KONTAKTLEDNINGSANLEGG
KONTAKTLEDNINGSSYSTEM
DOBBEL KONTAKTTRÅD

GENERELL BESKRIVELSE
FOR
PROSJEKTERING
OG
BYGGING



000	Nytt prinsipp for fremføring av dobbel kontakttråd	26.01.07	TET	TNS	FJ
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av

KONTAKTLEDNINGSANLEGG **KONTAKTLEDNINGSSYSTEM DOBBEL KONTAKTTRÅD** **GENERELL BESKRIVELSE FOR PROSJEKTERING OG BYGGING**	Ant. sider **17**	Fritekst 1d	
		Fritekst 2d	
		Fritekst 3d	
	Produsent	3.12.04 T.E. Thoresen	
	Prod. dok. nr.		
	Erstatning for		
	Erstattet av		
Jernbaneverket	Dokument nr. **EK.800056-000**		Rev. **000**

1 GENERELL BESKRIVELSE FOR PROSJEKTERING OG BYGGING. 3

1.1 TEKNISK INFORMASJON. 3

2 UTFØRELSE 5

2.1 SPENNLENGDE 5
2.2 SKJØT MELLOM KONTAKTTRÅD OG BÆRELINE 5
2.3 POTENSIALUTJEVNING – STRØMBROER OG STRØMSTIGER 6
2.4 TAKFESTER FOR HENGEMAST 6
2.5 TILLEGGSISOLASJON 7
2.6 KONSOLLER 8
2.7 STREKK I KONTAKTTRÅD OG BÆRELINE 9
2.8 SEKSJONERING OG SEKSJONSISOLATOR 9
2.9 BRYTERTILKOBLINGER 9

3 PRINSIPIELT UTSEENDE AV FULLISOLERT UTLIGGER 10

4 OVERHEAD EQIPMENT SPEED ANALYSIS 13

4.1 ANALYSER OG EGNE BEREGNINGER FOR DOBBELTRÅD 13
4.2 MÅLEVOGNRESULTATER OG OPPSUMMERING AV DISSE 15
4.2.1 KONKLUSJON FOR KREFTER I ANLEGGET 15

5 HOVEDKONKLUSJON 17

1 GENERELL BESKRIVELSE FOR PROSJEKTERING OG BYGGING.

1.1 Teknisk informasjon.

Prinsippet kan gi mulighet til en større kontakttrådhøyde lokalt og dermed øke profilet for fremføring av tog(dobbeltdekker og gods). Fremføringshastighet der det er dobbel kontakttråd er satt til maksimalt 60 – 80 og 100 km/h avhengig av strekk og spennlengder.

Beskrivelsen under er grov og man forutsetter at det prosjekteres og dokumenteres tilstrekkelig for hvert enkelt sted slik at gjennomføringen blir enklest mulig.

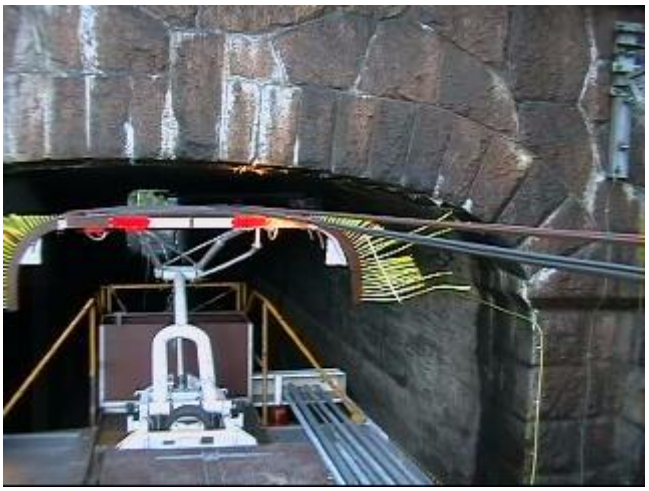
Høydegevinsten ligger i den bestående hengetrådenes lengde og elimineringen av denne. Parallellføring av to kontakttråder medfører at ny kontakttrådhøyde kan komme opp mot samme høyde som bærelinen lå på. Det må beregnes et oppløft på maksimalt 60 mm ved 80 km/h for den angitte spennlengden. Tilleggsisolasjon 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 rettlinje. I kurve under 1200 m skal utliggerne monteres ensidig på strekk.



Med tilleggsisolasjon i tak over utligger.

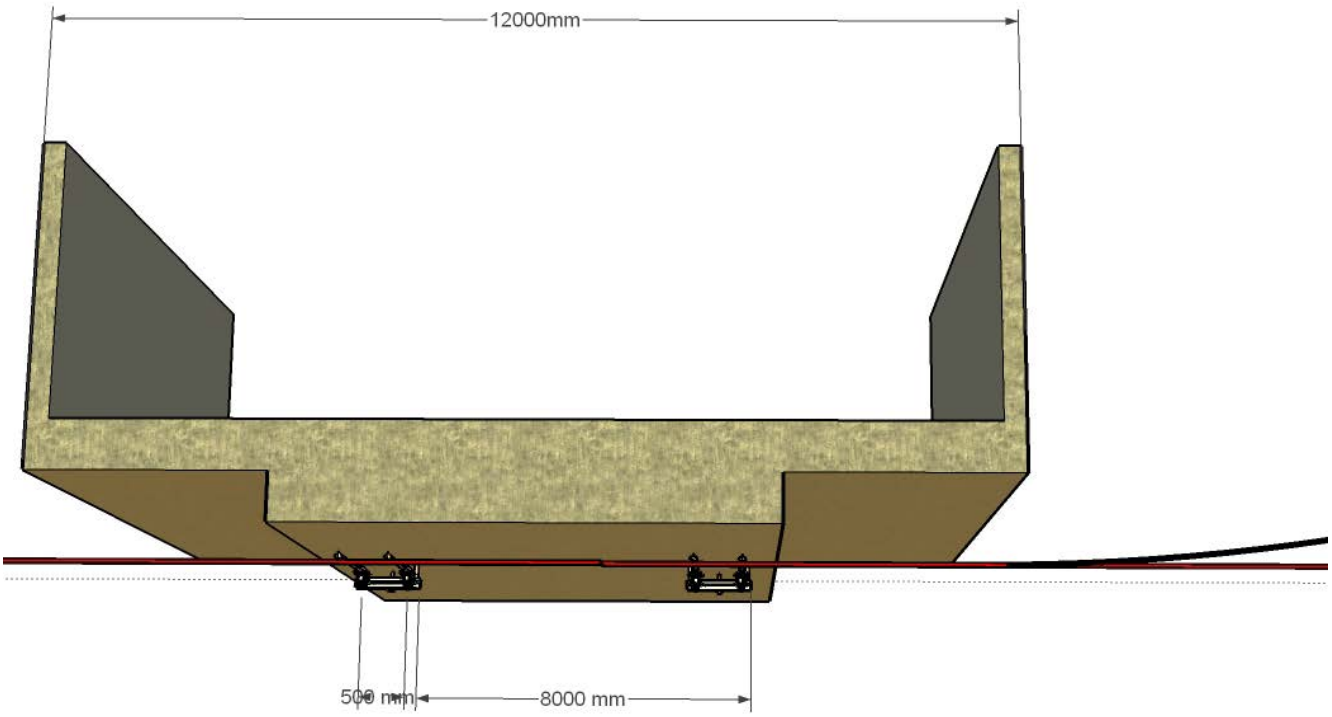


Montert på travers, festet til IPE- bjelker



Tunnelportal og strømavtaker med 200 N opptrykk.

Skisse av prinsippet anvendt ved bru vises under i figur 1.



2 UTFØRELSE

Avstanden mellom parallelle naboutliggere skal maksimalt være 0,5 m. Avstanden mellom parallelle kontaktråder skal være 50 ± 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 600m og på rettlinje. Endringen i sikksakk skal maksimalt være 50 mm fra utligger til utligger. Hovedregelen er at utliggere monteres i ytterkurve på strekk.

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 til 12 m,

Mekanisk sig skal være likt for kontakttråd og gjenværende bæreline slik at anlegget ikke forskyves/strekkes ulikt. Dersom det skjøtes inn ny kontakttråd i parallell med den eksisterende skal denne være sølvlegert og ha samme tverrsnitt som den eksisterende, minimum 100 mm^2, dette for å få samme nedheng på begge trådene. Sølvlegeringen vil gi mindre sig i tråden.

For spennlengder i overgangen mellom eksisterende bæreline og den nye innskutte kontakttråden er man oftest avhengig av kortere spennlengder enn de eksisterende. I overgangen må hjelpeliner og/eller nye fester i de fleste tilfeller etableres for å ivareta de dynamiske bevegelser i anlegget.

Hjelpelinen utføres som for utligger med redusert systemhøyde foran tunnel eller bro etter tegning EK.707099 - 005

2.1 Spennlengde

Spennlengder for dobbelttråd:

Strekk i tråden	Maksimal spennlengde	Hastighet
7,1 kN	**8 m**	**60 km/h**
10 kN	**10 m**	**80 km/h**
13 kN	**12 m**	**100 km/h**

Hastighetene må verifiseres med resultater fra målevogn. Teoretiske verdier for bølgehastighet er beregnet lengre bak i dokumentet.(Side 14)

2.2 Skjøt mellom kontakttråd og bæreline

Til skjøt mellom bæreline og kontakttråd i løftet spenn benyttes kileklemmer og mellomstykke samt en strømpressklemme 50/100 Cu – strekkavlastet - for å komme over skjøtene med kobbertverrsnittet. Skjøten må komme så høyt opp mot normalutligger at den ikke begrense nødvendig oppløft ved strømavtakerens passering.

De to parallelle kontakttrådene skal ikke låses mekanisk til hverandre. Det skal bare være elektrisk forbindelse mellom dem for hver 200 m. Strømforbindelsene skal utføres slik at de er strekkavlastede og ikke presses på strekkbelastet line i overgangsskjøten.

Figur 2: Skjøt mellom kontakttråd og bæreline:

Løsning med kombinasjon av strømbru og strømstige er fleksible koblinger med mulighet for individuell vandring av kontakttrådene horisontalt.



Fotografiet viser en mulig løsning.

2.3 POTENSIALUTJEVNING – STRØMBROER OG STRØMSTIGER

Strømforbindelse mellom kontakttrådene skal anordnes med 70 mm^2 fleksibel line og strømpressklemmer dersom de føres mer enn 200 m i parallell. Loopen må være tilstrekkelig lang for å fange opp ulik utvidelse mellom trådene. Denne vil være minimal i og med at de er strukket og avspent i parallell. Ved bruk av dobbel kontakttråd er det ikke nødvendig med strømstiger for lengder kortere enn 200 m. Et naturlig sted for strømbru, er ved et utliggerpar.

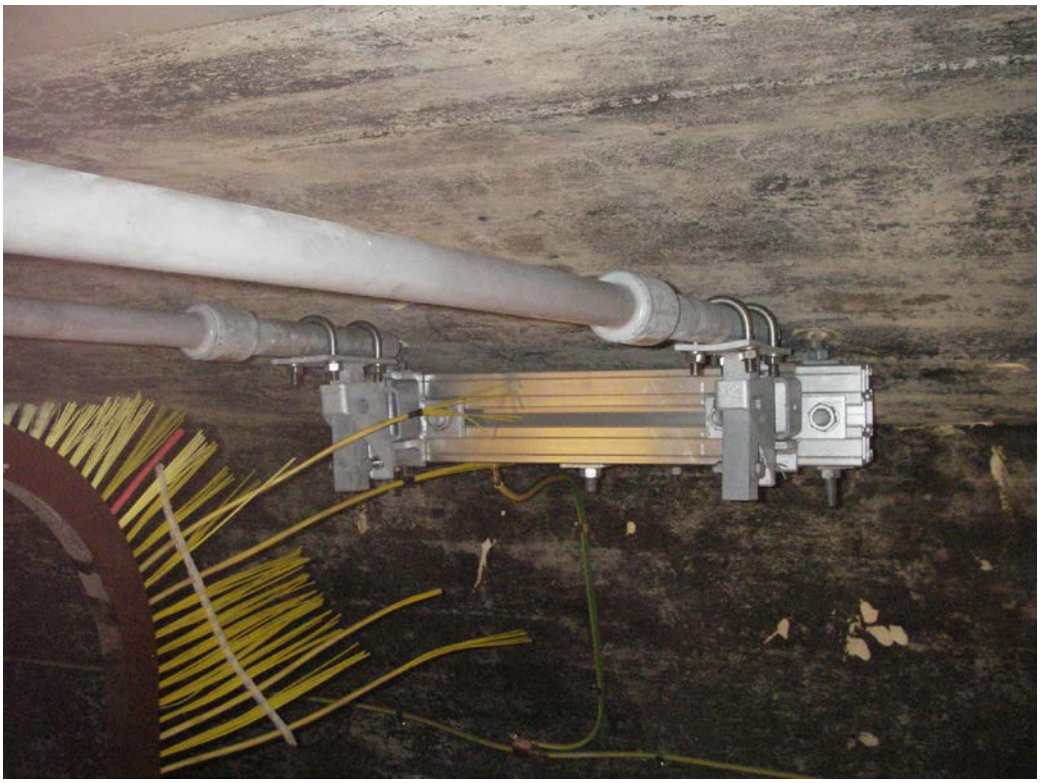
2.4 TAKFESTER FOR HENGEMAST

Takfester for hengemast skal utføres med 4 stk. Ø 16 mm rustfrie (syrefaste) helgjengede bolter som injiseres fast i betongen med to komponent masse.

Før boring må man forsikre seg om at broen eller taket ikke svekkes ved boring i armeringen og at tillatelse foreligger fra eier. Fjellboltene er gyst fast med lim fra Hilti som har betegnelsen 20 Hit-Hy 150/330/2 Pre (315959)

Utførelse og fabrikat for innfestingsmetode kan være fra Würth, Hilti eller lignende.

Bildet under viser bruk av universaltravers som erstatning for hengemast hvor boltene er gyst fast med tokomponent lim av fabrikat Hilti.



2.5 TILLEGGSISOLASJON

Godkjent tilleggsisolasjon (Regelverk JD541 vedlegg 4d) kan benyttes sammen med løsning for dobbel kontakttråd.

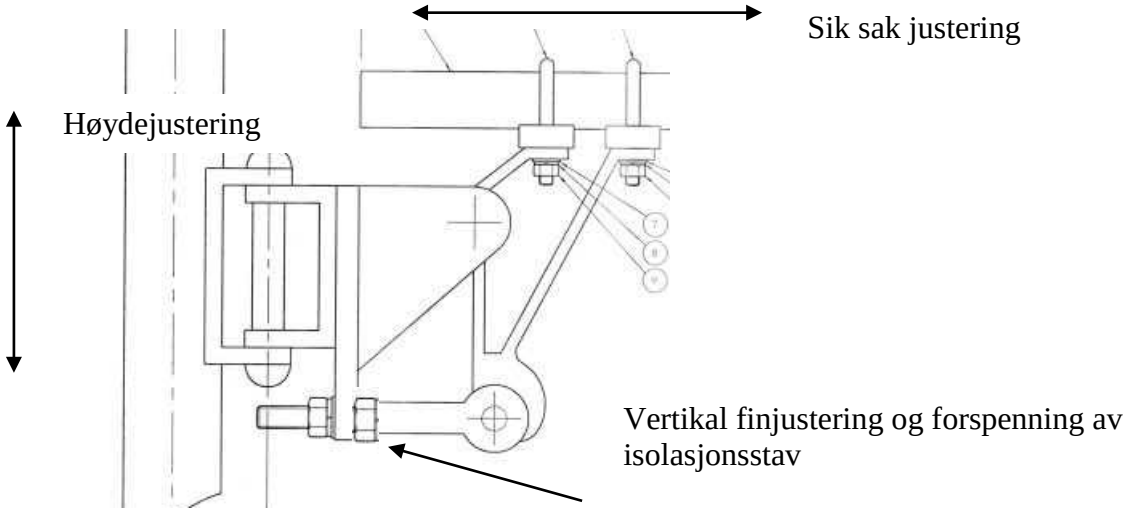


Bildet viser bruk av tilleggsisolasjon for utliggeren.

2.6 KONSOLLER

Konsoller utført etter prinsippet i figur 4 kan monteres på korte hengemaster av kanaljern 100 med fotplate. Dermed kan hakebolter benyttes direkte og det er mulig å grovinnstille høyde med konsollen. Finjustering av kontakttrådhøyde skjer på stillskrue på holderen for utligger. Den fullisolerte utliggeren grovinstilles parallelt med skinneoverkant og strømavtakeren settes under med høyt trykk for å kontrollere isolasjonsavstander og oppløft. Stykkliste montasjemål og justering vil fremkomme på tegning av utliggeren når konsollens endelige utforming er bestemt.

Figur 4 viser prinsipp for konsollen og justeringsmulighetene.



Figur 4. Konsoll og holder for utligger



Konsoller og feste er gjort med denne utførelse i tunnel ved Oslo S, uten hakebolter etc.

2.7 STREKK I KONTAKTTRÅD OG BÆRELINE

Strekkfordelingen skal være 1 : 1 og minimum 720 kg i både kontakttråd og bæreline. Det gjøres ingen endringer i strekket på kontakttråd og bæreline og derfor skulle det ikke oppstå behov for justering av hengetråder og vippe etter montasje. Kontroll av hengetråder og vippe foretas i alle tilfelle for å korrigere eventuelt sig etter innskjøtingen.

2.8 SEKSJONERING OG SEKSJONSISOLATOR

Det er mulig å bygge seksjonsfelt med dobbelt kontakttråd, men det bør unngås fordi selve vekslingen kan bli hastighetsbegrensende. Ideen med dobbel kontakttråd er å øke kontakttrådhøyden og da har man normalt ikke plass til å løfte kontakttråden for å lage vekslingsfelt / seksjonsfelt.

Bruk av seksjonsisolator ved dobbelt kontakttråd vil gi problemer på grunn av at man ikke har bæring på Si`en fra bærelinen og at man låser de to kontakttrådene i isolatoren. En godkjent løsning på bruk av Si med dobbelt kontakttråd er ennå ikke utprøvd, men finnes på markedet men da med bæreline for støtte og gjerne for likestrøm.

2.9 BRYTERTILKOBLINGER

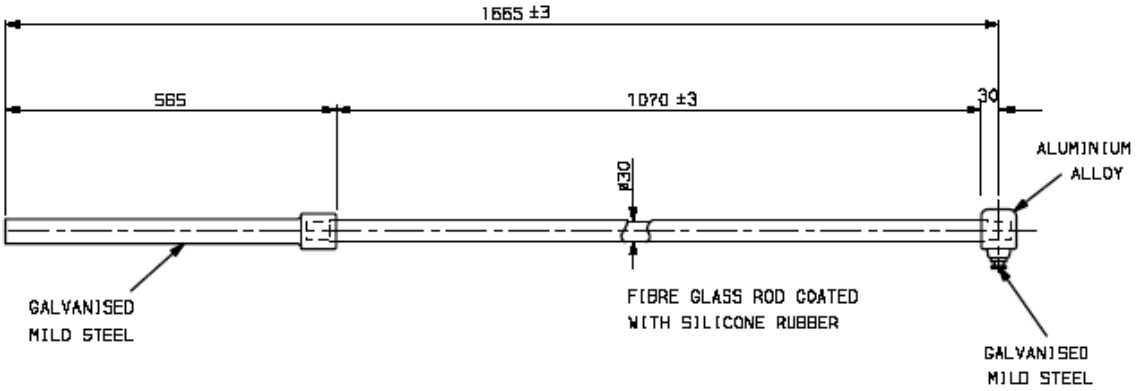
Ved tilkobling av bryterledninger skal det sørges for tilkobling til begge trådene på samme sted i nærheten av en utligger. Dette krever at man setter inn en bæring av bryterlinen for å ta av vekt fra denne.

Den tekniske løsningen for tilkobling av bryterliner må tilpasses hvert enkelt sted.

3 PRINSIPIELT UTSEENDE AV FULLISOLERT UTLIGGER

Type uligger som benyttes for løsning med dobbelt kontakttråd skal godkjennes spesielt. Figur 5 og figur 6 viser 2 varianter av fullisolert utligger.

Alt. 1 Fullisolert utligger fra Trench



Figur 5: Fullisolert utligger. Variant fra Trench i England.

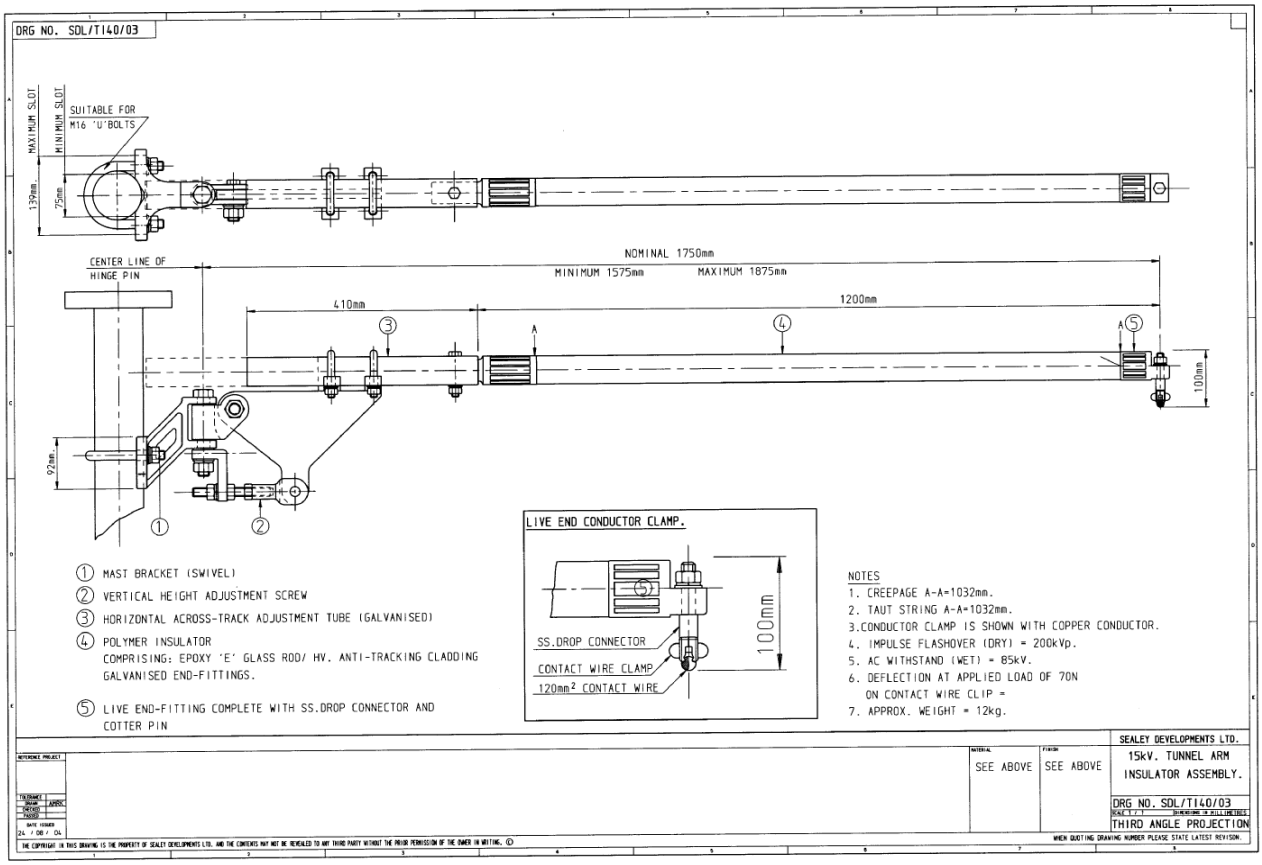
Spesifikasjon for kontakttrådklemme til denne utliggeren:

Pos	Artikkelnr	Benevning	Best antall	Pris	Rab%
01	78.107.001-01	CONTACT WIRE CLAMP CODE:07.37207.00-CAT.774/266	200	85,00	Nto

Levert i dette tilfelle fra Cariboni representert av EB Elektro AS i Hokksund.

Løsning med denne fullisolerte utligger fra Trench er godkjent.

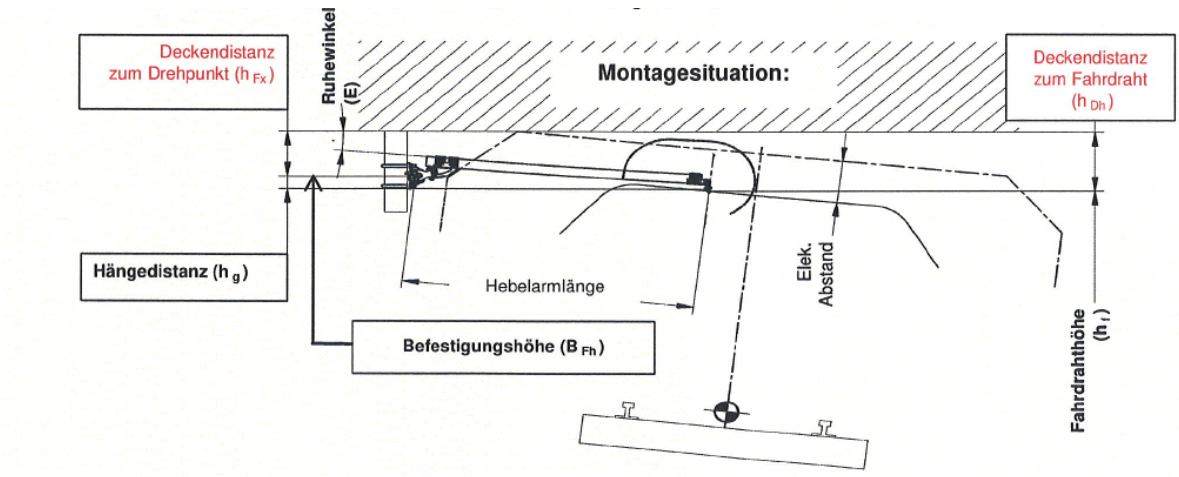
Alt. 2 Fullisolert utligger fra Henley



Figur 6: Fullisolert utligger. Variant fra Henley. Prototyp på løsningen finnes ikke, men den kan bygge enda et par cm lavere på grunn av utførelsen i enden der kontakttrådklemmen sitter.

Denne utliggeren er foreløpig ikke godkjent.

Alt. 3 Utliggerløsning fra Kummler og Matter



Figur 7. Forslag fra Kummler og Matter. Anlegget er under utprøving i Sveits. Forhandler O.J.Dahl i Oslo.

Denne utliggeren er foreløpig ikke godkjent.

TRENCH

VAT REGISTRATION NUMBER 746 9643 84

Invoice No. 43

INVOICE TO:

JERNBANEVERKET INFRASTRUKTUR
FIRSYNINGSAVDELINGEN
BOKS 1162
SENTRUM, 0107
NORWAY

Your Order No.	Tax Point	Our Order No.	Customer Number
5020440/50180	23-Nov-04	206436	JER201

QTY		Value (Excl. of VAT) £	VAT Rate %	VAT Value £
70	BRIDGE ARM 121/272/1 GRP507	8,680.00		
	Bank details:-	Sub Totals	8,680.00	- 0.00
	Bank: Barclays Bank PLC Branch: Durham Sort Code: 20 27 41 Account No. 90744646	Total	8,680.00	- 0.00

TRENCH (UK) LIMITED

South Drive, Hebburn
Tyne & Wear, NE31 1UW, England
Telephone: (0191) 483 4711
Fax: (0191) 430 0633
Web Site: www.trenchgroup.com

Registered Office: South Drive, Hebburn, Tyne & Wear, NE31 1UW, England
Company Number: 3803568
Registered in: England

TR02/A

Eksempel på bestillingsdata for fullisolert isolator fra Trench.

4 OVERHEAD EQIPMENT SPEED ANALYSIS

4.1 Analyser og egne beregninger for dobbeltråd

Dette dokumentet er opprinnelig skrevet for utenlandske forhold. Skrift med rødt er ført inn for beskrevet system som kan benyttes i Norge.

To analysis the characteristics of the pantograph contact wire interface requires the use of sophisticated computer programs. This is particularly so when the support medium incorporates a spring. However some measure of the critical speed can be established by static analysis. This analysis will be limited as the pantograph parameters are not known and would over complicate the calculation for the degree of accuracy involved. Therefore an ideal or zero impedance pantograph is assumed.

Given parameters: -

Single contact wire supported by glass fibre tunnel arms

Span length	13 M JBV 8 m
Contact wire	120 mm^2 Copper Silver Alloy 100 mm2
Mass of contact wire	1.1 Kg/m 0,985 kg/m
Contact wire tension	13 kN 7,1 kN
Spring rate of support arm	3300 N/m
Pantograph contact force	70 N 55 N

Analysis

Contact wire wave speed

As the contact wire as little of no damping as the pantograph approaches the contact wire wave speed (c) uplift would become drastic. Further the bow wave

First establish the wave speed of the contact wire

Wave velocity $c = \sqrt{T/W}$

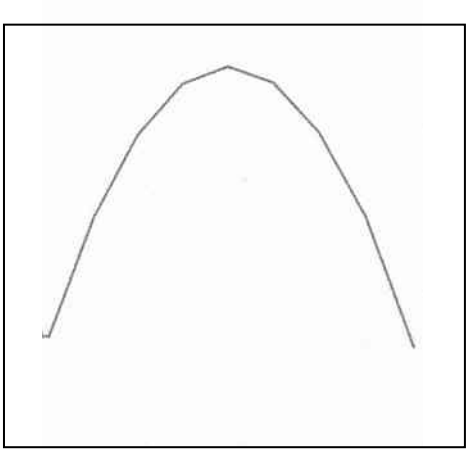
$c = \sqrt{13000/1.1}$ sqr 7100/0,985=84,9 m/s

c = 108.7 m/s (390km/h) 235,6 km/h

As this speed is considerably above the speeds being considered ignore bow wave

System stiffness

The stiffness or vertical elasticity of the system depends on tension, mass, support stiffness and pantograph contact force.



The elasticity for a single wire system will be in the order of 200 to 400 mm per kN through the span

Typical vertical elasticity graph

The critical speed for an ideal pantograph will be in the order of 150 km/h which should be reduced by 10 to 20% giving a critical speed in the range of 120 to 140 km/h

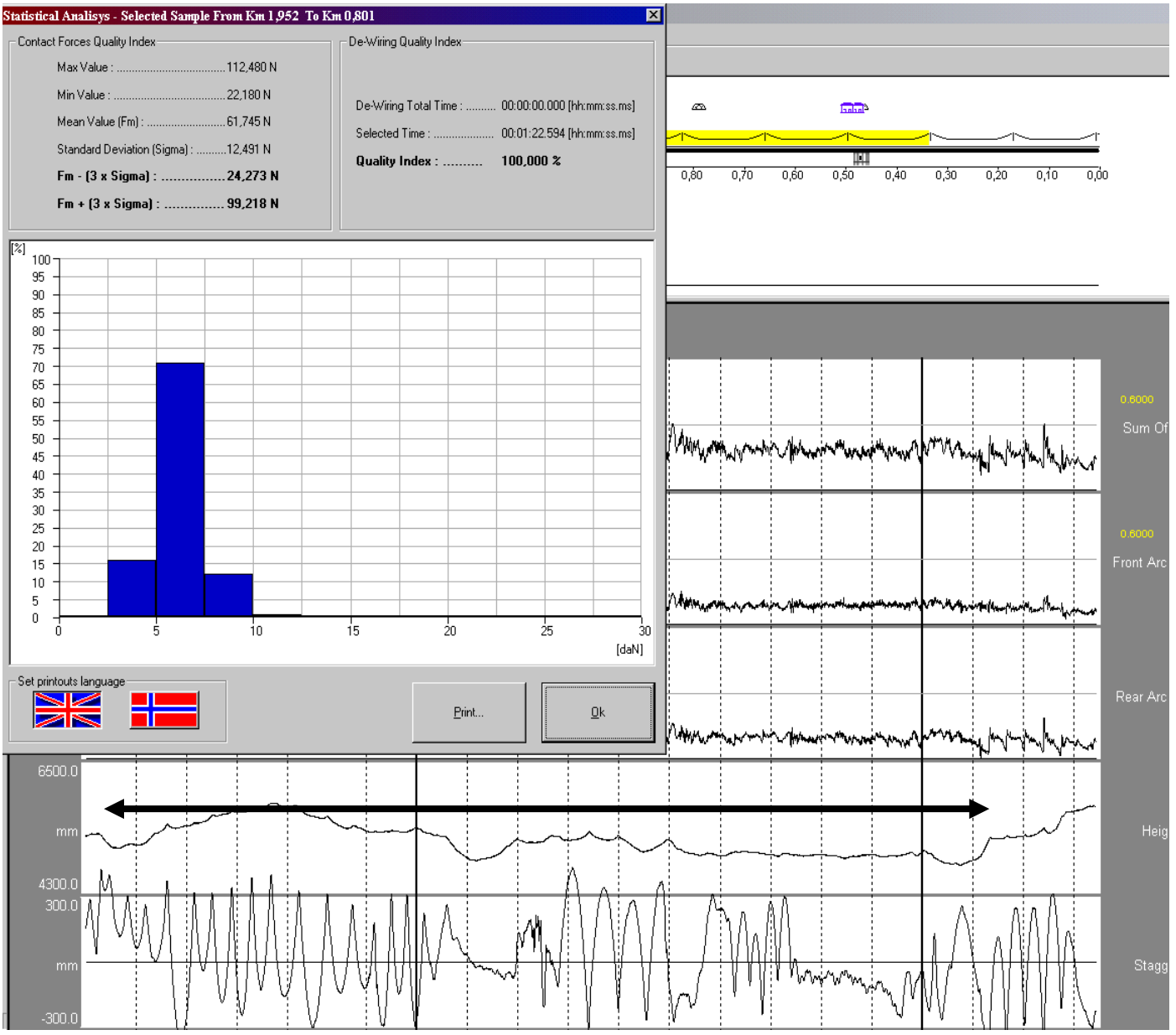
Ut fra beregninger på vårt anlegg (resultater gitt i tabell under) ser det ut til at vår estimerte hastighet på 60 km/h er innefor grensene for en enkel KT.

Vi har derimot tenkt dobbel KT ***og dette valget gjenstår å verifisere ytterligere, men det bør komme bedre ut siden elastisiteten er jevnere.***

Beregnede verdier etter formlene i tabellen under. (se også 2.1)

Fjærkraft i isolator		Strømavtakertrykk		
3300 N/m		55N		
Spennlengde i m	Kontakttråd tverrsnitt	Vekt/m i kg	Strekk i Kt i N	Maksimal tog-hastighet i km/h
8 10 12	100 100 100	0,985 0,985 0,985	7100 10000 13000	
Bølgehastighet	85		m/s	
For 7100 N	236		km/h	***60***
Bølgehastighet	101		m/s	
For 10000 N	280		km/h	***80***
Bølgehastighet	115		m/s	
For 13000 N	319		km/h	***100***

4.2 MÅLEVOGNRESULTATER OG OPPSUMMERING AV DISSE



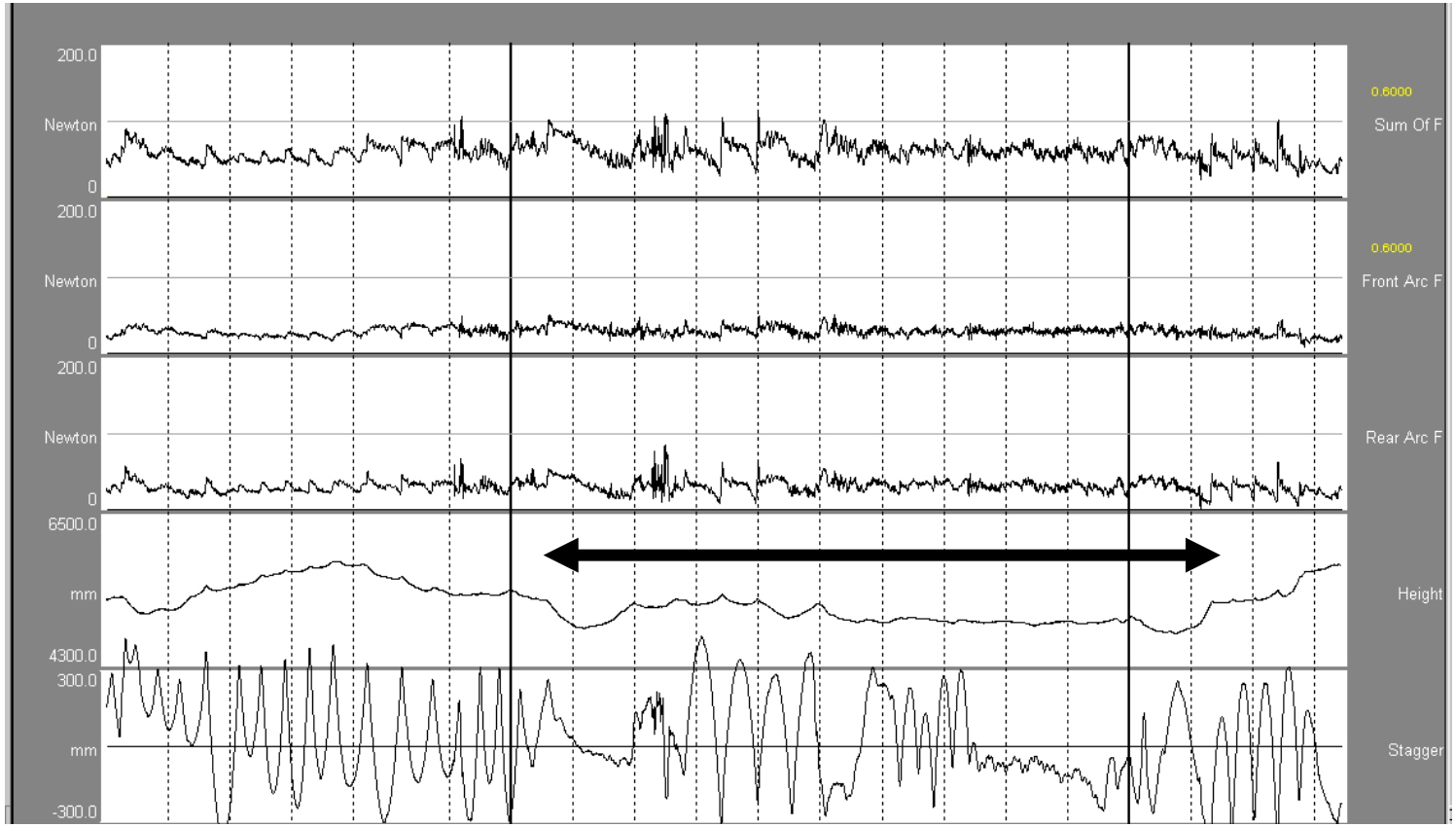
Pilen viser statistisk område ved ombygget anlegg fra normalsystem 35 til dobbeltråd.
Kreftene viser akseptable nivåer ved 60 km/h.
Slitasje over tid er ennå ikke utprøvd.

Tabellen gir kraftfordelingen under en måling

Maksimal verdi	**112,48 N**
Middelverdi	**61,75 N**
Minimumsverdi	**22,18 N**
Standardavvik	**12,49 N**

4.2.1 KONKLUSJON FOR KREFTER I ANLEGGET

Verdiene er innenfor toleransene.



Angivelse av strekningen som er ombygget med dobbeltråd.

5 HOVEDKONKLUSJON

Prosjektet med dobbeltråd for de to etterliggende tunnelene på spor Ski – Oslo viser at følgende er oppnådd:

- Forventet kontakttrådhøyde er oppnådd til minimum 4,90 m og kravet var minimum 4,85 m
- Dynamikken viser at kreftene mellom strømavtaker og kontaktledning ikke overstiger maksimalverdiene på 150 N, men oppnår en maksimalverdi på ca. 112 N.
- Byggingen er foretatt med lokale interne krefter under et minimum med administrasjon.
- Kunnskapsnivået til de involverte har bidratt sterkt til et godt resultat og denne type anlegg er dermed mulig å etablere hvor som helst i landet.
- Kostnadene ligger på rundt 700.000 for 200 m tunnel og 300 m ombygget fri linje (1,4 mill./km). Kun utført på nattarbeid med snitt disponering på 4 timer.
- Ytterligere undersøkelser med hensyn på langtidsslitasje av tråd må foretas.
- Det bør bygges et anlegg for 100 km/h for å vinne landsdekkende løsninger for en større del av tunnelene.
- Med de korte spennlengdene, mellom 8 og 12 meter, gjelder hastighetene også for multippelkjøring.