	0	
3:	3332	A	58,01	5,18	1,60	30	-3,25	17	0,084	0,00	0,00	0,00	0	0	-L70
4:	3333	D	60,33	5,18	1,60	-30	-3,22	16	0,064	0,00	0,00	0,00	0	0	-L90
5:	3334	D	60,13	5,15	1,60	30	-3,13	12	0,074	0,00	0,00	0,00	0	0	-L90
6:	3335	D	60,34	5,09	1,60	-30	-3,27	24	0,040	0,00	0,00	0,00	0	0	-L90
7:	3336	D	59,79	5,04	1,60	30	-3,08	26	0,053	0,00	0,00	0,00	0	0	-L90
8:	3337	D	50,16	4,99	1,60	30	3,10	37	0,065	0,00	0,00	0,00	0	0	-L90
9:	3338	D	40,39	4,95	1,60	-30	-3,09	7	0,130	0,00	0,00	0,00	0	0	-L90
10:	3339	D	40,13	4,91	1,60	-30	-3,19	28	0,220	0,00	0,00	0,00	0	0	-L90
11:	3340	D	20,79	4,89	1,60	-30	-3,21	24	0,183	0,00	0,00	0,00	0	0	-F -L90
12:	3341	D	30,43	4,86	1,00	-30	-3,10	9	0,160	0,00	0,00	0,00	0	0	-L90
13:	3342	D	22,51	4,85	0,40	-30	-3,34	2	0,148	6,07	1,00	0,00	0	0	-L90 -P
14:	3343	C	22,50	4,85	0,25	20	3,40	0	0,000	0,00	0,00	0,00	0	0	-L90 -P
15:	3344	C	21,91	4,85	0,30	20	3,40	0	0,000	0,00	0,00	0,00	0	0	-L90 -P

Figur 9.2 Side 2. i utliggertabellen

9.1.1.3 Side 3. i utligger Tabellen

På denne siden er viktige mål for utliggermontering og seinere ved justering av kontaktråd og bæreline. Her er det tatt med viktige mål ved montering av utligger.:

- Montasjemål midt øvre utliggerkonsoll i mast. I S-20 er det midt øvre utliggerkonsoll som er referansepunkt ved montering av utligger.
- Avstand mellom øvre og nedre utliggerkonsoll

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. Maskinkorrigererte 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

Figur 9.3 Side 3. i utligger Tabellen

9.1.1.4 Side 4. i utliggertabellen

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



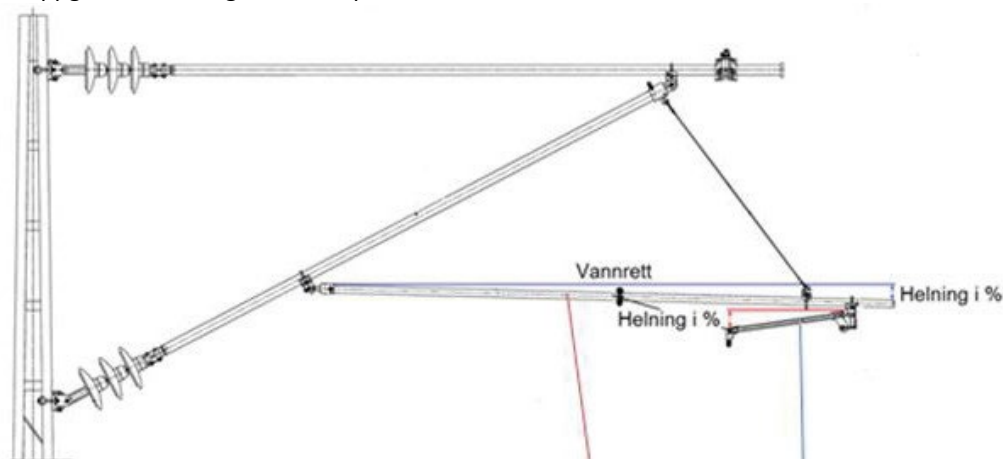
Prosjekt:						
Sira - Moi, ledning 124						
Beregning av utliggere fra Mast: 3330 (km: 474,1239) til 3357 (km: 475,1759)						
Horisontalkurvatur						
n	Sporradius [m]	Kurve start [m]	Kurve ende [m]	Overhøyde [mm]	Overhøyde start [m]	Overhøyde ende [m]
1:	-1500	473859,00	474177,00	-50	473859,00	474177,00
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		

Figur 9.4 Side 4. i utliggertabellen

9.1.1.5 Side 5 i utliggertabellen

Ved montering av utliggere 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 trykkutliggere 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



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)

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	streck	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	streck	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	streck	474571,46	Venstre	0,26	5,47	12,29	851	E-7171-uvh
10:	3339	streck	474611,59	Venstre	0,26	4,00	13,81	950	E-7171-uvh
11:	3340	streck	474632,38	Venstre	0,27	4,00	14,30	853	E-7171-uvh
12:	3341	streck	474662,81	Venstre	0,26	4,27	13,52	882	E-7171-uvh
13:	3342	streck	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

Figur 9.5 Side 5 i utliggertabellen

9.1.1.6 Side 6. i utliggertabellen.

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



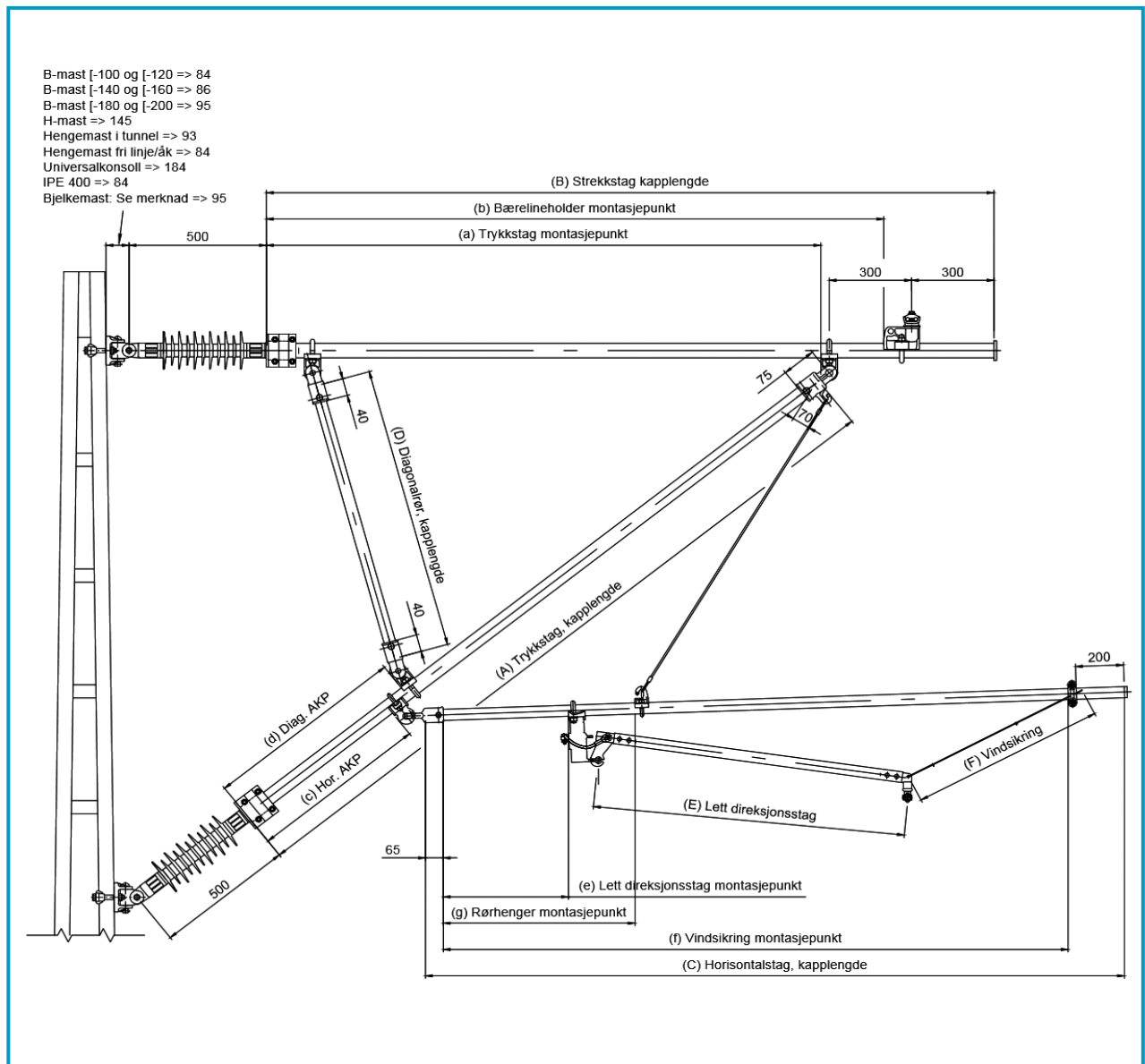
Prosjekt:																		
Sira - Moi, ledning 124																		
Beregning av utliggerer fra Mast: 3330 (km: 474,1239) til 3357 (km: 475,1759)																		
Kuttelengder for bygging av utliggerer																		
n	Mast-nummer	Trykkstag			Strekkstag			Horisontalstag			Diagonalrør		Direksjonsstag		Vindhenger		Utl. hengertråd	
		\emptyset [mm]	Lengde [m]	AKP [m]	\emptyset [mm]	Lengde [m]	TS-AKP [m]	\emptyset [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	

Figur 9.6 Utsnitt fra Sicat CanDrop utliggertabell side 6

9.1.2 Forklaring til utligger Tabellen kuttelengder og montasjepunkter (AKP)

Tabellen under viser hvor de forskjellige delene i en utligger skal monteres. Bli kjent med hvor de forskjellige utliggerdelene skal plasseres på strekk, trykk og horisontalstag.

A	Trykkstag	Kuttelengde rør - AKP = a
B	Strekkstag	Kuttelengde rør - AKP = b
C	Horisontalstag	Kuttelengde rør - AKP = c
D	Diagonalrør	Kuttelengde rør, sys. 25
E	Lengde lett dir. stag - AKP = e	Riktig lengde er i tabell
F	Lengde vindsikring - AKP = f	Ferdig lengde, står i tabell
G	Lengde hengertråd	Ferdig lengde, står i tabell
a	Montasjemål for holder til Trykkstag	Monteres på strekkstaget
b	Montasjemål for Bærelineholder	Monteres på strekkstaget
c	Montasjemål for holder til Horisontalstag	Monteres på trykkstaget
d	Montasjemål for Diagonal holder	Monteres på trykkstaget, system 25
e	Montasjemål for holder lett dir. stag	Monteres på horisontalstaget
f	Montasjemål for holder til vindsikring	Monteres på horisontalstaget
g	Montasjemål for hengertråd holder	Monteres på horisontalstaget



Figur 9.7 Målepunkter ved montering av utliggerdeler

9.1.3 Kuttelengder og monteringspunkt i tabell med henvisning til tegning

På figuren under er opplysninger om rørdiameter \emptyset , kuttelengder og monteringspunkter AKP for utliggerdeler vist med piler som peker på hvor delene skal plasseres på utliggeren.

Utliggeren som skal bygges er en strekkutligger nA

SIEMENS TS EL EN Transportation Systems

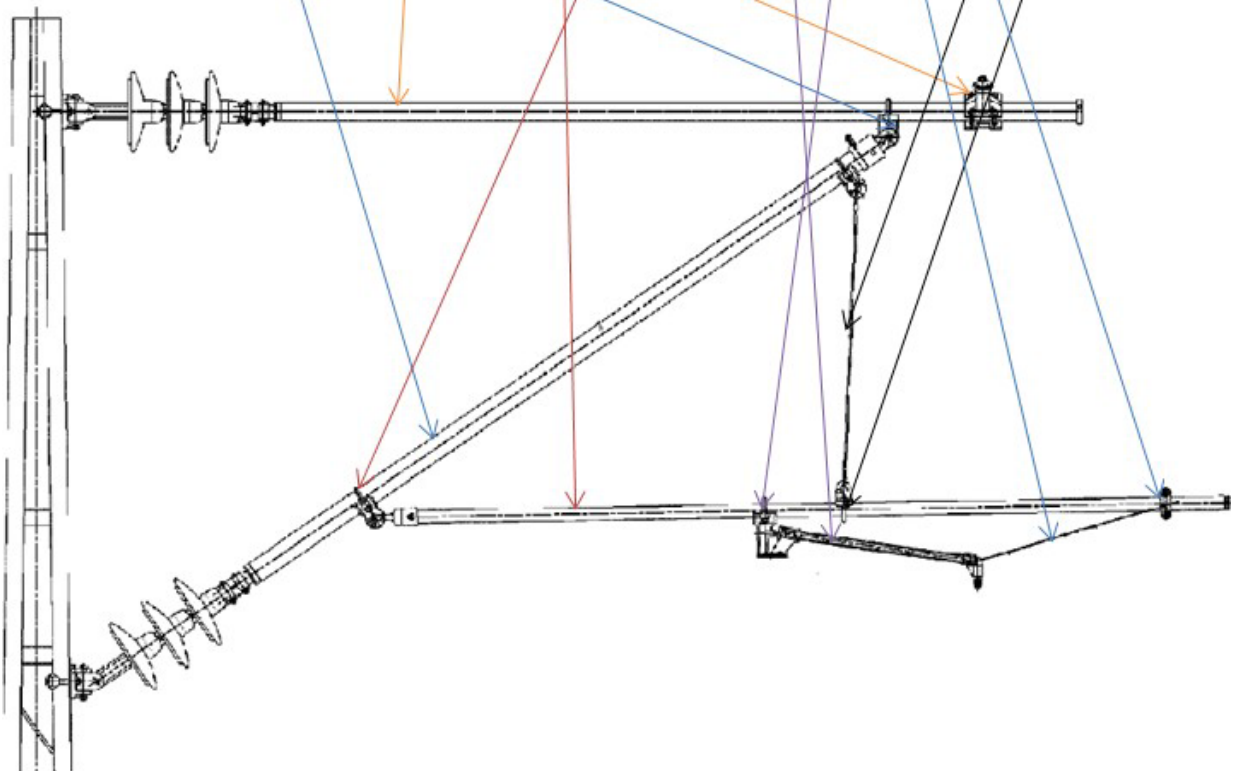
Prosjekt:

Sira - Moi, ledning 124

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

Kuttelengder for bygging av utligger

n	Mast-nummer	Trykkstag			Strekstag			Horizontalstag			Diagonalrør		Direksjonsstag		Vindhenger		Utl. hengetråd	
		\emptyset [mm]	Lengde [m]	AKP [m]	\emptyset [mm]	Lengde [m]	TS-AKP [m]	\emptyset [mm]	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	



Figur 9.8 Mål oppgitt i tabell og montasjepunkter på utligger

9.2 HENGETRÅDTABELLER

Hengetrådene har stor betydning i kontaktledningsanlegg der den har to hovedoppgaver:

De skal holde kontaktråden i en bestemt høyde over sporet mellom to utliggere. (1 spenn). Dette gjøres ved at det er forskjellig lengde på hengetrådene som monteres mellom bæreline og kontaktråd. Lengden på hengetrådene og avstanden mellom dem er beregnet med Sicat CanDrop beregningsprogram. Disse beregningene blir til det som kalles "Hengetrådtabell". Hengetråder i system 20 skal lages av flertrådet flettet broneline 10,0 mm2 Bz II. Det kan benyttes hengetrådklemmer med ulike løsninger for innfesting av hengetråd til hengetrådklemmene. Programvaren kan benyttes for alle kontaktledningssystemer så lenge alle parametere er definert.

Hengetrådene i system 20 skal være utført for strømgjennomgang slik at de kan utjevne strømmen mellom bæreline og kontaktråd og forhindre at det blir spenningsforskjell mellom disse. Det brukes forskjellige hengetrådklemmer for å oppnå denne funksjonen. Disse hengetrådklemmene er beskrevet senere i kapitlet.

Blir det benyttet hengetråd uten strømgjennomgang må det settes inn egne strømtiger for ca. hver 200m, for å utjevne spenningsforskjellen mellom bæreline og kontaktråd.

9.2.1 Generelt

På et større prosjekt kommer som regel hengetrådene ferdig laget. De er da merket med stasjon/strekning, ledningsnummer og i hvilket spenn de skal brukes. (fra mast nr. xx til mast yy.) og hengetrådnummer. Hengetrådtabellen er beregnet med dataprogrammet Sicat CanDrop hvor innlagte banedata, innmåling av fundamenter og valgt standard på utførelse (A eller B), gir utligger og hengetrådtabell for hver enkelt ledning.

9.2.2 Opplysninger gitt i hengetrådtabellen

Antall sider i en hengetrådtabell er som regel 6-7 sider. De 4 første sidene inneholder informasjon om hvilke data som er lagt inn som grunnlag for utarbeidelse av hengetrådtabellen. Fra side 5 og utover er det opplysninger om hengetråder og plassering.



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 kontaktråd					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

Figur 9.9 Teksthenviisning til tall i tabell

9.3 UTFØRELSE AV HENGETRÅDER

Ved bygging av system 20 kontaktledningsanlegg blir det i dette dokumentet forklart hvordan man lager hengetråder ved bruk av 3 forskjellige typer hengetrådsklemmer.

- Siemens hengetrådsklemme.
 - Hengetråden til denne hengetrådsklemmen blir laget i to utførelser med og uten strømgjennomgang, og framgangsmåten ved monteringen er forskjellig.
- Arthur Flury hengetrådsklemme
 - Hengetrådsklemme med strømgjennomgang
- Cruch hengetrådsklemme
 - Hengetrådsklemme med strømgjennomgang.

9.3.1 Utførelser ved bruk av Siemens hengetrådsklemme

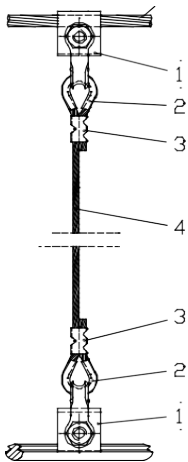
Hengetråder laget ved bruk av denne hengetrådsklemmen lages i 3 forskjellige utførelser.

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

9.3.1.1 Hengetråd uten strømgjennomgang utførelse B

Tegning EH-707243 benyttes ved laging av hengetråd.

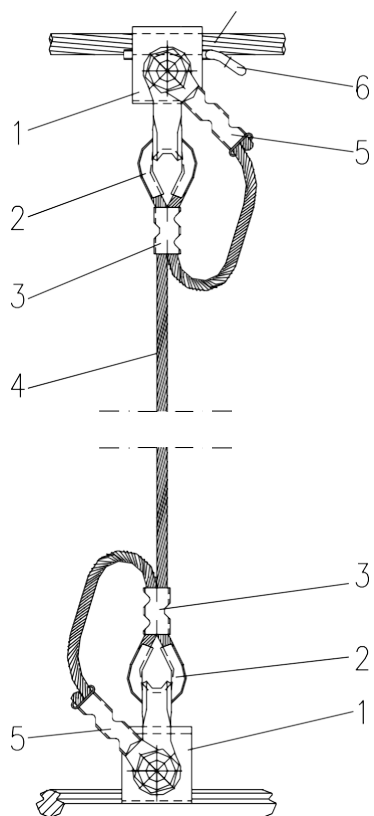
I pressbakken er det 1 hakk på den ene siden, og det er 2 hakk på den andre siden. Ved pressing skal det presses slik at det blir 2 hakk i presshylsen på den siden tampen stikker ut. (se pos 3)



- Begynn med å montere kause (pos.2) og sett på presshylse (pos.3) i hengetrådets ene ende og press denne ferdig
- Les ut kuttelengden i linje 1 i hengetrådtabellen: Kuttelengde etter
- montasje av en kause (måles fra kausens innside) og kapp
- hengetråden i oppgitt lengde.
- Stikk enden av hengetråden inn i presshylsa, sett inn kausa og
- stram til hengetråden rundt kausa slik endetampen av hengetråden
- stikker ca. 5 mm ut av presshylsa.
- Kontroller at lengden stemmer med tallverdien på linje 2 i
- hengetrådtabellen dette er målt innside kause – innside kause.
- Press fast hylsa.
- Monter på Siemens hengetrådsklemme på den ene enden av
- hengetråden
- Sett på hengetråd-nummer.

Figur 9.10 Utførelse B

9.3.1.2 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 kauseinnside 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 som vist på fig 1.5 på en ende av hengetråden

Figur 9.11 Utførelse C

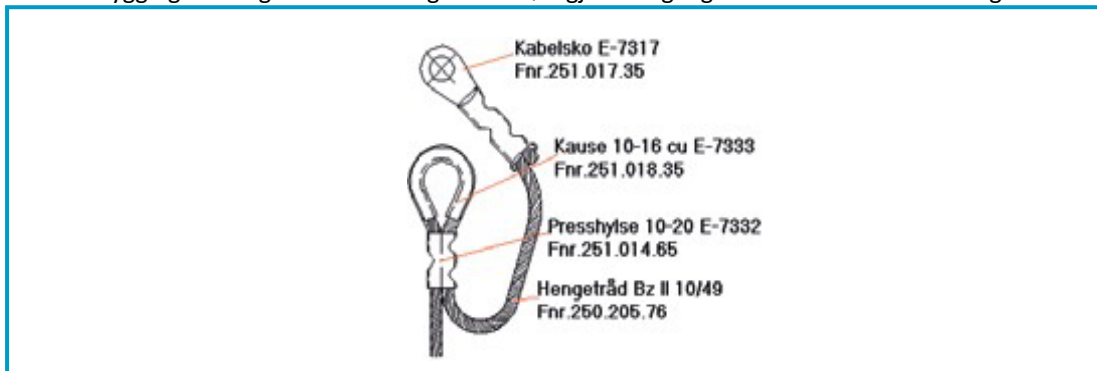
Pressverktøy for presshylser og kabelsko



Figur 9.12 Pressverktøy

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

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



Figur 9.13 Komponenter i hengetråd

- Siemens hengetrådsklemme har en bygge lengde på 51 mm
- Skruen på hengetrådsklemmen skal tiltrekkes med minst 20 Nm og maks 25 Nm.

Mekaniske håndpresser



Figur 9.14 Mekanisk håndpresse
Primat G06-300 og Primat G6-300



Figur 9.15 Bakker KP 11 Sekskantpress



Figur 9.16 Presshode Pfisterer type B-III 850 bar



Figur 9.17 Bakker Bz10 k11 HYD

Hydraulisk pressverktøy

Ved produksjon av hengetråder er det best å bruke en hydraulisk presse, da det benyttes en pressbakke som presser hengetråden ferdig med et press. Ved bruk av mekanisk håndpresse eller hydraulisk håndpresse så må det presses 3 ganger, før hengetråden er ferdig. Hydraulisk pressing.

9.3.1.3 Hengetrådklemme, Arthur Flury

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.

Arthur Flury hengetrådklemme har en bygge lengde på 28 mm.

Figur 9.18 Hengetrådklemme

Hengetråder laget ved bruk av Arthur Flury hengetrådklemme

Ved bruk av Arthur 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

9.3.1.4 Hengetråd laget med Kruch hengetrådklemme

Tegning EH.800203



Figur 9.19 Fra v. ferdig montert hengetråd, Hengetrådklemme og fastmontert hengetråd i klemmen

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 over til høyre). I denne posisjonen holder klemmen hengetråden på plass i riktig lengde. Husk å sette skruehodet mot spormidt. 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.

9.4 MONTERING AV HENGETRÅDKLEMMER I KONTAKTLEDNINGEN

Montering og etablering av hengetrådcllemmer på kontaktråd og bæreline blir forklart for alle klemmetypene. Bruk av hengetrådtabellen er lik for alle klemmetypene. Hengetrådtabellen har oppgitt et mastnummer venstre side og et mastnummer på høyre side av tabellarket. Mellom disse er hengetrådene oppgitt som YH1 og FH1-FH2 osv. og linjen avsluttes med enda en hengetråd merket med YH1. Dette er en spennlengde, og hengetrådene er nummerert med laveste nummer fra venstre mot høyre tabellen. YH1 er hengetråd til Y-line i utliggeren.

I hengetrådtabellen 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 utliggere. Ved montering må det påses at de to hengetrådene YH1 ikke blir forbyttet, da disse som regel har forskjellig lengde. Ved montering blir hengetrådene 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 hengetrådene. Passer det ikke å montere hengetrådene i den retningen tabellen er oppbygd, må hengetrådene monteres i rekkefølge fra høyre mot venstre. Først YH1 og deretter FH med høyeste nummer og nedover

SIEMENS TS EL EN Transportation Systems

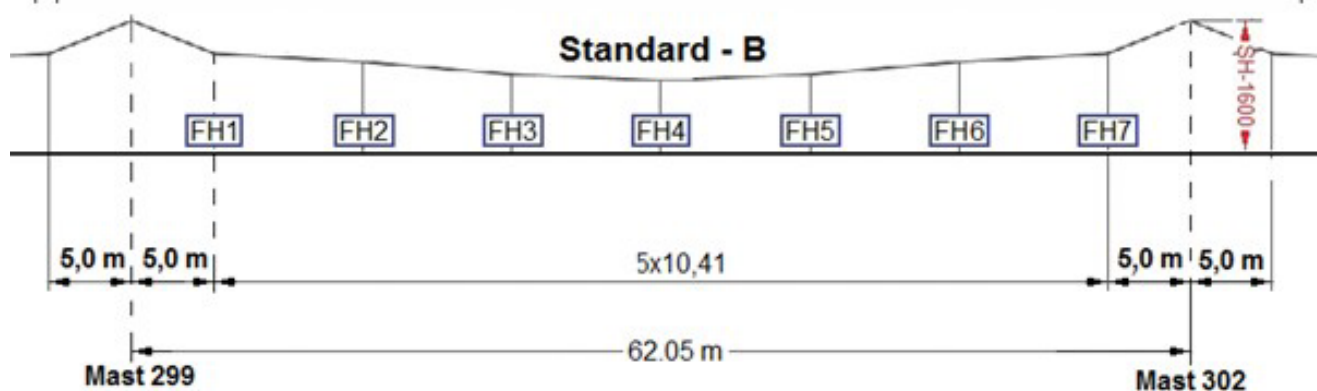
Prosjekt:

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

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

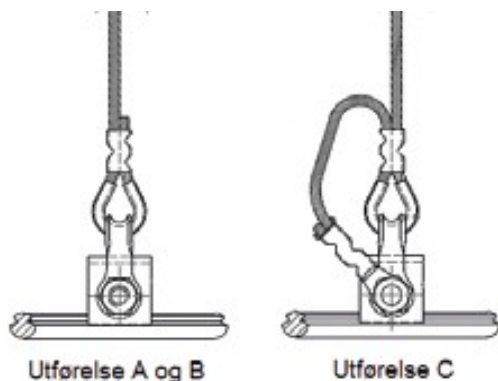
Hengetråder. Plassering og kuttelengder.

Mast-nummer Y-line i m	Kuttelengde etter montasje av en kause Avstand: Innerside kause - Innerside kause						Mast-nummer Y-line i m
Systemhøyde	Avstand: Senter bæreline - Senter kontaktråd						Systemhøyde
Utliggertype	Avstand: Mast - Tråd						Spennlengde
Y-line strekk	Avstand: Tråd - Tråd						Avst. Tråd - Mast
Tråd Nr.	FH1	FH2	FH3	FH4	FH5	FH6	
299	1,598	1,388	1,275	1,270	1,374	1,585	302
....	1,352	1,142	1,029	1,024	1,128	1,339
1,600	1,420	1,210	1,097	1,092	1,196	1,407	1,600
strekk	5,00	15,41	25,82	36,23	46,64	57,05	62,05
---	5,00	10,41	10,41	10,41	10,41	10,41	5,00



Figur 9.20 Hengetrådenes plassering i et spenn

9.4.1 Montering av Siemens hengetrådklemme på kontakttråd

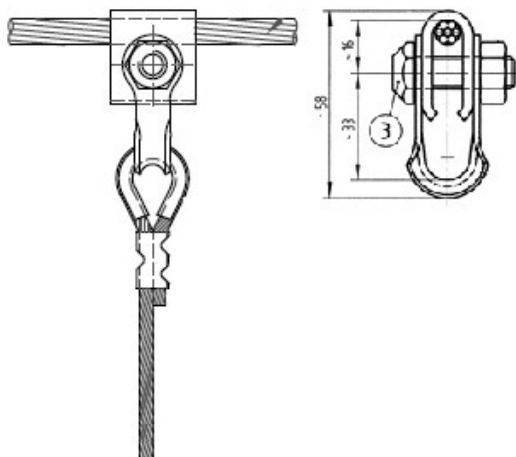


Figur 9.21 Hengetrådklemme utførelse på kontakttråd

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

Tiltrekkingmoment 25 Nm

9.4.1.1 Montering av Siemens hengetrådklemme utf. B til bærelinen

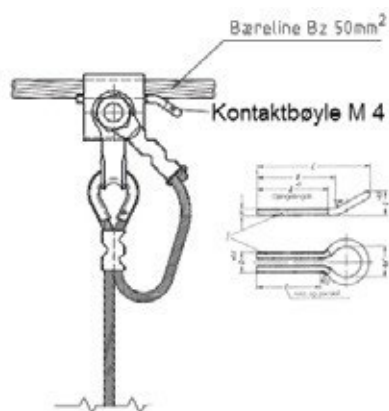


Figur 9.22 Slik skal Siemensklemmen monteres på bærelinen.

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.

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

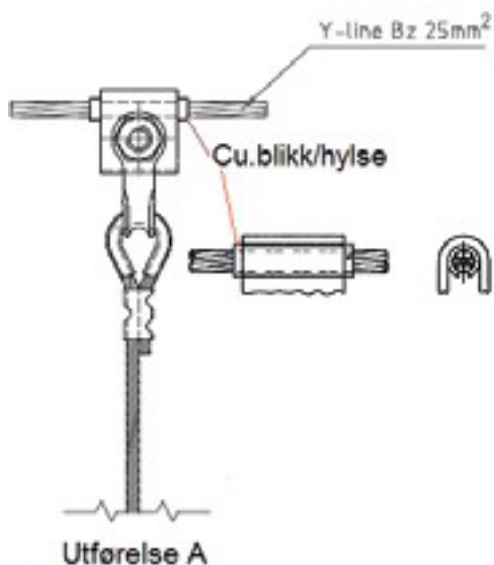
9.4.1.2 Montering av Siemens hengetrådklemme utf. C til bærelinen



Figur 9.23 Montert hengetrådklemme utf. C på 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 skrue og bærelinen for å sikre en god strømgjennomgang.

9.4.1.3 Montering av Siemens hengetrådklemme utf. A til y-linen



Figur 9.24 Montert hengetrådklemme utf. A på y-line

Kontaktledningsanlegg S-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-linen, slik at Siemens hengetrådklemmen passer. Til pressing av Cu. blikk skal det benyttes en spesialtang.

Tegning av Cu. blikk EH-707331.

9.4.2 Montering av Arthur Flury hengetrådklemmer på kontaktråd/bæreline

Hengetrådklemmene skrues rett på bæreline og kontaktråd, etter oppgitte avstandsmål i hengetrådtabelen

9.4.2.1 Hengetrådklemme montering i y-line.

Hengetrådklemmen skrues fast til y-linen uten å måtte presse på kobberblikk.

9.4.2.2 Tilpassing hengetråd i vekslingsfelt med Arthur Flury hengetrådklemme.

I vekslingsfelt vil som regel ikke alle lengdene på hengetrådene passe med hengetrådtabelen, derfor må noen hengetråder tilpasses på stedet. Lag en del hengetråder med ferdigmontert hengetrådklemme i den ene enden med en større lengde enn det som er oppgitt i hengetrådtabelen. Monter hengetrådklemmen i bærelinen og skru den fast i bærelinen med en momentnøkkel.



Figur 9.25 Bruk av momentnøkkel på hengetråd

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



Figur 9.26 Tilpassing av hengeråd

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



Figur 9.27 Pressing av tilpasset hengeråd

Skruen på hengerådsklemmen skal tiltrekkes med minst 20 Nm og maks 25 Nm.

OBS! Skruene skal settes inn med kobberfett ved monteringen

9.4.3 Montering av Kruch hengerådsklemmer på kontakttråd/bæreline

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

Passer ikke lengden på hengeråden er det bare å skru opp klemmen å fjerne eksisterende hengeråd å sette inn ny hengeråd.

Ved tiltrekking med for høyt moment blir klemmen slakk.

Skruen på hengerådsklemmen skal tiltrekkes med minst 20 Nm og maks 25 Nm.

9.4.3.1 [Kontakttrådklemme montering på y-line.](#)

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



Figur 9.28 Ferdig montert Kruch hengetrådklemme

9.5 HENGETRÅD MED LAV SYSTEMHØYDE

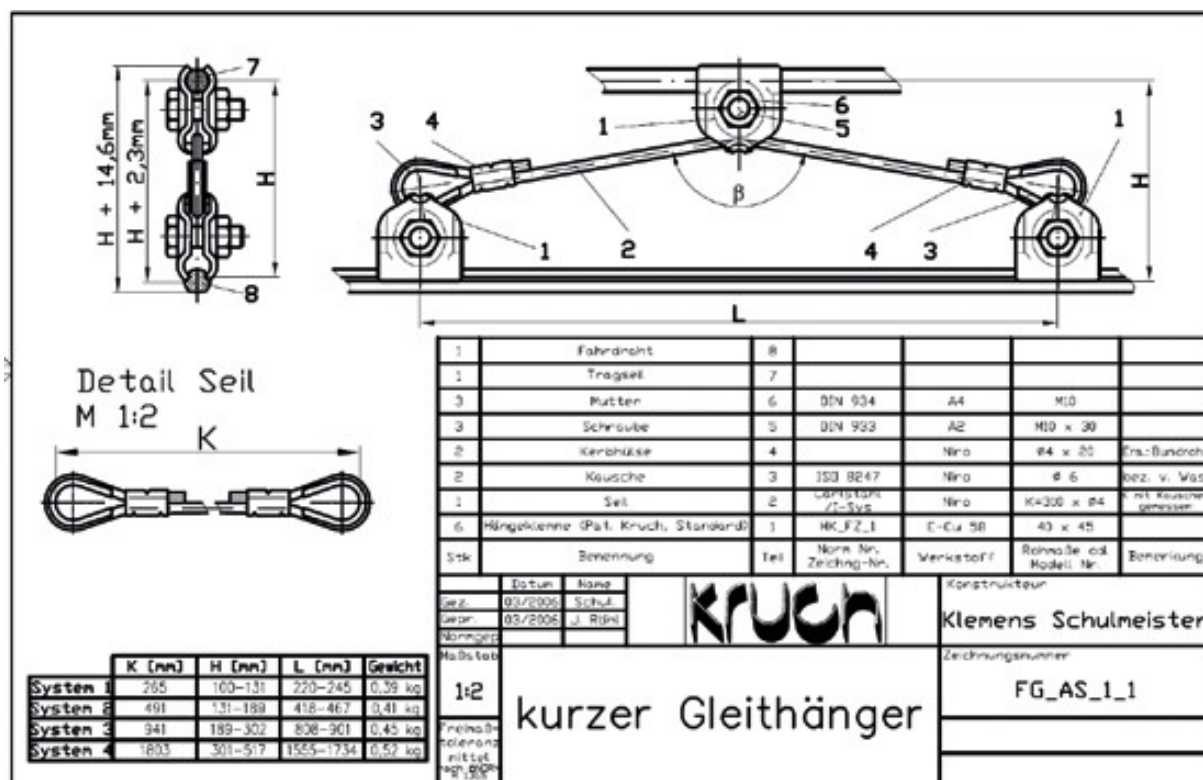
Bane NOR S 20 standard A hastighet 200 km/t er korteste hengetråd 600 mm og maksimum 10 m avstand mellom hengetrådene. Ved oppgradering av KL-anlegget på eksisterende jernbanestrekninger har tunnelene ofte for lite profil til å benytte denne systemhøyden. Kruch og Arthur Flury har utarbeidet løsninger på hengetrådproblematikken ved lave systemhøyder.

9.5.1 Kruch hengetråd av line for systemhøyde 100 – 517 mm

Tegning. EH.800201

Dette er en hengetrådudførelse som er utført med line og bruk av 3 hengetrådklemmer. I bærelinen kan det benyttes to forskjellige utførelser, med og uten trinse.

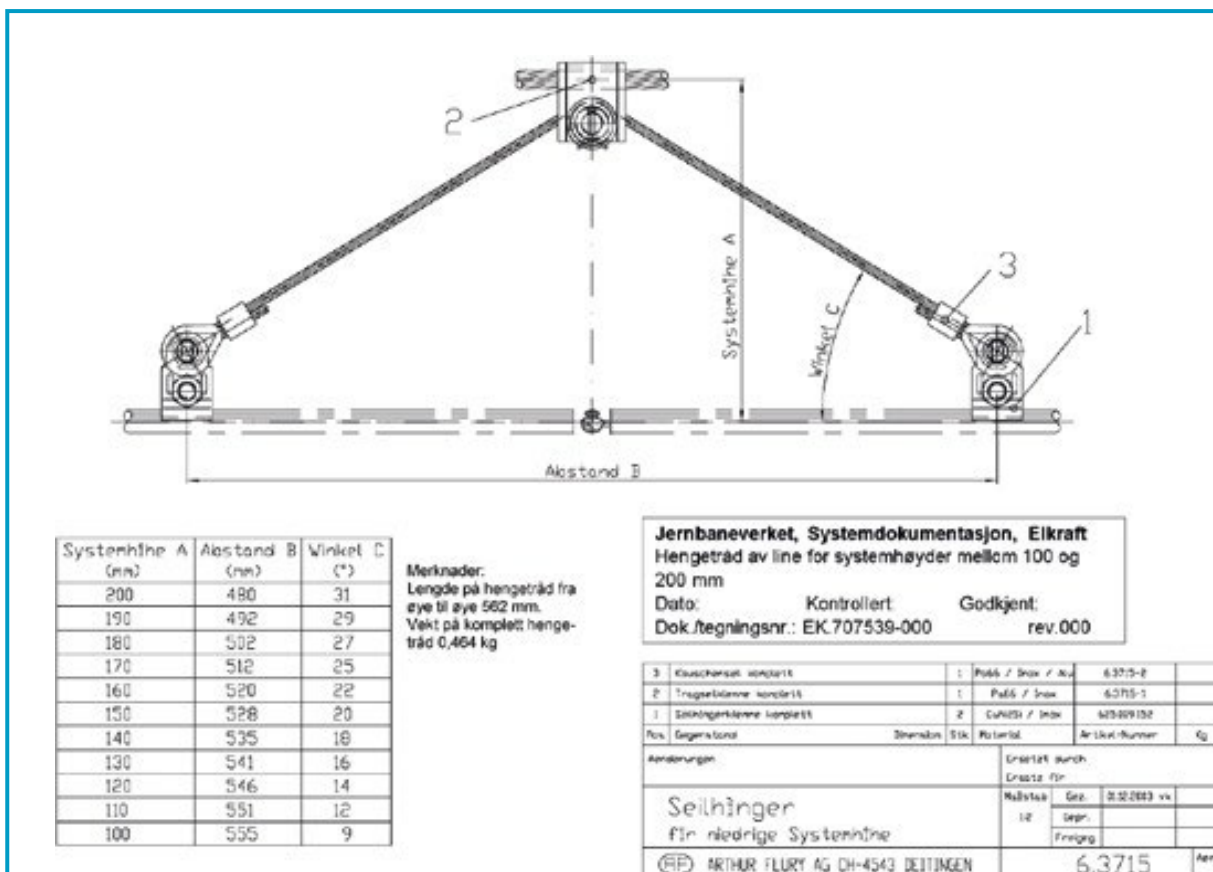
Lengden av hengetråden blir beregnet etter systemhøyden i anlegget.



Figur 9.29 Tegning 800201

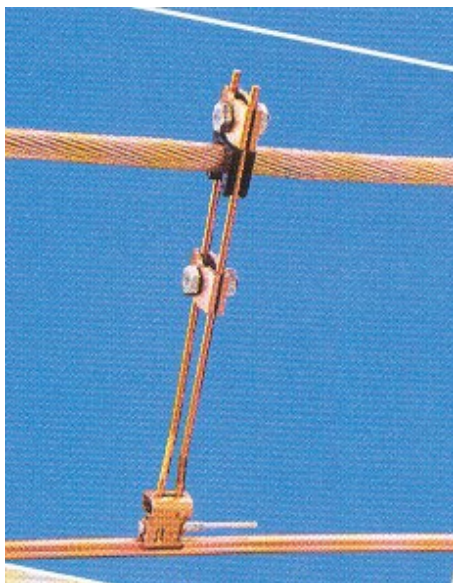
9.5.2 Arthur Flury, hengetråd av line for systemhøyde 100 og 200 mm

Tegning EH-707539



Figur 9.30 Arthur Flury hengertråd systemhøyde 100-200 m

9.5.3 Arthur Flury henger for tunnel



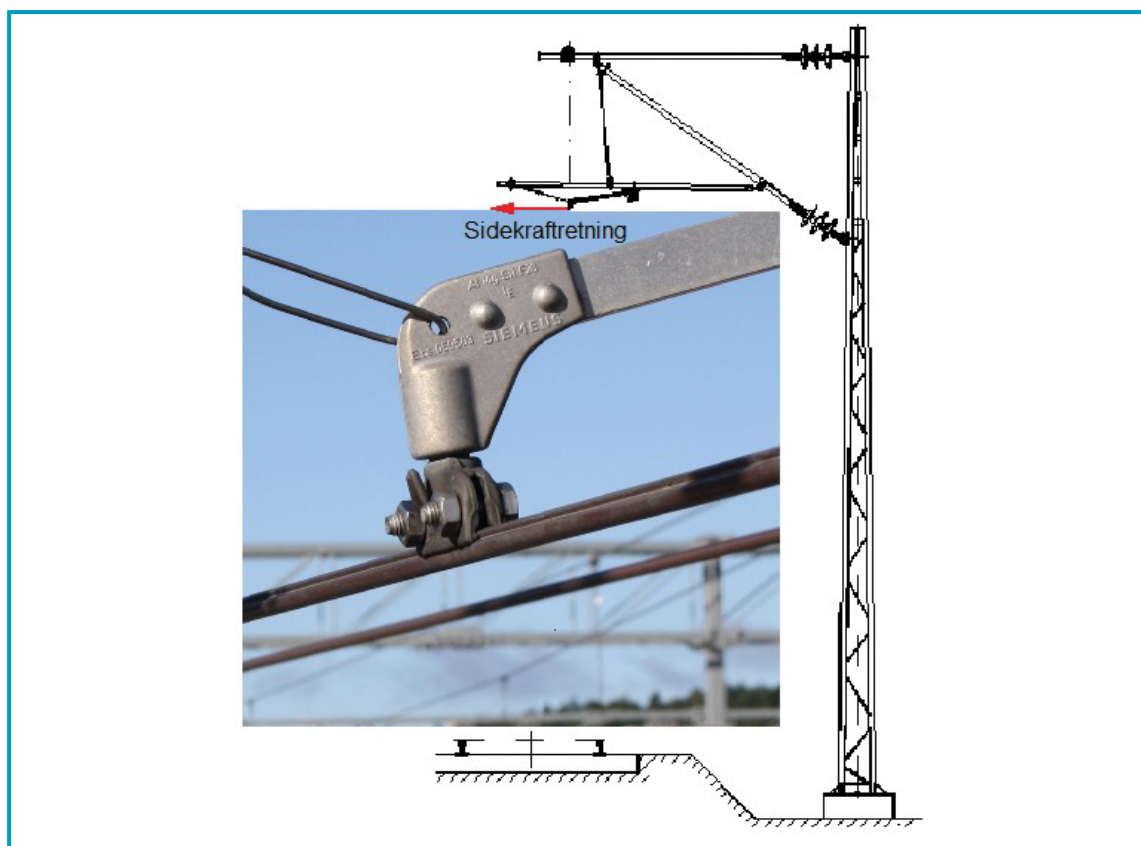
Figur 9.31 Arthur Flury henger for tunnel type DHF9H

Denne hengeren leveres i 4 standardlengder: 125 mm – 285 mm
125 mm – 485 mm
125 mm – 750 mm
125 mm – 1500 mm

Lengden av hengeren tilpasses på stedet ved hjelp av 2 klemmer. Mellom disse klemmene som benyttes til å justere lengden er det satt inn en glidehylse for bærelinen. Hengeren monteres fast på kontaktråden ved å slå fast splinten i kontaktrådklemmen. I hengertrådtabellen er det oppgitt lengde av hengeren, toppklemmen skrues fast over bærelinen ved denne lengden.

Overskytende lengde på hengeren kappes bort. Nedre justeringsklemme skrues fast 125 mm under bærelinen. Ved montering av hengeren må man forsikre seg om at minste isolasjonsavstand (FEF) fra hengeren til taket over blir overholdt når strømvogter passerer hengertråden.
Tiltrekkingsmoment 12-15 Nm

9.6 MONTERING AV KONTAKTRÅDKLEMMER



Figur 9.32 Riktig montert kontaktrådklemme

Kontaktrådklemmen skal monteres slik at den klemmehalvdelen som er festet til lett direksjonsstag (klemmekroppen) skal oppta sidekreftene i kontaktledningen. Se fig 6.6.5. Skruene på klemmen skal ved monteringen innsettes med kobberfett

Tiltrekkingsmoment = 30 Nm

10 TRANSFORMATORER FORBUNDET TIL KONTAKTLEDNINGSANLEGG

Det finnes fire typer transformatorer forbundet til kontaktledningsanlegg.

- Sugetransformator
 - Anvendes for å holde banestrømmen så nærme sporet som mulig
- Reservestrøm transformator
 - Forsyner andre tekniske installasjoner med strøm når den øvrige energiforsyningen svikter
- Autotransformator (AT)
 - Anvendes for å øke overføringsevnen av energi mellom to omformere og forhindre spenningsfall på kontaktledningen mellom de samme omformerne
- Togvarme transformator
 - Anvendes for oppvarming av hensatt togmateriell. Denne typen transformatorer skal erstattes med utstyr som kan anvende ordinær energiforsyning (50 Hz)

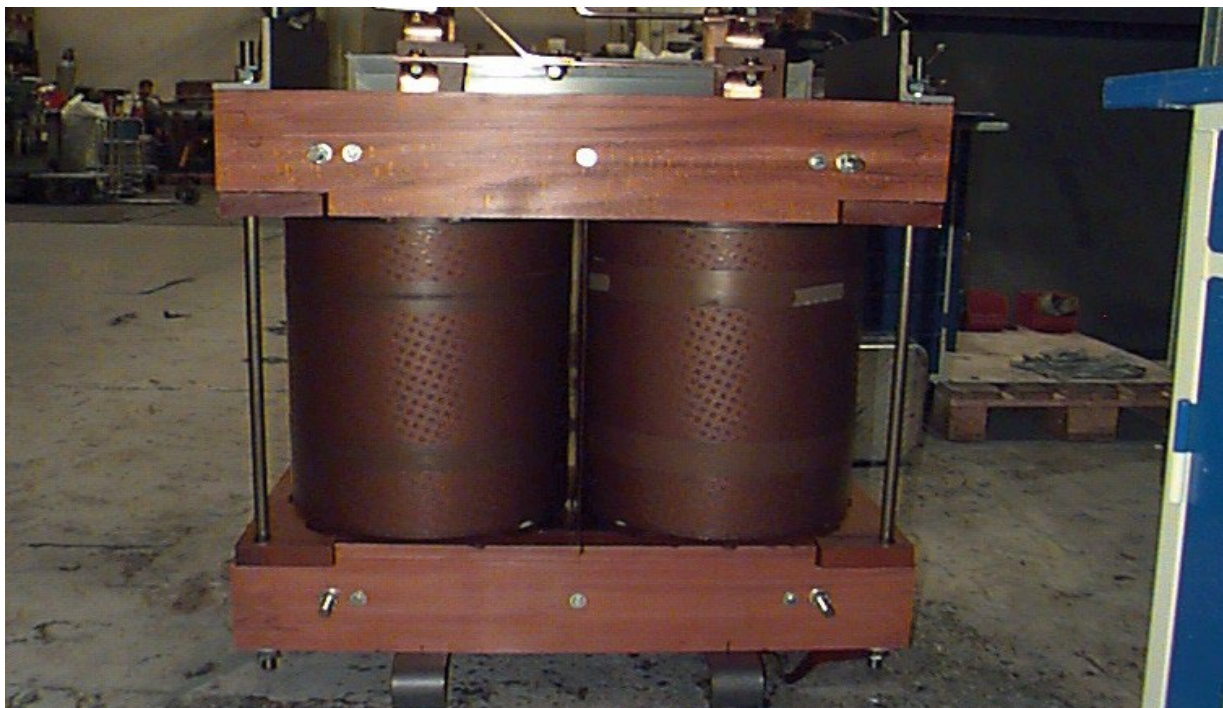
10.1 SUGETRANSFORMATOREN

Sugetransformatoren benyttes i kontaktledningsanlegget for å redusere den delen av returstrømmen som går i jord og til å tvinge strømmen inn mot sporet og derved bidrar til å holde spenningsnivået oppe.

Sugetransformatoren er en strømtransformator med omsetningsforhold 1:1. Sugetransformatorens primærvikling kobles i serie med kontaktledningen, og sekundærviklingen kobles i serie med returstrømkretsen.

Dermed utnyttes det magnetiske felt i transformatoren til å styre skinnestrømmen til å bli omtrent lik kontaktledningsstrømmen på det sted hvor sugetransformatoren står.

Sugetransformatoren må dimensjoneres i samsvar med forventet strømbelastning på strekningen der den plasseres, slik at normale laststrømmer ikke forårsaker metning eller for stort spenningsfall i viklingene. Den innbyrdes avstanden mellom transformatorene er satt slik at en av de kan tas ut av bruk for vedlikehold uten å redusere kapasiteten i anlegget.



Figur 10.1 Viklinger på en sugetransformator

10.1.1 Generelle krav

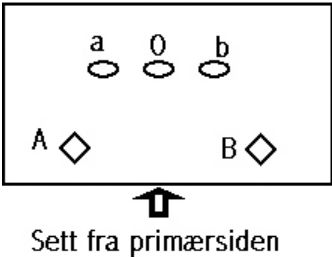
- Transformatorene skal benyttes for en-fase vekselstrøm 16 2/3Hz
- Omsetningsforholdet mellom primær- og sekundærvikling skal være 1:1
- Primærviklingen kobles i serie med kontaktledningen, og vil normalt stå under en spenning på 15 kV, maksimalt 17.5 kV
- Sekundærviklingen er seriekoblet med returstrømkretsen, og vil stå under en variabel spenning på 1000 V i forhold til jord
- Størrelsen kan variere noe avhengig av strømbelastningen på strekningen. Normalt vil dagens transformator ha en kapasitet til å overføre 600A til 800A kontinuerlig strøm.
- Ytelsen kan også uttrykkes i kVA. For eksempel typiske verdier på 55 og 95 kVA

10.1.2 Grensesnitt

Sugetransformatoren har et grensesnitt i tilkoblingspunktene stor A og B til kontaktledningen, og fra liten a til midtuttak på impedans, 0 (n) til 0-felt i kjøreskinne og liten b til midtuttak på impedans. Impedansene er koblet til kjøreskinne på hver side av sugetransformatoren og er en del av returstrøm kretsen. Dersom det er returledning på strekningen, kobles a og b via isolerte ledninger til returledning. Transformatorene er enten montert i kontaktledningsmaster eller i kiosk på bakken.

10.1.3 Merking

Sugetransformatorens tilkopplingsklemmer skal merkes med A og B på primærsiden, og a, 0 (n) og b på sekundærsiden. Denne merkingen er retningsorientert slik at stor A føres ut på kontaktledningspart som går mot venstre og liten a føres ut på retursiden til venstre for sugetransformatoren. B-siden blir da motsatt og mot høyre.

 <p style="text-align: center;">Sett fra primærsiden</p>	<p>Skilt med fabrikkasjonsdata skal være påmontert og som viser:</p> <ul style="list-style-type: none"> • merkestrøm og ytelse, • fabrikant • fabrikkasjons år • serienummer • oljetype og mengde • vekt med og uten olje.
---	--



Figur 10.2 Eksempel på transformator merkeskilt

10.1.4 Lagring og transport av sugetransformatorer

Viklingene i en sugetransformator kan lade seg opp under transport og lagring. Derfor skal liten a og b på sekundærsiden være kortsluttet med en lask som fjernes etter at permanente forbindelser er etablert. Dersom transformatoren ikke er i bruk, må den være kortsluttet enten på primær eller sekundærsiden.

10.1.5 Overspenningsvern i sugetransformatorfelt

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. Det skal monteres overspenningsvern (metalloksidavleder) ved punkter i nettet der det er risiko for skade på utstyr eller kabler som følge av overspenninge. Ved valg av overspenningsvern i anlegg med 15 kV, 11 kV eller 22 kV skal de dimensjonerende spenninger gitt i Tabell 4 følges.

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
Vernenivå 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

Det skal installeres overspenningsvern på begge sider av hver sugetransformator mellom kontaktledningen og en felles jordingselektrode. For sugetransformator i tunneler installeres overspenningsvern i kontaktledningsanlegget utenfor begge tunnelmunningene.

10.1.6 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.

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

Relevant kabel med spenningsfasthet $U_m = 52$ kV:

$U_0 = 26$ kV, $U = 45$ kV, $U_m = 52$ kV, $U_{Ni} = 250$ kV

Forklaring:

U_0 = merkespenning mellom faseledere og skjerm

U = merkespenning mellom faseledere gitt et flerfasesystem

U_m = høyeste kontinuerlige spenning mellom faseledere gitt et flerfasesystem

U_{Ni} = impulsholdespenning mellom faseleder og skjerm, det vil si hvor stor lynimpuls som kabelen er typetestet for.

10.2 UTPLASSERING AV SUGETRANSFORMATOR

Sugetransformatorer settes ut med en normal avstand på 3 km fra hverandre. Ved matepunkt ved omformer halveres denne avstanden til 1,5 km på begge sider av matepunktet for ikke å overbelaste transformatorene.

Avstanden mellom sugetransformatorene uten nullfelt må ikke være så stor at varig og kortvarig spenning over den isolerende skjøten overstiger verdiene til maksimal berøringsspenning gitt i EN 50122-1. Økende avstand gir økende avledning.

Jordstrømmene er størst midt mellom sugetransformatorene.

Det har vært praksis å dimensjonere avstanden slik at annenhver sugetransformator kan kobles ut uten at det oppstår farlige spenninger for mennesker og utstyr i og langs sporet. Disse spenningene avhenger av potensialet i kjøreskinnene, som igjen blir bestemt av de impedansmessige forhold i systemet og strømbelastningen.

Sugetransformatorer skal ikke plasseres nærmere hovedsignal enn 300 m. Sugetransformatorer må ikke plasseres på steder der en kan forvente at toget stopper.

De kan likevel plasseres ved hovedsignal. Da skal seksjonsisolator for høy hastighet brukes, og plasseringen skal godkjennes av Bane NOR.

Hovedregler:

- Strekninger med dobbeltspor og sugetransformatorer krever lik plassering av transformatorer i begge spor
- På strekninger med mateledning benyttes egne sugetransformatorer for denne
- Der det er forsterkningsledning kobles denne parallelt med kontaktledningen og benytter seg av samme sugetransformator som kontaktledningen
- All annen avvikende plassering skal ha en teknisk vurdering

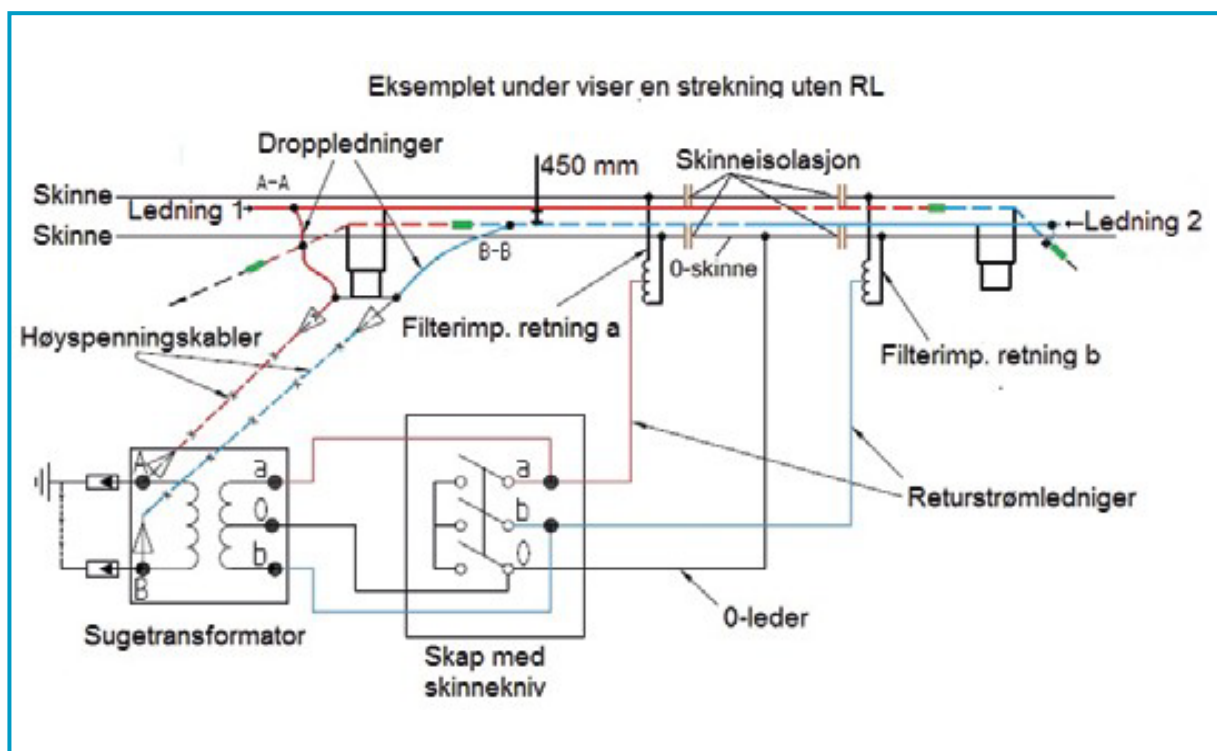
10.2.1 Sugetransformatorfelt

Der sugetransformatoren plasseres blir det laget et seksjonfelt. Kontaktledningene 1 og 2 har en innbyrdes avstand på 450 mm i seksjonfeltet og lengden på feltet kan variere fra 3 – 5 spennlengder. Seksjonering som er bygget på denne måten har luftisolasjons. Sugetransformatorens primærside stor A kobles til ledning 1 og stor B kobles til ledning 2. På denne måten blir de 2 adskilte kontaktledningspartene koblet sammen ved at strømmen må passere gjennom primærviklingene på sugetransformatoren.

I et sugetransformatorfelt er det ofte plassert en kontaktledningsbryter som benyttes til å koble sammen ledning 1 og 2 eller lage et elektrisk dele ved sugetransformatoren ved frakobling av bryteren.

Returstrømkretsen må ha et elektrisk dele ved sugetransformatoren. Her må det kontrolleres at returledningene blir koblet riktig. Det vil si at en er 100 % sikker på at kontaktledning og returledning dekker samme strekning/side i forhold til sugetransformatoren, før de kobles til liten a og b på sekundærsiden av transformatoren.

Hvordan returstrømkretsen skal kobles til sugetransformatoren og skinner er avhengig av hvilken type signalanlegg det er på strekningen, og hvilken type returstrømutførelse som er valgt på strekningen system B, C eller D. (Se kap. 4.3)

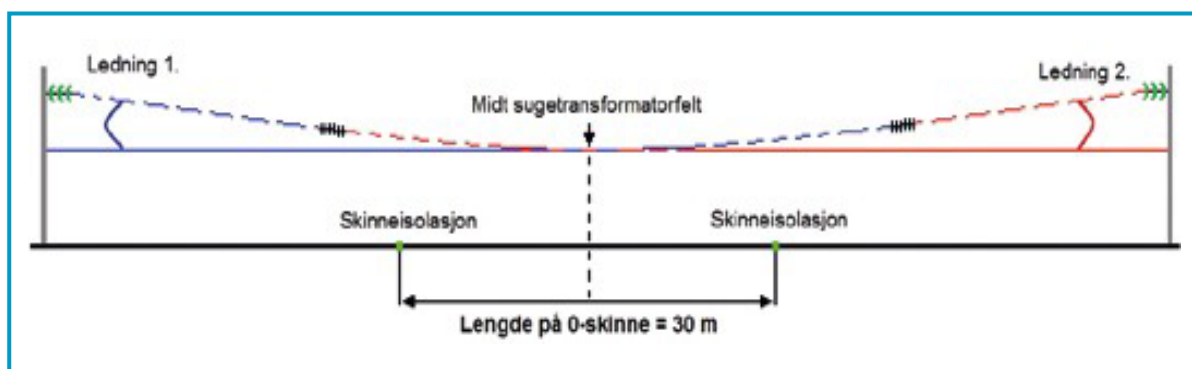


Figur 10.3 Utsnitt fra arrangementstegning for sugetransformatorfelt

10.2.2 Lengden av nullskinnen

Lengden på 0-felt er 25-30 m. Når det gjelder kontaktledningsanlegget, er det viktig at de isolerte skjøtene og kontaktledningspartenes veksling er koordinert, slik at vekslingen skjer symmetrisk i 0-feltet.

I verste fall kan vekslingen finne sted før lokomotivet kommer inn på nullskinnen, og da kan man risikere at det oppstår så stor spenning over skinneskjøten at den brenner av. Det dynamiske løftet av kontaktledningen avgjør hvor langt lokomotivet kjører på begge ledningspartene. For eksempel vil lokomotivet kjøre på begge ledningene i underkant av 11 m dersom strømvtageren forårsaker et løft på 10 cm. Et løft på 10 cm er det maksimalt påregnelige ved de aktuelle toghastigheter (< 200 km/t). Beregningen er gjort for et kontaktledningsanlegg av type S-20, og med sugetransformatoren plassert i et seksjonfelt som går over tre spennlengder. Med nullskinne på 30 m er det ikke så stor fare for at vekslingen av kontaktledningspartene skal begynne på utsiden av nullfeltet.



Figur 10.4 Lengde på 0-felt og plassering i forhold midt sugetransformatorfelt.

10.2.3 Returstrøm i skinnene ved sugetransformatorfeltet

Det er mest vanlig at det ved hver sugetransformator legges det inn 2 isolerte skjøter i hver kjøreskinne, symmetrisk i forhold til det elektriske dele i kontaktledningen.

Avstanden mellom de isolerte skjøtene i kjøreskinne skal være 25 - 30 m, og skinnene mellom disse isolasjonsskjøtene kalles et nullfelt. (0 – felt).

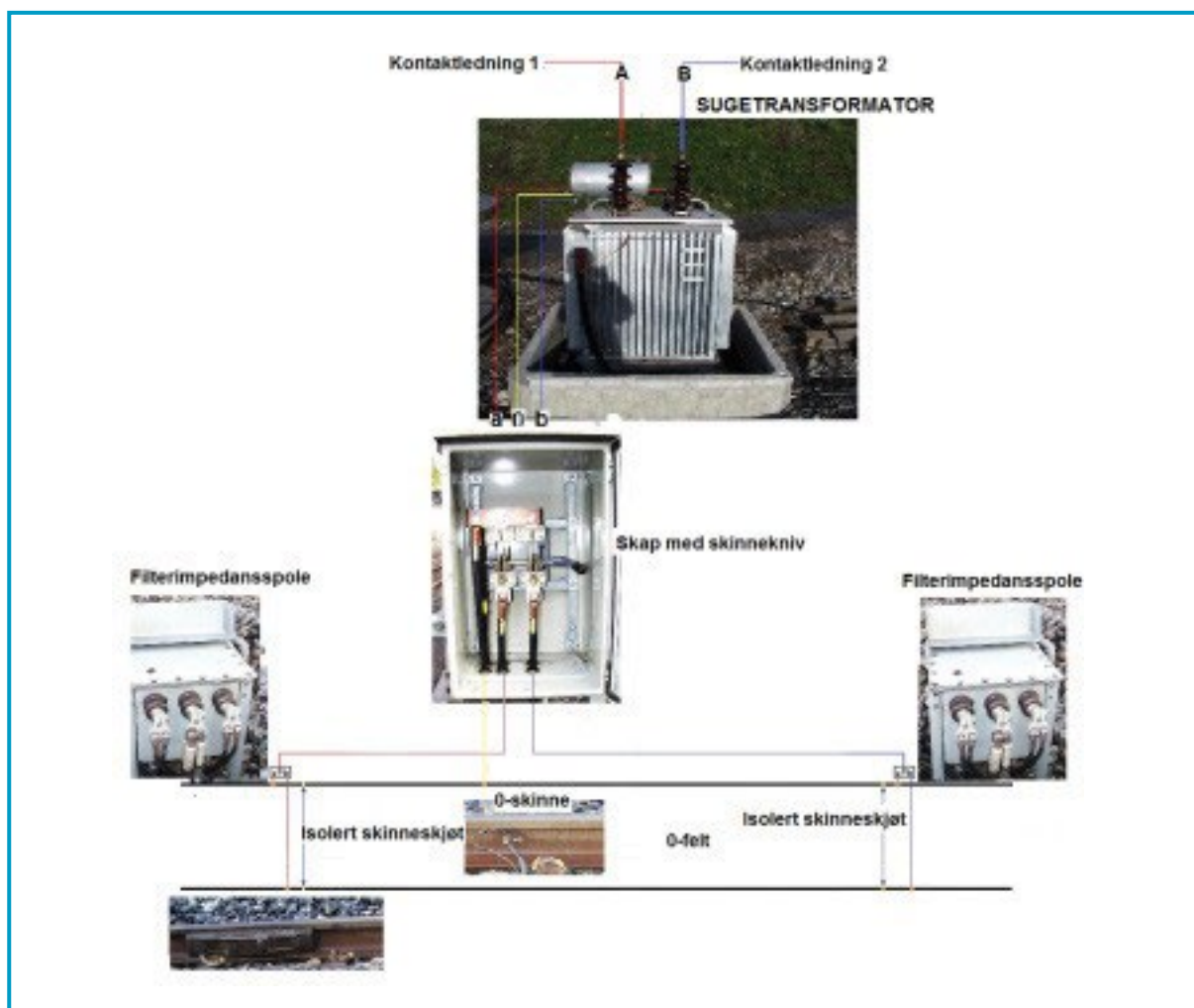
Skinnen som ligger nærmest sugetransformatoren kalles 0 feltet. Sugetransformatorens sekundærside har 3 tilkoblingssteder liten a, liten b og 0 (null).

Langsgående returledning blir ført fram lagt i kabelkanal eller opphengt i kontaktledningsmaster. Ved sugetransformatoren må også returledningen ha et elektrisk dele symmetrisk i forhold til det elektriske dele i kontaktledningen.

Her blir returledningene koblet til sugetransformatorens primærside. Her er det viktig at den langsgående returledningen blir tilkoblet riktig i forhold til kontaktledningen. Kommer kontaktledningen som er koblet til primærsiden stor A på trafoen inn fra venstre, må også returledningen som kommer fra venstre kobles til liten a på sekundærsiden.

Liten a på sugetransformatoren sekundærside kobles til impedansspolens midtuttak (0) på samme side som kontaktledningen er tilkoblet stor A på primærsiden. Impedansspolens tilkoblingspunkter a og b kobles til kjøreskinne på utsiden av de isolerte skjøtene i hver sin kjøreskinne, da fordeles strømmen likt i begge kjøreskinnene. Det kobles på samme måte på motsatt side stor B og liten b.

0- uttaket på sugetransformatoren kobles til 0-feltet



Figur 10.5 Prinsippkisse av sugetransformator med 0-felt

10.2.4 Sugetransformatorens prinsipielle virkemåte

Når et tog passerer en sugetransformator vil strømvtageren kortslutte primærviklingen, og togakslingene kortslutter sekundærviklingen. På grunn av togets lengde varer den sekundære kortslutningen lengre, enn den primære.

Med omsetningsforhold 1:1 vil sekundærviklingen behøve like stor strøm som I1 for å oppnå full kompensasjon. Slik vil sekundærviklingen «suge» til seg returstrømmen. Så når et tog trekker 300 A i kontaktledningen går det også 300 A i returstrøm kretsen. Derfor er det viktig at sugetransformator og impedansen har samme merking på strøm.

Ved å benytte to par isolerte skjøter i sporet under seksjonsfeltet i ledningen. En nedføring fra transformatorens 0 (n) på sekundærsiden til den kjøreskinnen som ligger mellom isolasjonsskjøtene, deles spenningen over sekundærsiden på de to skjøtene i kjøreskinnen.

10.3 KOBLING AV SUGETRANSFORMATOR

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

- signalsystem med eller uten isolerte sporfelter
- returstrømkretsen med eller uten langsgående returstrømledninger
- kontaktledning med eller uten mateledning/forsterkningsledning.

10.3.1 Utførelse I

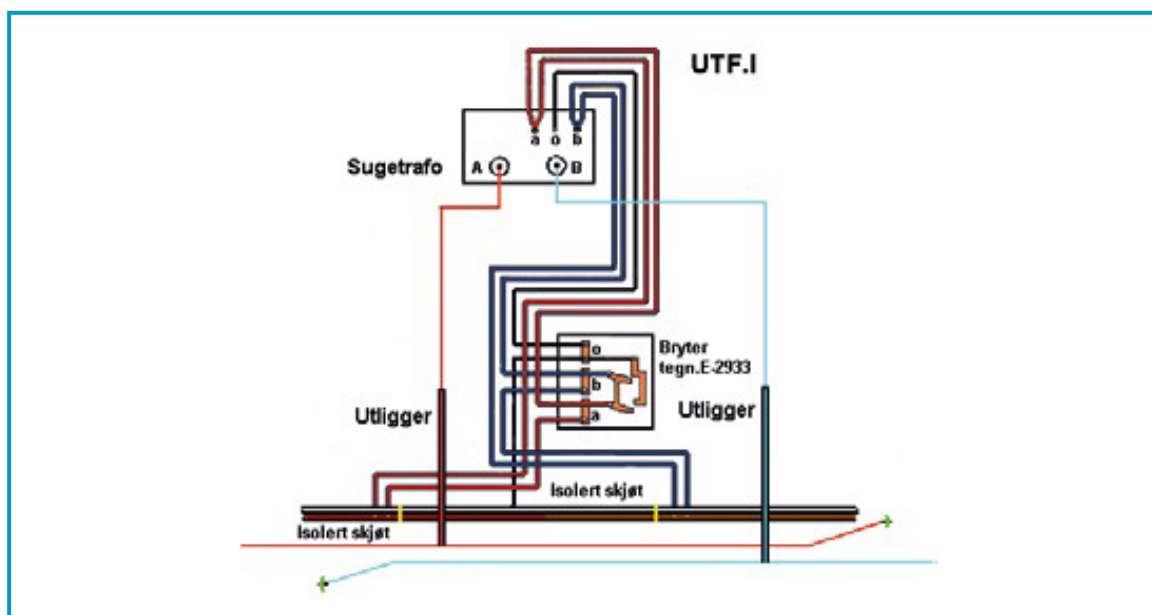
System B - med returstrøm bare i skinnen. Koblingen av sugetransformatoren skal utføres etter EH-702730

Returstrømkretsen er utført etter system B, det har ikke langsgående returstrømledninger.

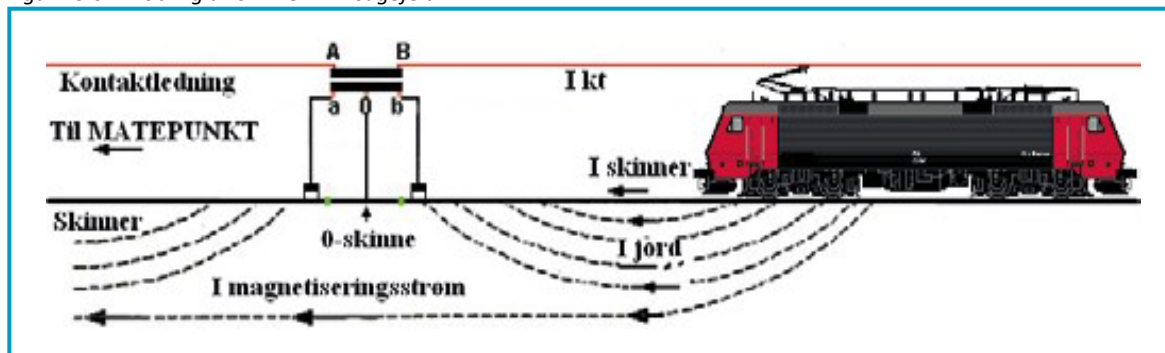
Filterimpedansspolen som er plassert på utsiden av den isolerte skinneskjøten i 0-feltet samler returstrømmen i kjøreskinne ved tilkoblingene til a og b. Fra 0-koblingen på filterimpedansen blir det lagt 2 stk.

returstrømledere, en blir tilkoblet a på sugetransformatoren. Den andre lederen blir koblet via strømskinne a i skinneknivskapet og derfra til liten a på sugetransformatoren. Returstrømmen er nå tilkoblet sekundærviklingens a tilkobling. Fra b på sugetransformatoren blir det lagt 2 stk. returstrømledere, den ene lederen blir koblet direkte til 0-punktet (midtuttak) på filterimpedansspolen den andre returstrømlederen blir koblet via b i knivskinneskabet og derfra til 0-punktet (midtuttak) på filterimpedansspolen på motsatt side av sugetransformatoren. Liten a og b blir tilkoblet hver sin skinne på utsiden av de isolerte skjøtene. Fra 0-punktet på sugetransformatoren blir det lagt en leder til 0-skinnen i knivskapet og derfra til 0-skinnen (skinnen nærmest sugetransformatoren) i 0-feltet.

Skinnekniven skal ligge i utestilling ved normal drift.



Figur 10.6 Tilkobling av skinnekniv i sugefelt



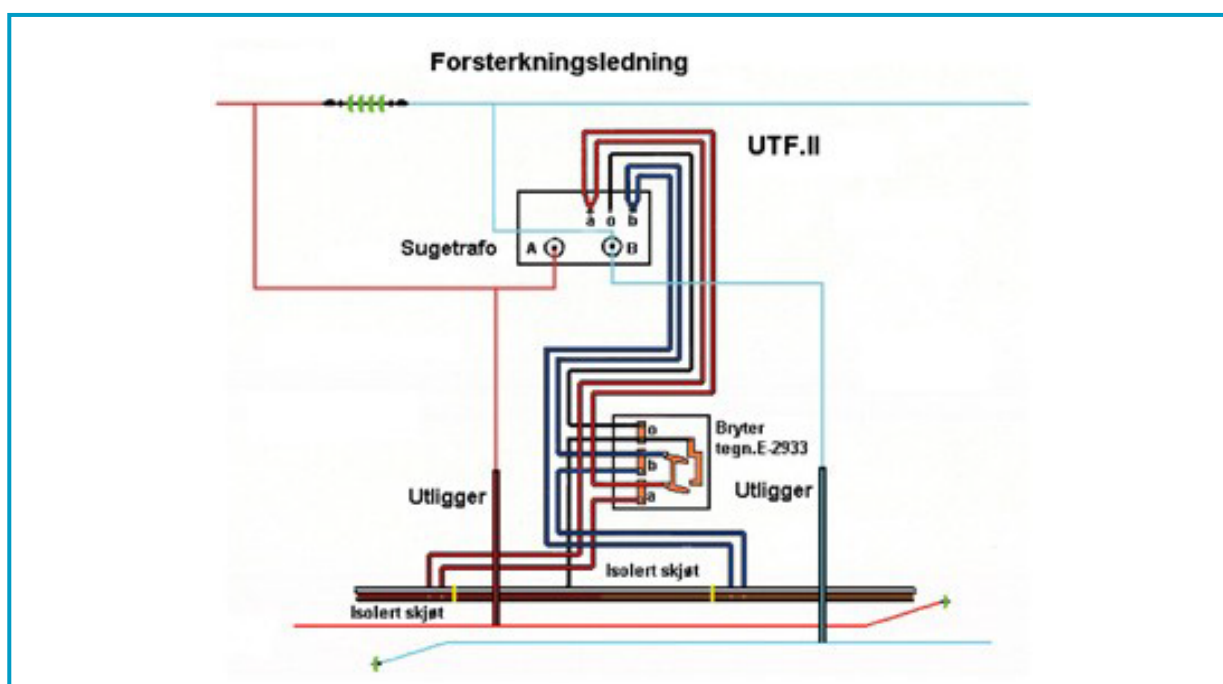
Figur 10.7 Utførelse 1

10.3.2 Utførelse II

System B - returstrøm med forsterkningsledning på KL-anlegget. Returstrømkretsen er utført etter EH-702730.

Koblingen av sugetransformator og filterimpedansspoler er lik koblingene på utførelse I. I tillegg til kontaktledningsanlegget er det på denne strekningen forsterkningsledning som skal kobles til sugetransformatoren. Det er viktig at isolatorene på ledning 1 og 2 plasseres symmetrisk i forhold til 0-feltet i kjøreskinnen. I forsterkningsledningen må det settes inn isolator symmetrisk med seksjonsfeltet til kontaktledningen. Forsterkningsledningen skal kobles til stor A og B på sugetransformatoren.

Husk! Påse at forsterkningsledningen dekker samme retning som tilkoblingene av kontaktledningsanlegget.



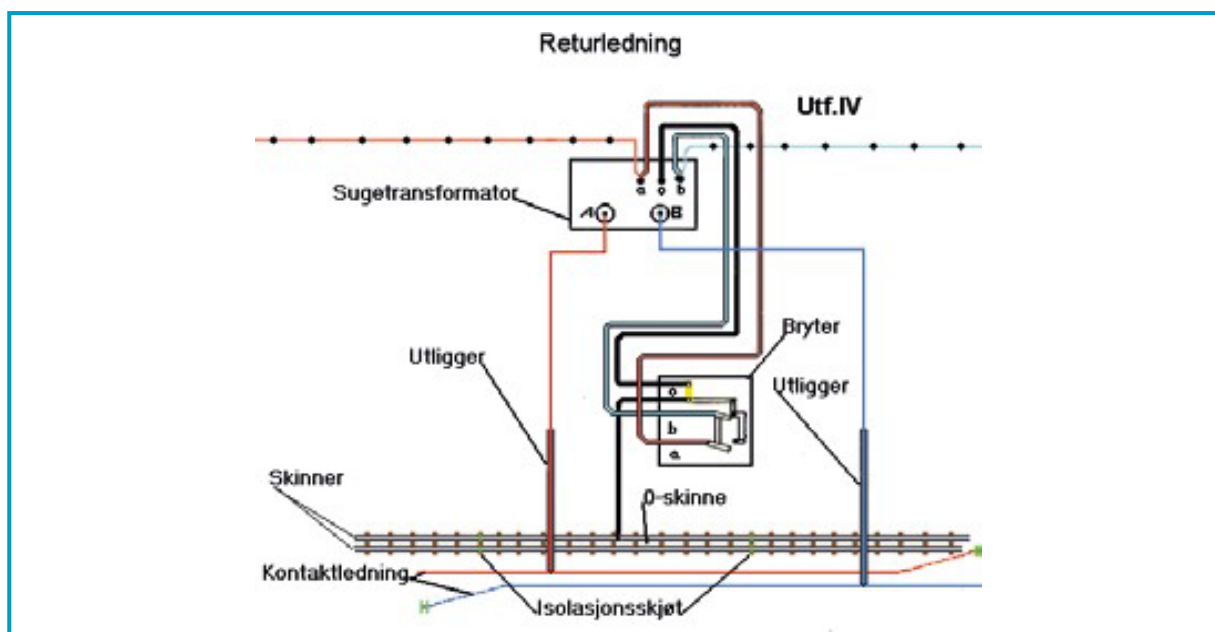
Figur 10.8 Utførelse II

10.3.3 Utførelse IV

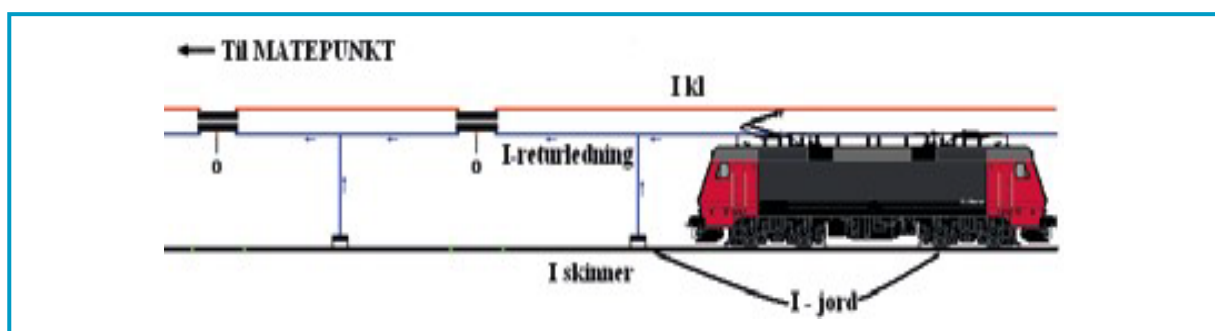
System D - returstrømnedføring midt mellom sugetransformatorene. Koblingen skal utføres etter EH-702730.

Returstrømkretsen er utført etter system D. I dette systemet blir to returledere ført langsmed sporet, lagt i kabelkanal eller opphengt i master. Disse returstrømledningene blir parallellkoblet med kjøreskinnene midt mellom to sugetransformatorer ved bruk av en filterimpedansspole. De to langsgående returstrømlederne blir koblet til på impedansspolen

0-punkt, a og b kobles til hver sin kjøreskinne. Ved en slik løsning kan det totalt føres større returstrømmer tilbake til omformeren og det blir mindre vagabonderende strømmer til jord. Ved sugetransformatoren er det isolerte skjøter i kjøreskinnene (0-felt) og seksjonert kontaktledning. Den langsgående returledningen blir delt og koblet til a og b på sugetransformatoren. Pass på at returledningen dekker samme side på sugetransformatoren som kontaktledningen. Det må også legges føringer fra sugetransformatorens a, b og 0-punkt til skapet med skinneknivens tilkoblingspunkter. 0-punkt tilkoblingen på skinnekniven føres videre og tilkobles til 0-feltet på kjøreskinne.



Figur 10.9 Utførelse IV

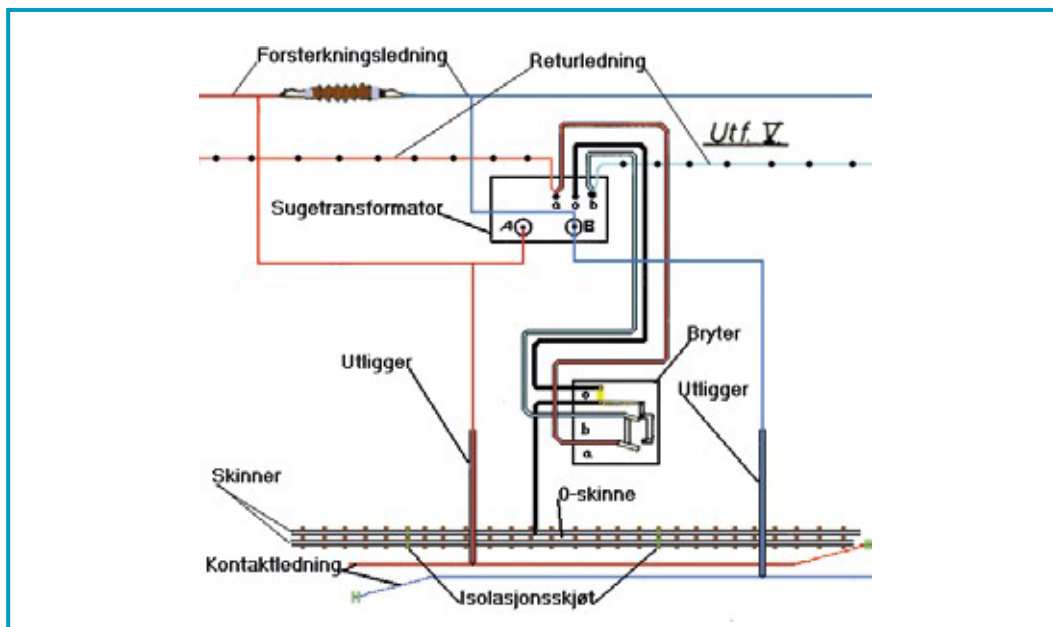


Figur 10.10 Skisse returledningssystem D.

10.3.4 Utførelse V

Med forsterkningsledning og langsgående returledning, nedføring mellom sugetransformatorene. Koblingen skal utføres etter EH-702730

- Returstrømkretsen er utført etter system D.
- Returstrømkretsen skal kobles som i utførelse IV.
- Koblingen av forsterkningsledning til sugetransformatoren er lik koblingen i utførelse II



Figur 10.10 Utførelse V

10.3.5 Sugetransformator med skjøteløse sporfelt hovedbanen, Lillestrøm

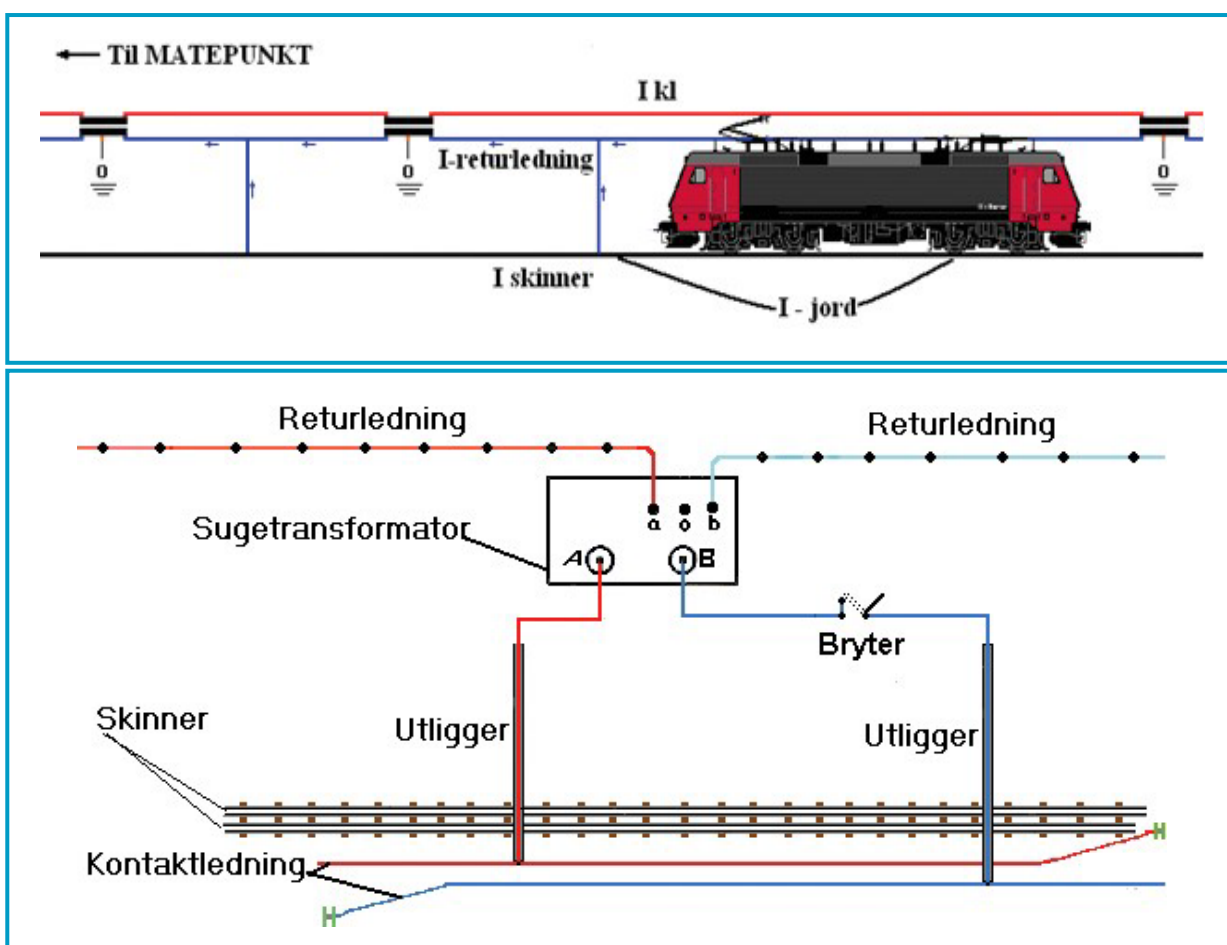
Returledningssystem C.

I dette systemet er det ikke skinneisolasjon i skinnene ved sugetransformatoren så her er det ikke 0-felt. På hovedbanen strekningen Lillestrøm – Frogner og Gardermobanen er det strekning med skjøteløse sporfelt. Signalsystemet er bygget med audiofrekvente sporfelt og det er midt og endematede FTG-S sløyfer i sporet.

Sugetransformatorene er plassert i kiosker.

Returledningene kobles til på liten a og b på sugetransformatoren og de må kobles til i samme retning som kontaktledningen stor A og B.

På denne strekningen er det er ikke brukt skap med skinnekniv. Sugetransformatoren har isolert 0-punkt på strekningen.



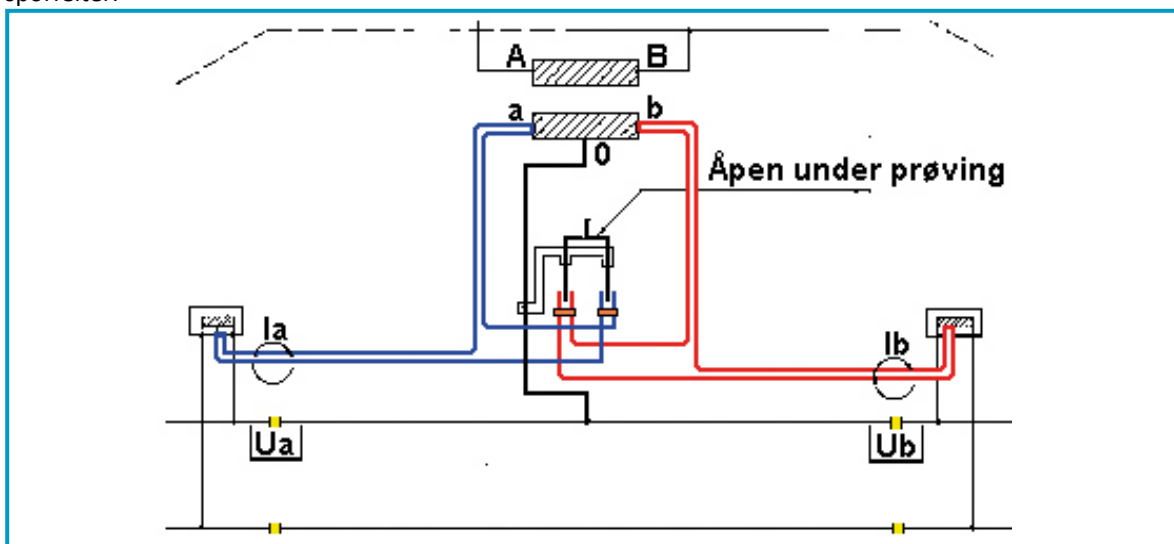
Figur 10.11 Returstrømsystem C

10.4 MÅLING AV FUNKSJONALITET PÅ SUGETRANSFORMATOR

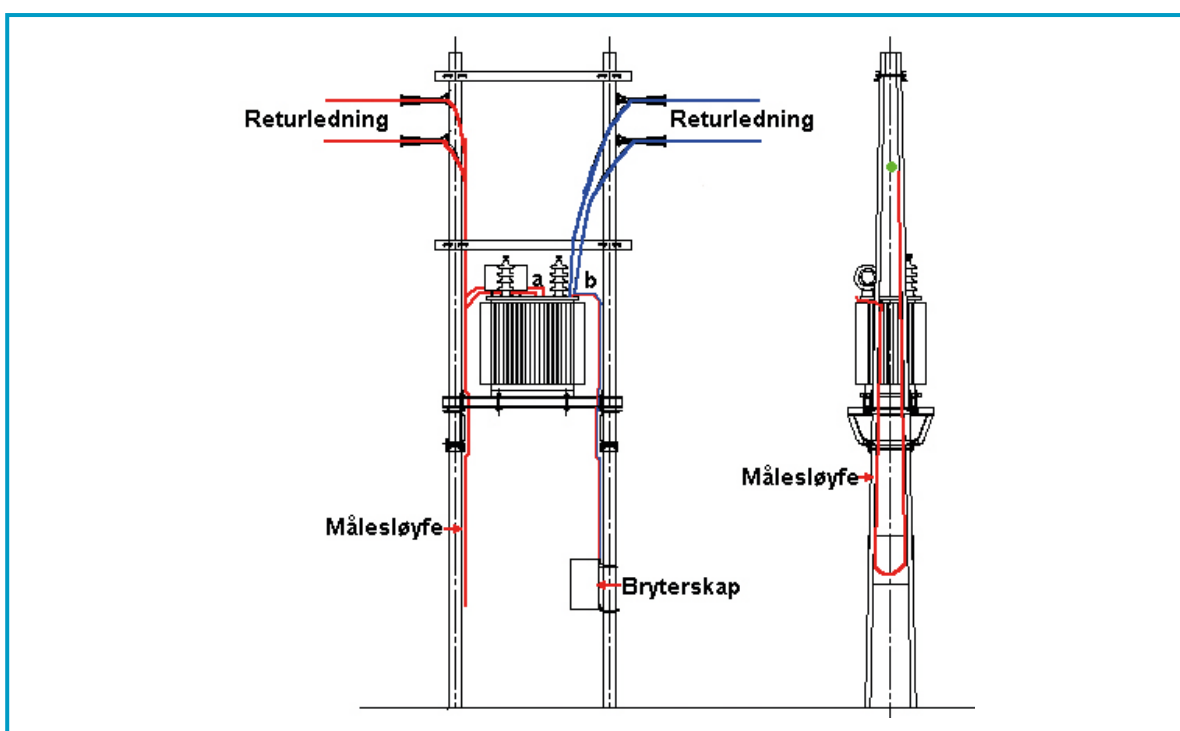
Kontrollmåling/funksjonsmåling av sugetransformator skal utføres:

- Ved idriftsettelse av nyanlegg.
- Rutinemåling hvert 10 år.
- Etter revisjon av sugetransformator eller tilbehør.
- Etter utskifting av sugetransformator, bryterskap, kabler og skinner.

Det er forskjellig framgangsmåte ved måling av sugetransformator med 0-felt og sporisolasjon og skjøteløse sporfelter.



Figur 10.12 Skisse: Målepunkter ved måling av sugetransformator med 0-felt



Figur 10.13 Målesøyfens plassering ved sugetransformator i master

Ved alle mastearrangement skal det legges ned en målesløyfe på masten. Den blir lagt ned på motsatt mast av den som bryterskapet er montert. Fra a eller b på sugetransformatoren legges begge returledningene (240 mm² AL) ned i en sløyfe i høyde med bryterskapet, og tilbake opp i masten og ut på returstrekket.



Figur 10.14 Skinnevoltmeter

Spenning (U) måles over hver av de isolerte skjøter U_a og U_b med et spesiallaget skinnevoltmeter. Her er dette satt på plass over den isolerte skjøten i 0-skinne.



Figur 10.15 Tangampermeter

Strømmen (I) skal måles med en tangampermeter i en av returstrømtilførselsledningene a eller b, dette er avhengig av hvilken av de som er lagt ned i målesløyfen ved sugetransformatoren.

For å få det mest korrekte måleresultatet må avlesing av spenning U over skinneskjøten (skinnevoltmeteret) og strømmen A (tangampermeteren) i returlederne inn til transformatoren avleses samtidig.

Spenningen U måles over begge isolerte skjøter i kjøreskinne som ligger nærmest sugetransformatoren (0-feltet).

Husk! Begge returledere må legges inn i tangampermeteret for å få målt riktig verdi, hvis ikke dette er mulig og vi bruker bare en av lederne må vi gange verdien med 2.

Målingene bør forsøkes utført ved høyest mulig strøm i returkretsen, f.eks. like etter at et elektrisk tog har passert sugfeltet, dette må gjøres for å få mest mulig nøyaktig måling.

Resultatene skal noteres med angivelse av samhørende verdier for spenning og strøm samt angivelse av hvilken skjøte det er målt over.

10.4.1 Måleskjema for sugetransformator

			BEREGNET UB (V) VED 100 (A)
MÅLING NR.	UB (V)	IB (A)	---
1			
2			
3			
4			
5			
6			
Snittverdi Ub :			=

Strekning: _____ Transformator serie nr.: _____

Løpenummer på koblingskjema: _____ Står ved km.: _____

10.4.2 Normal skjøtspenning

Skjøtspenningen U ved 100A vil ved enkeltsporet bane normalt ligge rundt de verdier som er vist i tabellen under:

Midlere avstand til de to nærmeste sugetransformatorer i km.	1,5	3	6	9
Returstrøm (I) 100 A Normal skjøtspenning U i volt	6 – 9 V	12 – 18 V	24 – 35 V	35 – 48 V

Den "midlere avstand" = $\frac{1}{2}$ x summen av avstandene. Dvs. avstanden til nærmeste sugetransformator på hver side delt på 2.

Ved dobbeltsporet bane vil spenningen være lavere enn anført i tabellen over.

Den målte spenningen U ved den målte strømmen I omregnes til 100 A slik:

Skjøtspenningen U ved 100 A = (U målt ved strømmen I) x 100 delt på I.

Se eksempel i tabellen nedenfor:

EKS. NR	MIDLERE AVSTAND KM	AVLEST U V	AVLEST I A	UTREGNET U VED 100 A	MERKNAD
1	3	8	60	$\frac{8 \times 100}{60} = 13,4$	Normalt
2	6	35	120	$\frac{35 \times 100}{120} = 29,2$	Normalt
3	$\frac{1}{2} \times (3 + 6) = 4,5$	9	40	$\frac{9 \times 100}{40} = 22,5$	Normalt
4	3	30	20	$\frac{30 \times 100}{20} = 150$	Ca 10 ganger normalverdi. Sannsynligvis galt koblet.

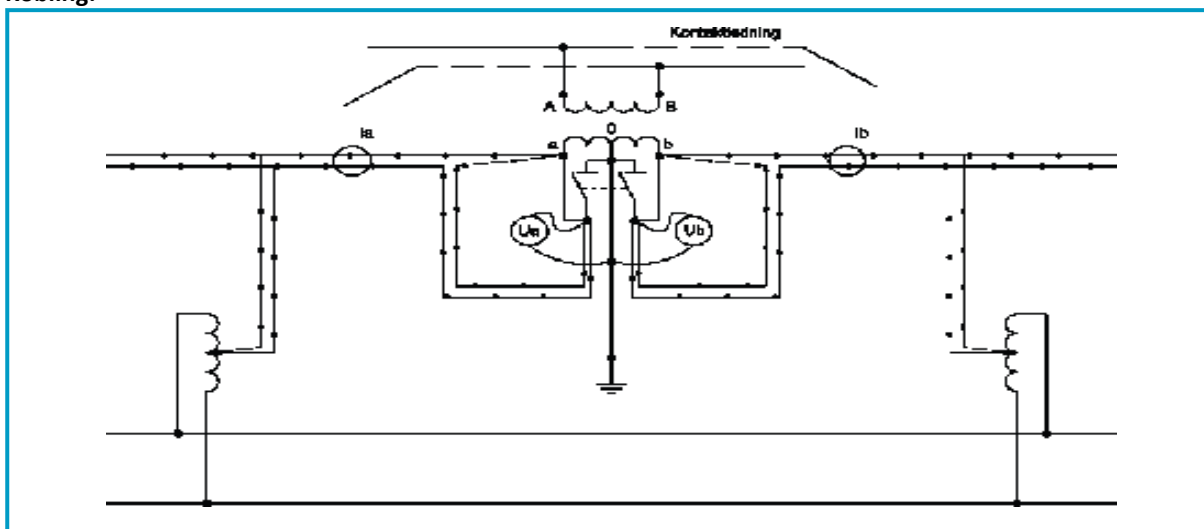
10.4.3 Målemetodikk for kontroll av sugetransformator med skjøteløse sporfelt

Merking: Sugetransformatorlokket, høyspentsiden A-B og lavspentsiden a-o-b.

Kabler og ledninger mellom skinner og sugetransformator er merket i begge ender som på lokket med a eller o eller b.

Skapet er merket med samme merker som kabler og ledninger.

Kobling:



Figur 10.16 Målemetode ved skjøteløse sporfelt

Utførelse:

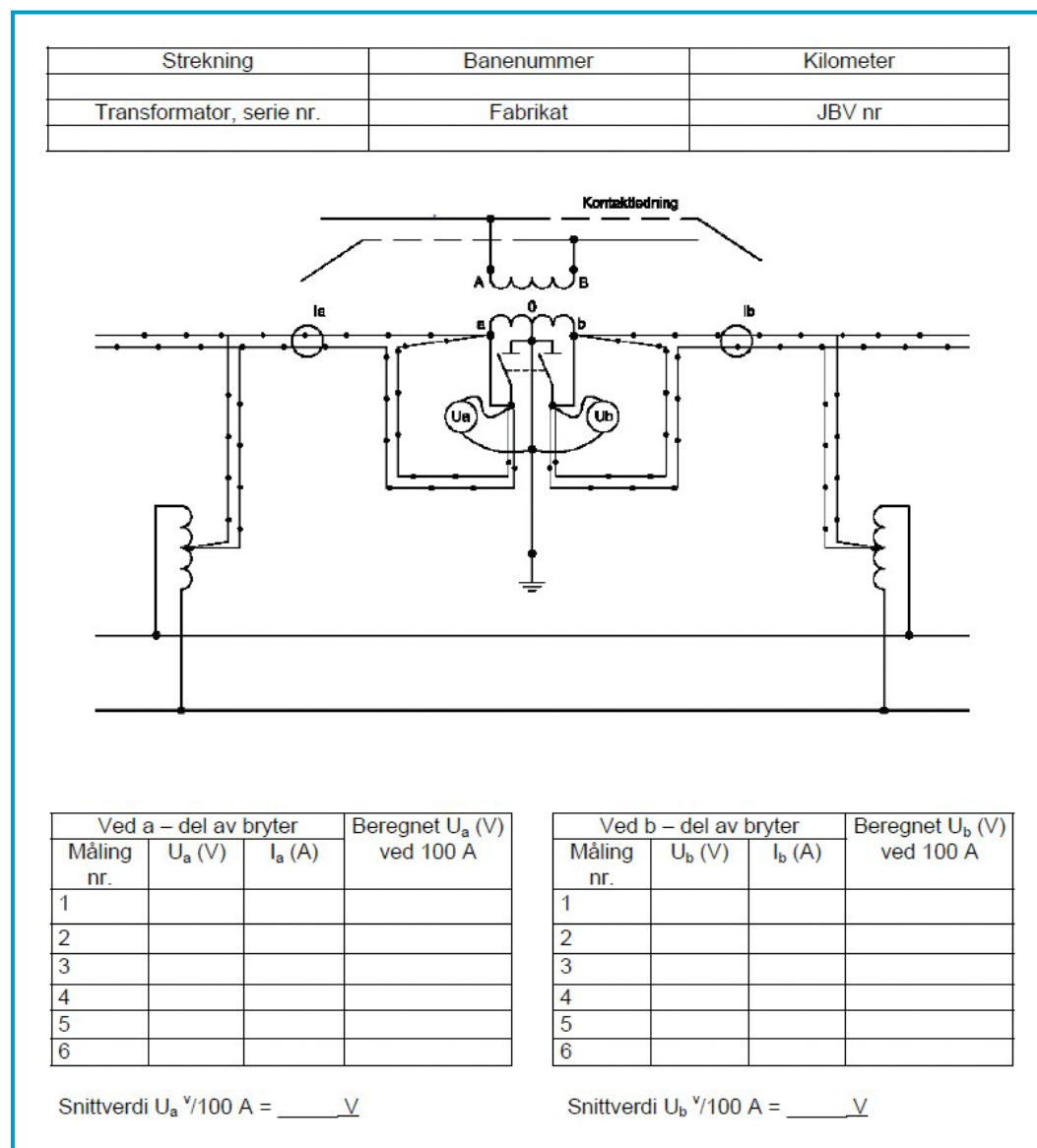
Returstrømmen og spenningene U_a og U_b mellom "0" og hhv. a og b måles. Spenningene måles i bryterskapet med åpen bryter, returstrømmen måles med tangamperemeter som omslutter hele returstrømmen.

Strøm og spenning måles samtidig. Dette er viktig, da banestrømmen varierer hurtig og mye. Det vil være mest praktisk å måle I_a og U_a i en operasjon, og I_b og U_b i en neste operasjon.

Målingene forsøkes utført med flere strømverdier. Resultatene noteres med angivelse av tilhørende verdier for strøm og spenning: I_a og U_a , I_b og U_b .

Dette kan med fordel gjøres sammen med termografering av anleggene.

10.4.4 Måleprotokoll for sugetransformator med skjøteløseporfelt



Figur 10.17 Måleskjema som benyttes ved skjøteløseporfelt

10.5 RESERVESTRØMSTRANSFORMATOREN

Reservestrøm fra kontaktledningsnettet benyttes normalt til alle eksisterende sikringsanlegg på elektrifiserte banestrekninger. Trer i kraft når lokal strømforsyning blir borte, den forsyner de tekniske anleggene på et stasjonsområde. Unntaksvis utnyttes energi fra kontaktledningsanlegget uten at det er fremført noen annen primær forsyning

Det skal gjøres kontroll minimum en gang pr. år om reservestrømforsyningsanlegget er funksjonsdyktig. Krav til de ulike anleggsdeler for reservestrømforsyning er tilsvarende som for primær strømforsyning.



Figur 10.18 Reservestrømstransformator

10.6 TOGVARMETRANSFORMATOR

Spennning er normalt 1000v og 1750 v. Oppgaven er å gi strøm til tog som står på hensetting. Står i forbindelse med hensetting av rullende materiell. Ved frakobling av kontaktledningen må varmpost være frakoblet og togselskapene må få beskjed når det skal arbeides på slike områder. Slange må aldri frakobles med last, det vil si at utkobling av varmpost må gjøres før betjening. Det kreves egen opplæring ved betjening.



Figur 10.19 Togvarmetransformator

10.7 Autotransformator

System som er del av KL-anlegget og som overfører strøm med spenning 30 kV, der autotransformatoren transformerer spenningen ned til 15 kV for kontaktledningen. Autotransformatoren har en positivleder kaldt PL og en Negativ leder kaldt NL. PL er tilkoblingspunktet til kontaktledningen og NL er tilkoblingspunktet for returstrømmen.



