



Kostnadsoverslag
elektrifisering
Trondheim - Steinkjer
og
Meråkerbanen

NSB Bane
Ingeniørtjenesten

Oppdragsgiver: **NSB Baneregion Nord, Teknisk kontor**

Prosjektansvarlig: Johan A. Wikander

Prosjekt: Hovedplan elektrifisering Trondheim - Steinkjer og Hell - Storlien

Rapport nr.:

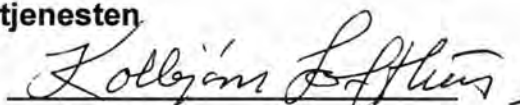
Dato: 27.04.1995

Rapporten omhandler (stikkord):

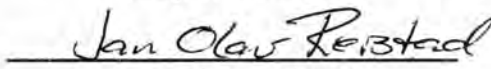
Kostnadsoverslag på hovedplannivå, dvs. $\pm 20\%$ for elektroanlegg i forbindelse med elektrifisering av strekningen Trondheim - Steinkjer og Hell - Storlien

For NSB Bane, Ingeniørtjenesten

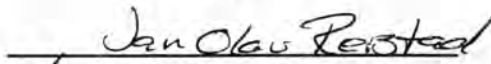
Prosjektansvarlig:


Kolbjørn Lofthus

Prosjektleder:


Jan Olav Reistad

Rapport utarbeidet av:


for Vidar Martiniussen

Dato for siste revisjon: 05.03.95

Revisjon nr.: 1

Antall sider: 106

Dokumentkontrollside

Oppdragsgiver: NSB Baneregion Nord, Teknsik kontor							
Prosjektbeskr.: Hovedplan for elektrifisering Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen.							
Prosjektnr.: 194043							
Dokumenttittel: Kostnadsoverslag						Dokument nr.:	
Utarbeidet av : Vidar Martiniussen						Sign <i>VM</i>	
Skal kontrolleres av:	Kontrolltype	Rev. 0		Rev. 1		Rev. 2	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
K. Lofthus	Helhetsvurdering	12.12	FN	6.3.95	KL		
K. Lofthus	Språk	"	FN	6.3.95	KL		
K. Lofthus	Logisk oppbygging /disposisjon	"	"	6.3.95	KL		
K. Lofthus	Teknisk: - Matestasjoner	"	"	6.3.95	KL		
K. Lofthus	- Kontaktledning	"	"	- " -	KL		
K. Lofthus	- Fjernkontroll	"	"	- " -	KL		
J. Westersjø	- Signal- og sikringsanlegg	12/12-94	Foll				
B. Halvorsen	- Teleanlegg	12/12-94	BH				
K. Lofthus	Tverrfaglig	12.12	FN	6.3.	KL		
K. Lofthus	Presentasjonsform	"	"	6.3	KL		
K. Lofthus	Kopieringen er kontrollert(sign original)	"	"	6.3	KL		
Generelle kommentarer:							
Dokument godkjent for utsendelse		Dato 12.12		Sign. FN			

FORORD BESKRIVELSE/FORUTSETNINGER

Dette kostnadsoverslaget omhandler elektrifisering på Nordlandsbanen strekningen Trondheim - Steinkjer og Hell - Storlien. I kostnadsoverslaget er alle elektroanlegg som en utbygging vil omfatte samt kostnader for profilutbedringer pga. elektrifiseringen tatt med. Det er for hvert fagområde tatt en vurdering av, og en forutsetning for hvilken teknisk løsning er aktuell og som er valgt å bli omtalt. Denne løsning er så beskrevet og kostnadsberegnet med en nøyaktighet på +/- 20%.

Elektrifiseringen er kostnadsberegnet fra hovedinnkjøringsignal Leangen stasjon nord til hovedinnkjøringsignal Steinkjer stasjon nord og Meråkerbanen fra Hell stasjon til Riksgrensen.

I tillegg til hovedstrekningen er elektrifisering av sidespor til Fiborgtangen papirfabrikk og elektrifisering av sidespor til Kopperå gruver samt buttspor inn til stasjoneringssted for ledningsavdelingen kostnadsberegnet.

Kostnadsoverslaget er utført som et prosjektoppdrag av NSB Bane Ingeniørtjenesten på oppdrag fra NSB Baneregion Nord Teknisk kontor.

Utarbeidelsen er utført i samarbeid med oppdragsgiver.

Oppdragsgivers prosjektleder: **Johan Anton Wikander**
Oppdragsgivers prosjektmedarbeider: **Nina Svendsen**

Følgende personer fra NSB Bane Ingeniørtjenesten har deltatt i prosjektet:

Kolbjørn Lofthus	Prosjektansvarlig
Vidar Martiniussen	Prosjektleder
AnneLill S. Madsen	Prosjektsekretær
Kari N. Pedersen	Teknisk tegner
Frøde Johnsen	Delprosjektleder, elektro sterkstrøm, strømforsyning
Trond J. M. Føllesdal	Aktivitetsansvarlig, fjernkontroll
Jan Olav Reistad	Aktivitetsansvarlig, kontaktledningsanlegg, prosjektleder
Frank O. Holter	Delprosjektleder, signalanlegg
Lars J. Andresen	Delprosjektleder, aktivitetsansvarlig, signalanlegg
Jostein Westersjø	Kvalitetssikring, signalanlegg
Øyvind Herland	Prosjektmedarbeider, signalanlegg
Eva Hauknes	Prosjektmedarbeider, signalanlegg
Sverre B. O. Eriksen	Prosjektmedarbeider, signalanlegg
Eivind Skorstad	Aktivitetsansvarlig, teleanlegg
Knut Bergem	Kvalitetssikring, teleanlegg
Kjell Hoff	Prosjektmedarbeider, stasjoneringssted
Oddmund Jorde	Mekaniske beregninger kontaktledningsmast

INNHOLDSFORTEGNELSE

0 SAMMENDRAG	5
1. INNLEDNING	7
2.PROFILVURDERING	9
2.1 BESKRIVELSE/FORUTSETNINGER	9
2.2 SAMMENDRAG	9
2.3 TILTAK	9
2.4 KOSTNAD	10
2.5 GENERELT	10
2.5.1 Tunneler	10
2.5.2 Fjellskjæringer	10
2.5.3 Overgangsbruer	10
2.5.4 Kravet til fri høyde over sporet	11
2.6 GENERELLE BEMERKNINGER TIL TILTAK	12
2.7 KOSTNADER	13
2.8 JERNBANEBRUER	13
3 KAPASITETSFORBEDRENDE TILTAK PÅ MERÅKERBANEN	14
3.1 OPPGRADERING AV OVERBYGNINGSKLASSEN	14
3.2 UTBEDRING AV STASJONER	14
4 MATESTASJONER	15
4.1 BESKRIVELSE/FORUTSETNINGER	15
4.1.1 Teknisk beskrivelse	16
4.1.2 Kostnader	20
4.2 LØSNING	27
4.2.1 Trondheim - Steinkjer	27
4.2.2 Trondheim - Storlien (Meråkerbanen)	28
4.2.3 Trondheim - Steinkjer - Storlien	29
5 KONTAKTLEDNING	30
5.1 BESKRIVELSE/FORUTSETNINGER	30
5.1.1 Teknisk beskrivelse	31
5.1.2 Kostnader	33
5.2 LØSNINGER	38
5.2.1 Trondheim - Steinkjer	38
5.2.2 Trondheim - Storlien (Meråkerbanen)	40
5.2.3 Trondheim - Steinkjer - Storlien	43
5.2 SAMMENDRAG AV KOSTNADENE FOR KONTAKLEDNINGSANLEGG	45
6 FJERNKONTROLL	46
6.1 BESKRIVELSE/FORUTSETNINGER	46
6.1.1 Beskrivelse	46
6.1.2 Krav til systemet	49
6.1.2.1 Fleksibilitet	49
6.1.2.2 Vedlikeholdsbehov	49
6.1.2.3 Reparerbarhet	49
6.1.2.4 Reservekraft	49
6.1.3 Ledig kapasitet på hovedmaskinen i Elkraftsentralen Fron	50
6.1.4 Forutsetninger	50
6.1.5 Kostnadsoverslag	51
6.1.5.1 Omformerstasjon/transformatorstasjon	51
6.1.5.2 Subunderstasjoner	52

6.1.6 Levetid	52
6.2 LØSNINGER	53
6.2.1 Trondheim - Steinkjer	53
6.2.2 Trondheim - Storlien	54
6.2.3 Trondheim - Steinkjer - Storlien	54
6.2.4 Oppsummering, fjernkontroll	55
6.3 KONKLUSJON/ANBEFALING	55
7 SIGNAL	56
7.1 FORUTSETNINGER	56
7.1.1 Sikringsanlegg	57
7.1.1.1 Meråkerbanen	57
7.1.1.2 Trondheim - Steinkjer	57
7.1.2 Linjeblokk	57
7.1.2.1 Meråkerbanen	57
7.1.2.2 Trondheim - Steinkjer	57
7.1.3 ATS	58
7.1.4 CTC	58
7.2 ALTERNATIVER / KOSTNADER	59
7.2.1 Trondheim - Steinkjer	59
7.2.1.1 ATS, Trondheim - Steinkjer	59
7.2.1.2 Linjeblokk, Trondheim - Steinkjer	59
7.2.1.3 Totalt Trondheim - Steinkjer	60
7.2.2 Trondheim - Storlien	60
7.2.2.1 ATS, Trondheim - Hell	60
7.2.2.2 ATS, Lenkningsbaliser, Hell - Storlien	60
7.2.2.3 Linjeblokk, Trondheim - Hell	60
7.2.2.4 Linjeblokk, Hell - Storlien	61
7.2.2.5 Sikringsanlegg m/ATS Hell - Storlien	61
7.2.2.6 CTC, Hell - Storlien	62
7.2.2.7 Totalt Trondheim - Storlien	62
7.2.3 Trondheim - Steinkjer - Storlien	62
7.2.3.1 ATS, Trondheim - Steinkjer	62
7.2.3.2 ATS, Lenkningsbaliser, Hell - Storlien	62
7.2.3.3 LINJEBLOKK, Trondheim - Steinkjer	63
7.2.3.4 Linjeblokk, Hell - Storlien	63
7.2.3.5 Sikringsanlegg m/ATS Hell - Storlien	64
7.2.3.6 CTC, Hell - Storlien	64
7.2.3.7 Totalt Trondheim - Steinkjer - Storlien	64
8. TELE	65
8.1 BESKRIVELSE/FORUTSETNINGER	65
8.1.1. Teknisk beskrivelse/forutsetninger	65
8.1.2 Hva kostnadene dekker /ikke dekker	66
8.1.3 Presentasjon av kostnader for komponenter	67
8.2 LØSNING	68
8.2.1 Trondheim - Steinkjer	68
8.2.1.1. Alternativ 1. Uten ny telekabel i tunneler og bruer	68
8.2.1.2. Alternativ 2. Mateledningsalternativet med ny kabel i tunneler og bruer	70
8.2.2 Trondheim - Storlien	71
8.2.2.1. Alternativ 1. Uten ny telekabel i tunneler og bruer	71
8.2.2.2. Alternativ 2. Mateledning med ny telekabel i tunneler og bruer	75
8.2.3 Trondheim - Steinkjer - Storlien	75
8.2.3.1. Alternativ 1. Uten ny telekabel i tunneler og bruer	75
8.2.3.2. Alternativ 2. Mateledning med ny telekabel i tunneler og bruer	79
8.3 KONKLUSJON/ANBEFALING	80

9 VEDLIKEHOLD- OG DRIFTSUTGIFTER	81
9.1 BESKRIVELSE/FORUTSETNINGER	81
9.2 STASJONERINGSSTED	81
9.3 MATESTASJONER	83
9.3.1 Beskrivelse/forutsetninger	83
9.3.1 Løsninger	85
9.3.1.1 Trondheim - Steinkjer	85
9.3.2.2 Trondheim - Storlien	86
9.3.2.3 Trondheim - Steinkjer - Storlien	87
9.3.3 Energi-/effektkostnader	88
9.4 KONTAKTLEDNINGSANLEGGET	91
9.5 FJERNKONTROLL	92
9.5.1 Beskrivelse/forutsetninger	92
9.5.2 Løsninger	92
9.5.2.1 Trondheim - Steinkjer	92
9.5.2.2 Trondheim - Storlien	93
9.5.2.3 Trondheim - Steinkjer - Storlien	93
9.6 VEDLIKEHOLDSKOSTNADER SIGNAL	94
9.6.1 Vurdering	94
9.6.2 Kostnader	94
9.6.2.1 Trondheim - Steinkjer	94
9.6.2.2 Trondheim - Storlien	95
9.6.2.3 Trondheim - Steinkjer - Storlien	96
9.7 VEDLIKEHOLDSKOSTNADER TELE	98
9.7.1 Innledning	98
9.7.2 Vurdering	98
9.7.3 Konklusjon	98
10 SAMMENDRAG AV KOSTNADER FOR ELEKTRIFISERING	99
10.1 SAMMENDRAG AV INVESTERINGSKOSTNADENE	99
10.1.1 Elektrifisering av strekningen Trondheim - Steinkjer	99
10.1.2 Elektrifisering av strekningen Trondheim - Storlien	100
10.1.3 Elektrifisering av strekningen Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen	101
10.2 SAMMENDRAG AV DRIFT- OG VEDLIKEHOLDSKOSTNADENE	102
10.2.1 Elektrifisering av strekningen Trondheim - Steinkjer	102
10.2.2 Elektrifisering av strekningen Trondheim - Storlien	103
10.2.3 Elektrifisering av strekningen Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen	103
11 KONKLUSJON/ANBEFALING	104
LITTERATURLISTE	105
VEDLEGG	106

0 SAMMENDRAG

I dette kostnadsoverslaget er kostnadene for elektrifisering av strekningen Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen beregnet på hovedplannivå, dvs. $\pm 20\%$. De anleggene som er kostnadsberegnet matesstasjoner, kontaktledning, fjernkontroll, tele og signalanlegg. I tillegg til dette er det tatt med kostnader for profilutvidelser og utbedring av stasjoner på Meråkerbanen.

Ved å sammenholde resultatene fra simuleringene og kostnadsoverslaget vil den aktuelle løsningen bli å bygge omformerstasjoner ved Eidum, Verdal og Teveldalen. Kontaktledningsanlegget behøver kun forsterkningsledning på strekningen Verdal - Steinkjer, pga. at simuleringene viste at det var tilfredsstillende spenninger på den resterende delen av strekningen.

Ved elektrifisering kun av strekningen Trondheim - Steinkjer vil det være aktuelt med omformere ved Eidum og Verdal og forsterkningsledning fra Verdal til Steinkjer for at spenningen ikke skal underskride gitte grenser.

Dersom det kun er strekningen Trondheim - Storlien som skal elektrifiseres, må det bygges omformere ved Eidum og Teveldalen. Ved dette alternativet er det ikke nødvendig med forsterkningsledning pga. at spenningene er tilfredsstillende på hele strekningen.

Investerings- og drifts-/vedlikeholdskostnadene for de løsningene som er anbefalt er gitt i henholdsvis tabell 1 og 2.

Delanlegg	Elektrifisering Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen	Elektrifisering Trondheim - Steinkjer	Elektrifisering Trondheim - Storlien (Meråkerbanen)
Profilutvidelser	84.048''	60.906''	31.547''
Matesstasjonsanlegg	179.536''	122.218''	107.187''
Kontaktledningsanlegg	327.741''	219.413''	163.739''
Fjernkontrollanlegg	602''	462''	3.404''
Sikring- og signalanlegg	49.146''	12.100''	38.998''
Teleanlegg	11.797''	1.128''	11.095''
Stasjoneringssteder	3.465''	3.465''	3.465''
Inv. maskiner	11.850''	11.850''	11.850''
Utbedring stasjoner Meråkerbanen	36.535''		36.535''
Totale kostnader	704.720''	431.542'	407.820''

Tabell 1 Investeringskostnader elektrifisering Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen (alle tall i 1000 kr).

Delanlegg	Elektrifisering Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen	Elektrifisering Trondheim - Steinkjer	Elektrifisering Trondheim - Storlien (Meråkerbanen)
Drifts-/Energikostnader	kr. 18.988	kr. 12.468	kr. 11.753
Vedlikeholdskostnader	kr. 4.387	kr. 3.606	kr. 7.820
Totale drifts- og vedlikeholdskostnader	kr. 23.375	kr. 16.074	kr. 11.753

Tabell 2 Drifts- og vedlikeholdskostnader som følge av elektrifisering Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen (alle tall i 1000 kr).

Som tabell 1 og 2 viser vil investeringskostnadene og drifts-/vedlikeholdskostnadene for elektrifisering av strekningen Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen komme på henholdsvis 704.7 mill. kr. og 23.4 mill. kr.

1. INNLEDNING

Dette kostnadsoverslaget omhandler elektrifisering på Nordlandsbanen strekningen Trondheim - Steinkjer og Hell - Storlien. Denne strekningen er skissert i figur 1.1. I overslaget er alle elektroanlegg som en utbygging vil omfatte samt kostnader for profilutbedringer pga. elektrifiseringen tatt med, hvert kapittel i dette overslaget er delt inn etter fagområde. De ulike fagområdene er matestasjoner, kontaktledningsanlegg, fjernkontroll, signalanlegg og teleanlegg. I tillegg er kostnader til drift, vedlikehold, stasjoneringssteder og profilutvidelser beregnet. Denne kapittelinnstillingen er den naturlige ut ifra hva som tradisjonelt er blitt sett på som ulike anleggs kategorier. Kap. 2 angående profilutvidelse er et sammendrag av Hovedplan profilutvidelse Nordlandsbanen Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen, [1].

Det er for hvert kapittel tatt en vurdering av, og en forutsetning for hvilken teknisk løsning er aktuell og som er valgt å bli omtalt. Denne løsning er så beskrevet og kostnadsberegnet med en nøyaktighet på +/- 20%.

Elektrifiseringen er kostnadsberegnet fra hovedinnkjørsignal Leangen stasjon nord til hovedinnkjørsignal Steinkjer stasjon nord og Meråkerbanen fra Hell stasjon til Riksgrensen. Det er i alt 22 jernbanestasjoner på denne strekningen. De fleste er mindre stasjoner med hovedspor og ett avviksspor (totalt 2 spor) elektrifisert.

I tillegg til hovedstrekningen er elektrifisering av sidespor til Fiborgtangen papirfabrikk og elektrifisering av sidespor til Kopperå gruver samt buttspor inn til stasjoneringssted for ledningsavdelingen kostnadsberegnet.

TRONDHEIM - STEINKJER-MERÅKERBANEN

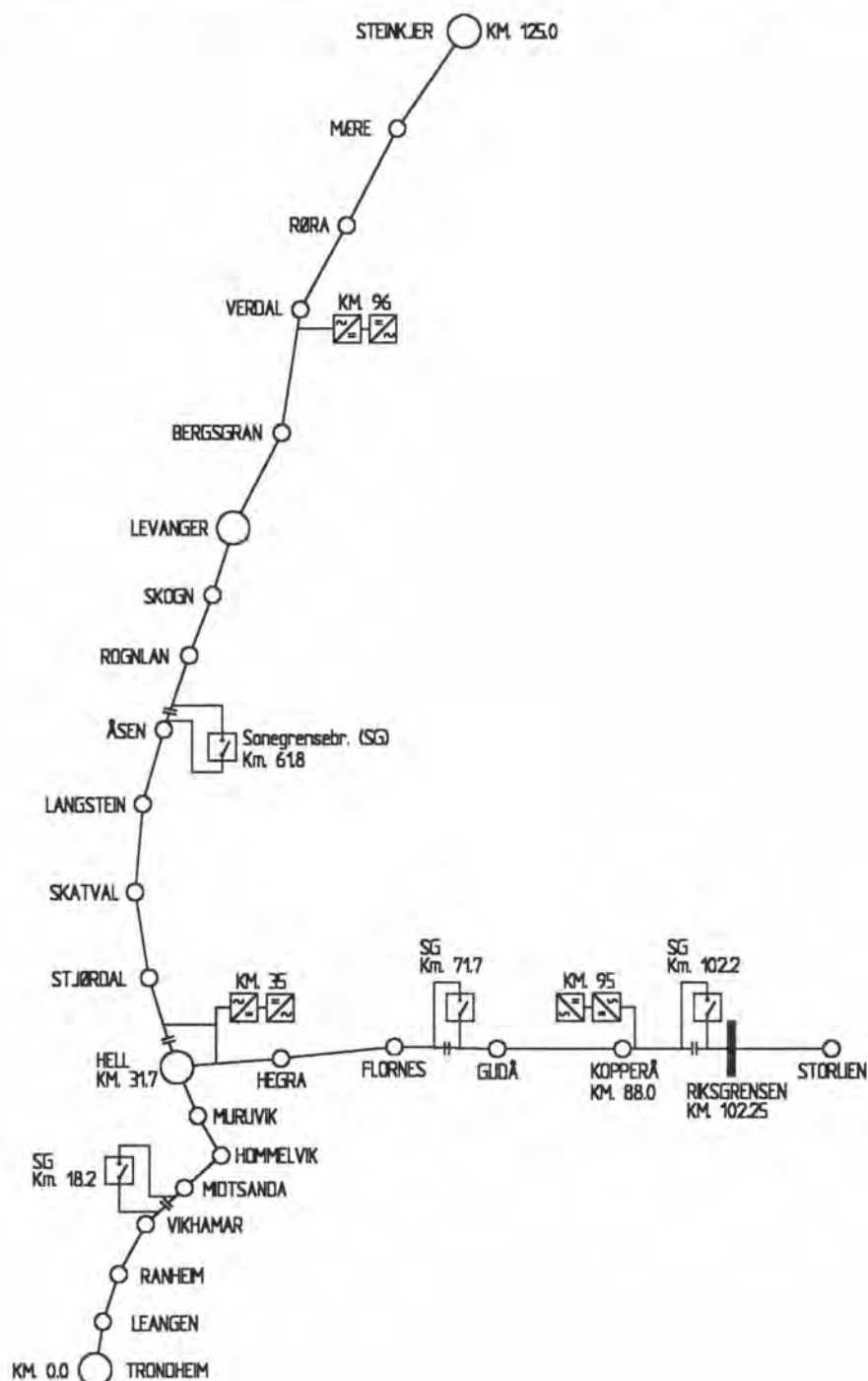


Fig. 1.1 Strekningen Trondheim - Steinkjer og Hell - Storlien

2.PROFILVURDERING

2.1 BESKRIVELSE/FORUTSETNINGER

Her omtales utførte profilvurderinger knyttet til elektrifisering av Nordlandsbanen (Trondheim - Steinkjer) og Meråkerbanen. Kapitlet er et sammendrag av den selvstendige hovedplanen Profilvurdering Nordlandsbanen (Trondheim - Steinkjer) og Meråkerbanen, [1].

Følgende har bidratt i utarbeidelsen av rapporten profilvurdering:

NSB Bane Ingeniørtjenesten har utarbeidet rapporten som omhandler samtlige overgangsbruer med kostnader og tiltak for hver enkelt.

Selmer A/S har utført profilering av alle tunnelene og enkelte skjæringer.

Svein Halvorsen har utarbeidet en egen rapport som omhandler tiltak på jernbanebruer.

Brede Nermoen har stått for kapitlet som omhandler tunneler og fjellskjæringer.

Nina Svendsen har satt krav til fri høyde under hver enkelt overgangsbru, og ellers bidratt med nødvendige opplysninger knyttet til kontaktledningsanlegget.

Ronny Nilsen har laget forsiden.

Alf Egil Aaberge og **Lise Lund** har koordinert arbeidet og utarbeidet den rapporten dette kapitlet referert til.

2.2 SAMMENDRAG

Generelle opprustingstiltak er ikke tatt med i hovedplanen for profilutvidelser, selv om dette ut fra anleggsteknisk syn ville vært praktisk, nyttig og økonomisk gunstig. For å få med seg potensialet i besparelser ved også å utføre generelle standardhevinger samtidig med anleggsarbeidene som er nødvendig for elektrifiseringen, bør dette eventuelt fremmes i en egen hovedplan.

Det er i denne hovedplanen heller ikke tatt med tiltak som er nødvendig for å kunne utnytte mulighetene elektrifisering gir med hensyn til kjørehastighet. Det tenkes da spesielt på kurveutrettinger, trasèomlegginger og ikke minst oppgradering av underbygningen.

2.3 TILTAK

På strekningene Trondheim - Steinkjer, Hell - Storlien har vi:

6	tunneler
30,845 km	fjellskjæringer
64	overgangsbruer
1	skiheis
149	jernbanebruer

Av disse må det iverksettes tiltak på følgende antall:

5	tunneler
0 km	fjellskjæringer
59	overgangsbruer
1	skiheis
10	jernbanebruer.

2.4 KOSTNAD

Kostnader knyttet til profilutvidelsen :

Trondheim - Steinkjer	:	60.905.800,-
Trondheim - Storlien	:	31.547.000,-
Trondheim - Steinkjer - Storlien	:	84.048.400,-

2.5 GENERELT

2.5.1 Tunneler

Det er lagt til grunn bruk av minste tverrsnitt A-85 og minste tverrsnitt E.

Det er også beregnet strossevolum ved utvidelse til fullt profil etter regler for nye baner. I praksis vil forskjellen som har størst økonomisk betydning bestå i at man ved å bruke profil for nye baner også må strosse veggene i tunnelene.

Profilene som er benyttet er gitt i [1].

Grunnlagsmaterialet for vurderingene er profilering av alle tunneler for hver 5. m.

Kostnader :

Det er ikke medtatt kostnader til planlegging, byggeledelse og vaktmann.

2.5.2 Fjellskjæringer

Profilen i dagens fjellskjæringer er det ikke funnet nødvendig å utvide. Det vil enkelte steder ikke være plass til kontaktledningsmast i profilet, men det antas å ville være rimeligere å tilpasse kontaktledningsanlegget til skjæringene enn motsatt.

Dette innebærer at det stedvis må benyttes kortere master montert på toppen av lave skjæringer, eller master montert ved hjelp av festebraketter oppe i veggen på større skjæringer. Det kan også være aktuelt å feste utliggerne direkte på skjæringsveggen, tilsvarende som for tunneler.

2.5.3 Overgangsbruer

Ved elektrifisering av Nordlandsbanen (Trondheim - Steinkjer) og Meråkerbanen blir de fleste overgangsbruene for lave.

Kapitlene som omfatter heving av overgangsbruer er delvis hentet fra rapporten som er utarbeidet av Ingeniørtjenesten, [1]. Det henvises til denne rapporten når det gjelder detaljerte beskrivelser av tiltak for hver enkelt bru.

I tillegg er det foretatt befaring av samtlige bruer.

2.5.4 Kravet til fri høyde over sporet

Når det gjelder kravet til fri høyde over sporet er dette satt opp spesielt for hver enkelt bru. Kravet er satt av Baneregion Nord Teknisk kontor, Seksjon strømforsyning.

Nordlandsbanen

Minste kontakttrådhøyde er satt til 5,30 m som gir en minste fri høyde på 6,10 m. Dette gjelder for rettlinjet spor og enkeltspor.

For strekninger med seksjonsfelt, vekslingsfelt eller inne på stasjoner er laveste fri høyde over sporet satt til 6,60 m.

Det er regnet med en isolasjonsavstand som kan benyttes i et matesystem for banestrømforsyning med 25 kV og 50 Hz.

Bruer bredere enn 12 m er vurdert særskilt, for å finne den riktige kontakttrådhøyden.

Overhøyden er medregnet i kravet som er satt til fri høyde over sporet for hver enkelt bru.

Det er ikke tatt hensyn til evt. manglende ballasttykkelse. Dette må undersøkes nærmere i detaljplanen

Meråkerbanen

Det er benyttet samme krav til fri høyde over sporet på Meråkerbanen som på Nordlandsbanen.

I tillegg er det tatt hensyn til følgende på Meråkerbanen:

Det er regnet med at stasjonene Kopperå og Gudå moderniseres og at det i tillegg etableres stasjoner på Hegra og Flornes.

Det er regnet med at en elektrifisering av Meråkerbanen krever at overbygnings-klassen oppgraderes fra b til c. Dette fører til et tillegg på 25 cm til kravet til minste fri høyde over sporet. Minste fri høyde over sporet blir dermed 6,35 m.

Ved en elektrifisering av Meråkerbanen er det forutsatt en hastighetsøkning til maks. hastighet 160 km/t. For den overbygningsklassen som er på dagens spor er maksimalt tillatt hastighet 100 km/t. Dette fører til at overbygningsklassen må oppgraderes fra b til c. Det vises forøvrig til "Overbygning - Regler for teknisk utforming, 1B-Te 30" kap. 1 side 3, [2].

2.6 GENERELLE BEMERKNINGER TIL TILTAK

For å oppnå tilstrekkelig høyde over sporet er følgende tiltak eller kombinasjoner av disse foreslått benyttet:

- * jekking
- * bygging av ny bru
- * senking av sporet
- (* riving av brua)

For bruer med tredekke setter NSB EI-tilsynet krav om at dekket skal være dobbelt krysslågt i en avstand på minst 2,5 m til hver side av kontaktledningen. På eksisterende overgangsbruer med tredekke er dekket krysslågt, men på enkelte av bruene er det underste laget glissent (plankene ligger med avstand. For denne type bruer som jekkes opp, kan EL-tilsynet kreve at det legges et nytt lag bord på toppen av det eksisterende.

Under er det beskrevet en del forutsetninger som er knyttet til det enkelte tiltak.

Jekking.

Ved jekking forutsettes det at tårn for understøttelse av jekkene plasseres på eksisterende fundamenter. Dette forutsetter graving ned til overkant fundament.

Bygging av ny bru.

Der det er foreslått å bygge ny bru, er det forutsatt at denne bygges med den samme standard som dagens bru. Dvs. at på bruer med aksellastbegrensning er det ikke tatt med kostnader til å øke aksellasten, unntatt der dette er spesielt beskrevet.

Riving av brua.

Det er i denne hovedplanen ikke sett på om noen av overgangsbruene kan rives. Denne problemstillingen er spesielt aktuell på Meråkerbanen hvor mange av overgangsbruene er i svært dårlig forfatning.

Det foreligger svært lite erfaringstall knyttet til kostnader vedrørende nedlegging av overgangsbruer, og et slikt arbeid ville derfor vært svært tidkrevende. For å komme fram til slike kostnader må det sees på bruken av overgangsbrua (dagens bruverdi). Rettighetshaverne til hver enkelt overgangsbru må kartlegges. I tillegg må det avklares om det er inngått avtaler med rettighetshaverne knyttet til vedlikehold eller bruken av overgangsbrua.

I en framtidig detaljplan bør denne problemstillingen vurderes nærmere.

Meråkerbanen

Mange av småbruene på denne banestrekningen ligger slik til at vegen opp til brua er bratt. Ved heving av disse bruene blir tilkomsten svært bratt. Dersom stignings-forholdet på vegen skal bli akseptabelt, må vegen mange steder legges om.

Mange av disse bruene er overgangsbruer for mindre viktige veger/stier. Med tanke på bruken av vegen/stien blir det etter vårt syn uforsvarlig dyrt å bygge om vegen. Vi har valgt å heve brua og heller akseptere en bratt tilkomstveg. Det bør vurderes om enkelte av disse bruene skal fjernes helt.

Det har også blitt vurdert å bygge samleveger for å kunne redusere antallet av disse småbruene. Etter å ha sett terrenget, mener vi det er billigere å beholde bruene enn å bygge samleveger. Mange av disse bruene fungerer i dag som gangbruer. Dersom det skal bygges samleveger til et redusert antall kryssningspunkter, vil det bli lengre å gå. Resultatet kan bli at de nye kryssningspunktene ikke benyttes, og at folk heller går over sporet.

2.7 KOSTNADER

Kostnadene er blant annet basert på erfaringstall fra andre prosjekter. Når det gjelder heving av bruer, er det utført svært få lignende operasjoner tidligere. Dette skaper nødvendigvis større usikkerhet med hensyn til kostnader enn tilfellet er ved nybygg.

For mange av bruene vil det være nødvendig med tilnærmet samme tiltak, f.eks. bruer som skal jekkes. Prisene forutsetter at flest mulig av disse bruene (generelt like bruer) sendes ut i samme anbud. Dersom disse bruene sendes ut enkeltvis, vil prisene sannsynligvis bli høyere enn kalkulert i denne rapporten.

Tilslutningsvegene til bruene som blir hevet og/eller bygd om er i hovedtrekk forutsatt bygd opp med samme normalprofil som eksisterende veg.

Den totale kostnaden for hver bru består av entreprisekostnad og planleggingskostnad, og er inklusive merverdiavgift.

Når det gjelder merverdiavgift, er det et noe komplisert regelverk. Det vil være ulike momsregler avhengig av om brua er privat eller offentlig. Da det for offentlige bruer bare legges moms på materialer og ikke arbeid, vil momsprosenten også variere sterkt avhengig av hvilke tiltak som velges for den enkelte bru. Fordi vi ikke har undersøkt eierforholdet til de enkelte bruene/vegene, velger vi å betrakte alt som offentlig med hensyn til momsberegninger. Ved bygging av nye bruer/veger, har vi regnet med 7 % merverdiavgift. Ved jekking av eksisterende bruer, er det beregnet 3 % merverdiavgift.

Alle kostnadene er i 1994 kroner.

2.8 JERNBANEBRUER

Det er ikke behov for å gjøre noe med profilet på jernbanebruene.

På de bruene som er lengre enn 45 m, er det i denne planen tatt med kostnader forbundet med å feste kontaktledningsmastene på brua.

3 KAPASITETSFORBEDRENDE TILTAK PÅ MERÅKERBANEN

3.1 OPPGRADERING AV OVERBYGNINGSKLASSEN

For den del av Nordlandsbanen (Trondheim - Steinkjer) og Meråkerbanen som skal elektrifiseres er det foretatt en vurdering omkring kapasitetsforbedrende tiltak. For Meråkerbanen er det gjort et hovedplanarbeid som omhandler oppgradering av overbygningsklassen. Det blir i dette kostnadsoverslaget bare tatt med oppsummeringen av det resultat som er gjort i vedlagt kostnadsoverslag (vedlegg 3.1) som omhandler oppgradering av overbygningsklassen. Det er viktig å påpeke at denne oppgraderingen ikke er en nødvendighet for å elektrifisere den aktuelle strekning, men oppgraderingen bør ses i sammenheng med elektrifiseringen for å få full utnyttelse av elektrifiseringen.

Det er vurdert 1 alternative måter å foreta oppgraderingen på.

Alternativ 1: Utskifting til betongsviller og 49 kg's skinner.

Totale kostnader kr. 156.693.318.-

Alternativ 2: Utskifting til 49 kg's skinner. Brukbare tresviller beholdes, forøvrig legges det inn nye tresviller.

Totale kostnader kr. 163.279.217.-

3.2 UTBEDRING AV STASJONER

På Meråkerbanen er det idag 2 stasjoner, Kopperå og Gudå, disse har begge ca. 300m. langt kryssingsspor. Da elektrifiseringen er et ledd i å øke et fremtidig kapasitetsbehov på banen, ses det som en viktig parameter at det er samsvar mellom banens fremtidige kapasitetsbehov og banens kryssingsskapasitet. Det legges derfor opp til at det opprettes totalt 4 stasjoner med en kryssingssporlengde på 1000m. hver. Det er i tillegg til Kopperå og Gudå foreslått at det opprettes stasjoner med kryssingsspor på Flornes og Hegra.

Kostnaden for oppgradering/bygging av disse stasjonene er beregnet til totalt å koste kr. 36.535.000.-.

Denne kostnad dekker det linjetekniske arbeidet. Elektroanleggene er behandlet i hvert sitt kapittel under de respektive anleggskategorier i dette kostnadsoverslaget. Det henvises forøvrig til vedlegg 3.2 som viser et oppsett over de linjetekniske kostnadene som påløper for stasjonene.

Stasjon	Kostnad
Kopperå	8.673.145
Gudå	6.688.825
Flornes	11.462.425
Hegra	9.710.025
Totale linjetekniske kostnader for stasjoner på Meråkerbanen	36.534.420

Tabell 3.1 Kostnader forbundet med utbedring av stasjoner på Meråkerbanen.

4 MATESTASJONER

4.1 BESKRIVELSE/FORUTSETNINGER

Det forutsettes matesystem ved bruk av 15 kV, 16 2/3 Hz, 1-fasesystem.

Matestasjonsløsningen inneholder to hovedalternativer. Den ene løsningen bygger på bruk av flere mindre omformerstasjoner, mens den andre bygger på en stor sentralisert omformerstasjon med høyspenningsoverføring av 16 2/3 Hz-effekt til transformatorstasjoner ved andre nødvendige innmatningspunkt.

Kostnadsoverslaget for matestasjoner er utarbeidet på bakgrunn av innhentede budsjettpriser fra ABB og SIEMENS, innhentede priser fra Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk samt erfaringstall fra tidligere anlegg. For anlegg som ikke tidligere er bygd er detaljpriser innhentet. Ved innhenting av budsjettpriser fra aktuelle leverandører har vi erfaring med at pris ved bestilling ofte ligger over gitt budsjettpris. Det er det ikke tatt hensyn til dette i kostnadsoverslaget.

Kostnadene forutsetter at hovedleveransen med statiske omformerstasjoner og transformatorstasjoner blir gitt til en leverandør.

Plassering av innmatningspunkt og effektbehov for matestasjonene bygger på simuleringer utført ved hjelp av programmet VISION, [3]. Programmet tar utgangspunkt i innlagt infrastruktur, valgt togmateriell, togenes hastighetsprofil og gitte fremtidige ruteplaner. Ut fra innlagte data beregnes effektbehov, spenningsprofil og energi behov. Det er forutsatt at det finnes matestasjoner på Stavne (km. -2) og Duved på svensk side (km. 154 langs Meråkerbanen), og disse matestasjonene er derfor ikke tatt med i kostnadsberegningene.

Simuleringsresultatene gav innmatningspunkter for omformerstasjonsalternativet på Eidum (km. 35), Teveldalen (km. 95 på Meråkerbanen) og Verdal (km. 96). Utkast til plassering av omformerstasjonene er gitt i vedlegg 4.1 - 4.3. Plassering omformerstasjonene på Eidum og Verdal er også valgt med tanke på at enkel og sikker høyspenningstilknytning er tilstedet der. For mateledningsalternativet ble innmatningspunktene Eidum (km. 35), Teveldalen (km. 95 på Meråkerbanen) og Røra (km. 106).

Kostnadene for matestasjonsanlegg forutsetter en uavbrutt tilgang til sporet. Lite av arbeidet foregår ved sporet, og ekstrakostnadene vil være minimale.

Kostnadene for dødseksjon utenfor matestasjonene og ved sonegrensebryterne samt kabel inkl. endeavslutninger inn til anleggene er tatt med under kapittel 5 Kontaktledning. Kostnadene for 16 kV-matekabel fra Eidum omformerstasjon til Hell er også tatt med under kontaktledning. Kostnadene for anleggenes lokaltilpassing av fjernkontrollanleggene er tatt med under matestasjonsanleggene. Øvrige kostnader i forbindelse med fjernkontroll av matestasjonsanlegg og sonegrensebrytere er tatt med under kapittel 6 Fjernkontroll. Grensesnittet for fjernkontrollanlegget går i krysskoblingsskap eller lokal datamaskinutrustning. For nødfrakobling og telefon er all kabellegging utenfor matestasjonsanleggene tatt med under kapittel 8 Tele. Grensesnitt går i teleskap i matestasjonene.

4.1.1 Teknisk beskrivelse

Simuleringene gav to hovedalternativer for matestasjonsanleggene:

- Løsning med omformerstasjoner på Eidum, Teveldalen og Verdal. Omformerstasjonene på Eidum og Teveldalen skal være på 2 X 6 MVA, mens omformerstasjonen på Verdal skal være på 2 X 12 MVA.
- I løsning med mateledning og transformatorstasjoner skal det være en omformerstasjon på 3 X 12 MVA på Eidum. Omformerstasjonen skal inkludere en 25 MVA 1-fase transformator med omsetningsforhold 16/66 kV som skal kobles mot 15 kV-hovedsamleskinnen. Mateledning skal gå i begge retninger fra omformerstasjonen til henholdsvis Røra og Teveldalen. Ved mateledningens endepunkt skal det installeres transformatorstasjoner på 16 MVA som transformerer ned spenningen til 16 kV før effekten mates ut på kontaktledningen igjen.
- Det er ikke vurdert bruk av kondensatorbatterier.

For de kostnadene som er beregnet er følgende tekniske løsninger forutsatt:

Omformerstasjoner:

- Det er forutsatt bruk av statiske omformerstasjoner. Statisk omformer er med dagens teknologi billigere, gir mindre vedlikehold, gir mindre effekttap og regulerer effekt og spenning bedre enn roterende omformerstasjoner. En ulempe med statiske omformerstasjoner er at de genererer mer overharmoniske spenninger og strømmer både til 1-fase- og 3-fasenettet.
- Som 3-fase høyspenningstilførsel benyttes 66 kV på Verdal og Eidum, mens 132 kV benyttes i Teveldalen. Det bygges egen utgående effektbryter for NSB fra nærmeste aktuelle transformatorstasjon. Koblingsanlegg for høyspenningstilførsel er antatt bygd som utendørsanlegg. Reservetilførsel er ikke vurdert.
- Følgende kortslutningsytelser er oppgitt av Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk (verdiene medfører ikke spesielle tiltak for filterutrustningen):

	Min.(MVA)	Maks.(MVA)
Verdal (66kV)	680	1580
Eidum (66kV)	530	1040
Tevla (132kV)	560	1000

- Omformerstasjonen tekniske standard bygger på dagens krav til tilgjengelighet. Dette innebærer bl.a at omformerstasjonene består av to separate omformerenheter.
- Bygning av klasse 1 for omformerstasjoner etter NVE's "Retningslinjer for sikring av kraftforsyningsanlegg", [4]. Bygning av fjellanlegg er ikke vurdert. Nedgradering av omformerstasjonene til klasse 2-anlegg vil ha liten betydning for total kostnadene. Hovedforskjellen på klasse 1 og klasse 2-anlegg er idag at klasse 1-anlegg skal for utvendige vegger gis en sidedekning av enten fjell, eksisterende eller tilfylt masse i en høyde som tilsvarer topp omformeranlegg, og tykkelse på minst 1,5 m ved toppen. Det antas at reduksjonen i kostnadene vil være i størrelsesorden 5% av kostnadene for selve bygget. Dette resulterer i at den totale reduksjonen i kostnadene for omformerstasjonene vil variere fra ca. 300.000.- til 600.000.- avhengig av byggets størrelse.
- Utgående linjeutrustning er antatt av samme konsept som ved dagens omformerstasjoner. Det medfører bl.a.:
 - Et reservefelt
 - Prøvemotstand og prøvebryter for hvert utgående linjefelt

Tevla og Verdal bygges med to utgående linjer, mens Eidum bygges med tre.

- Det er benyttet en egen utgående linjeavgang fra Eidum omformerstasjon nordover mot Verdal. Linjeavgangen er koblet til en 3,5 km lang kabelforbindelse som i andre enden er tilknyttet kontaktledningsanlegget ved Hell. Det må anordnes dødseksjon ved krysningspunktet ved Hell. Løsningen medfører en enklere nødfrakoblingssøyeordning, bedre selektivitetsutnyttelse av sonegrensebryterne og redusert problem med dårlig selektivitet mellom forskjellige linjers distansevern (f.eks. vil distansevernet i Stavne ved sammenkoblet knutepunktet ved Hell se ulik impedans til Eidum og Verdal).
- I omformerstasjonen er følgende inkl.:
 - Brannvarslingsanlegg
 - Brannslukningsanlegg
 - Nødfrakoblingsutstyr for stasjonen
 - Kontrollrom, verksted, oljebu, toalett, dusj, kjøkkenkrok
 - Fjernkontrolltilpasning
 - Redundans i 110 V-forsyningen
 - Opplæring
 - Dokumentasjon
 - FAT, SAT og 1/2 års prøvedrift
 - Reservedeler
 - Vedlikeholds- og feilrettingsutstyr
- Oljeoppsamling for 1-fase og 3-fase hovedtransformatorer er inkludert.
- For mer informasjon om hva som ligger i budsjettprisene for omformerstasjonene se brev til aktuelle leverandører vedlegg 4.4. Den relativt omfattende spesifiseringen er gjort for å få noenlunde riktig detaljgrad. Tekniske løsninger er ikke vurdert i detalj.
- Levetid for omformeranleggene er vurdert til omlag 40 år.

Mateledning:

- I alternativene med mateledning er det forutsatt at mateledningen festes på kontaktledningsmastene. For at mateledningen skal kunne festes på kontaktledningsmastene må mastene være av typen H3 med en høyde på 12 meter. De ekstra kostnadene som en mateledning resulterer i pga. kraftigere master er tatt med under kostnadene for matestasjonsanlegg. Beregninger for at H3 mastene tåler ekstra belastning av mateledningen er lagt ved som vedlegg 4.5. Mateledningen må henge minst 10,5 m over skinnetopp. Dette etter FEF § 40503.1.1 punkt o. NSB har bare dispensasjon for å fremføre 15 kV-anlegg lavere en påbudt minsthøyde.
- Mateledning er fremført som 1-fase anlegg med en leder på 66 kV, og en for jord. Fremføring med jordet midtpunkt tillates ikke av NSB's stedlige tilsyn. FEF § 50201.1.2 sier at direkte jordet nett kun skal brukes i nett med spenninger over 132 kV.
- Spenning benyttet for mateledningen er 66 kV. Høyere spenning kan ikke benyttes etter Forskrifter for elektriske anlegg § 40502.4.1. Det står der bl.a. at fremføring av to ledningssett på felles masterekke må oppfylle følgende betingelser:
 - "Den høyeste nominelle spenningen ikke over 66 kV og den laveste nominelle spenningen ikke under 3 kV."
 - "Den høyeste nominelle spenningen ikke over 132 kV og den laveste nominelle spenningen ikke under 33 kV."

Grunnen til at det ikke tillates for store spenningsforskjeller på samme masterekke er hensynet til induserte spenninger.

- Toppline over mateledningen benyttes ikke p.g.a. fare for returstrøm i topplinen. Ved eventuell utførelse av prosjektet bør oppførelse av toppline de nærmeste hundre meterne fra omformerstasjon og transformatorstasjoner vurderes.

- Ved bruer med overbygg og tunneler er mateledningen forutsatt lagt i kabel. Løsning med egen masterekke kan tenkes benyttet enkelte plasser, men vil være relativt vanskelig å gjennomføre. Terrenget langs Meråkerbanen er nokså kupert og vanskelig fremkommelig, mens Nordlandsbanen fra Trondheim til Steinkjer er nokså tett befolket. Det er antatt bruk av ventilavledere/ overspenningsvern ved alle overganger mellom kabel og line. Dette bør gjøres for å unngå spenningsbølger som vil oppstå mellom kabel og line ved kortslutninger.
- Mateledningene er lagt i kabelkanal gjennom tunneler og over bruer. Kostnadene vedrørende dette er tatt med under matestasjoner der andre aktiviteter (f.eks. tele el. signal) ikke har behov for kabelkanaler.
- For strekningen Eidum - Røra er FeAl nr. 95 benyttet som mateledning. Som kabel gjennom tunneler og over bruer er det benyttet 240 mm² Al. For strekningen Eidum - Teveldalen er FeAl nr. 50 benyttet som mateledning. Som kabel gjennom tunneler og over bruer er 150 mm² Al benyttet.
- Ekstrakostnadene for arbeid nær spenningsførende anlegg, som ofte vil bli tilfellet ved vedlikehold av kontaktledningsanlegget p.g.a. spenningssatt mateledning, er ikke tatt med. Det vises til DH § 909 "Sikkerhetstiltak i forbindelse med arbeid nær ved spenningsførende anlegg".
- Levetid for mateledningen er vurdert til 50 år.

Transformatorstasjoner:

- Transformatorstasjonen ved omformerstasjonen er på 25 MVA. Ved innmatingspunktene er transformatorer på 16 MVA benyttet.
- Transformatorenheterne er ikke dublerne slik at konsekvensene ved feil på transformatorene vil være store. Krafttransformatorer er normalt meget driftsikre. Ved eventuell bygging av anlegget bør dublering og da spesielt ved omformerstasjonen vurderes nøyer.
- Transformatorstasjonene er ikke utstyrt med spenningsregulering. Dette betyr at det vil oppstå spenningsstap frem til innmatingspunktene ved belastning. På grunn av at raske endringer av effektbehovet er normalt ved jernbanedrift må en eventuell spenningsregulering skje svært raskt. Konvensjonell teknologi med trinnregulering av transformator er vanskelig gjennomførbart for så store effektmengder som vi snakker om her. Løsninger med spenningsregulering ved hjelp av kraftelektronikk er mulig.
- Koblingsanlegg for 66 kV er antatt bygd som utendørsanlegg.
- Bygning av klasse 1 for transformatorstasjoner etter NVE's "Retningslinjer for sikring av kraftforsyningsanlegg". Kostnadsbesparelsen ved å få transformatorstasjonene nedgradert til klasse 2-anlegg vil være liten da forskjellen på klasse 1 og klasse 2-anlegg idag er små.
- Utgående linjeutrustning er antatt av samme konsept som ved dagens omformerstasjoner. Det medfører bl.a.:
 - Et reservefelt
 - Prøvemotstand og prøvebryter for hvert utgående linjefelt

Tevla og Røra bygges med to utgående linjer.

- I transformatorstasjonen er følgende inkl.:
 - Brannvarslingsanlegg
 - Brannslukningsanlegg
 - Nødfrakoblingsutstyr for stasjonen
 - Kontrollrom, verksted, oljebu, toalett, dusj
 - Fjernkontrolltilpasning
 - Redundans i 110 V-forsyningen
 - Opplæring

- Dokumentasjon
 - FAT, SAT og 1/2 års prøvedrift
 - Reservedeler
 - Vedlikeholds- og feilrettingsutstyr
- Oljeoppsamlingsanlegg til hovedtransformator er inkludert.
 - Levetid for transformatorstasjonene er erfaringsmessig 40 år.

Sonegrensebryter:

- Normal NSB-løsning med sonegrensebrytere mellom omformerstasjonene er benyttet.
- Sonegrensebrytere er tenkt satt ved km.18.2 og 61.8 på Nordlandsbanen, og ved km. 71.7 og 102.2 på Meråkerbanen.
- Sonegrensebryterløsning er bygget på flyttbare kiosk-løsninger tilsvarende sonegrensebrytere kjøpt til bl.a Brumunddal og Rygge i 1992.
- Sonegrensebryterutrustningen inkludere:
 - Høyspenningsrom
 - Kontrollrom
 - Fjernkontrolltilpasning
 - Dokumentasjon
- Levetid for sonegrensebrytere er vurdert til 40 år.

Nødfrakobling:

- Det er antatt følgende 5 nødfrakoblingssløyfer på strekningen: Verdal - Steinkjer, Verdal - Eidum, Eidum - Tevla, Tevla - Storlien og Eidum - Stavne. Det bør vurderes om sløyfene Verdal - Steinkjer og Verdal - Eidum kan slås sammen, og om sløyfene Eidum - Tevla, Tevla - Storlien kan slås sammen. En sammenslåing vil kun medføre mindre kostnadsendringer.
- Kostnadene for nødfrakoblingsutstyret i matestasjonene er inkl. i matestasjonsanlegget. Kabelkostnader ligger under tele. I dette punktet inngår kun installasjon av nødfrakoblingsknapper på stasjoner.

4.1.2 Kostnader

Høyspenningstilførsel:

Kostnadene bygger på innhentede priser fra Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk. Høyspenningstilførselen har egen linjebryter for NSB fra aktuell transformatorstasjon.

Kostnadene for tilknytning av Eidum omformerstasjon til kraftnettet er satt lik kostnadene for tilknytning av Verdal omformerstasjon. Grunnen til dette er at Statnett ikke har kommet med tall for tilknytning av Eidum omformerstasjon. Når eventuelt kostnadene for Eidum foreligger og dersom disse avviker fra kostnadene som er benyttet vil kostnadsoverslaget bli endret.

Anlegg	Prisoverslag	Kommentar
Oppfølging NSB	50.000	
Tilknytningsavgift for Eidum omf.	0	
Sum kostnader eks. avgift	50.000	
Sum kostnader inkl 15.5 % investeringsavgift	57.750	

Tabell 4.1. Kostnader for 66 kV 3-fase høyspenningstilførsel til omformerstasjonen på Eidum.

Vedlegg 4.1 vises høyspenningstilknytning mellom omformerstasjon og Nord - Trøndelag Elektrisitetsverks transformatorstasjon.

Anlegg	Prisoverslag	Kommentar
Oppfølging NSB	50.000	
Tilknytning av Tevla omf.	6.000.000	
Sum kostnader eks. avgift	6.050.000	
Sum kostnader inkl 15.5 % investeringsavgift	6.987.750	

Tabell 4.2. Kostnader for 132 kV 3-fase høyspenningstilførsel til omformerstasjonen på Teveldal.

Vedlegg 4.2 vises høyspenningstilknytning mellom omformerstasjon og Nord - Trøndelag Elektrisitetsverks transformatorstasjon.

Anlegg	Prisoverslag	Kommentar
Oppfølging NSB	50.000	
Tilknytning av Verdal omf.	0	
Sum kostnader eks. avgift	50.000	
Sum kostnader inkl 15.5 % investeringsavgift	57.750	

Tabell 4.3. Kostnader 66 kV 3-fase høyspenningstilførsel til omformerstasjonen på Verdal.

I vedlegg 4.3 vises høyspenningstilknytning mellom omformerstasjon og Nord - Trøndelag Elektrisitetsverks transformatorstasjon.

Prisene for høyspenningstilførselen er totalpriser som bl.a. inkluderer prosjektering, materiell, arbeid og grunnervervelse.

Omformerstasjon eks. høyspenningstilførsel:

Prisene på omformerstasjonen bygger på budsjettpriser innhentet fra ABB og Siemens. Øvrige tall bygger på erfaringstall fra tidligere anlegg.

Anlegg	Prisoverslag	Kommentar
Tomt inkl. planering, grunnervervelse, vei, parkering, vann og kloakk.	1.500.000	
Forprosjektering, utarbeidelse av kravspesifikasjon og forhandlinger frem til kontrakt.	700.000	
Omformerstasjon 2 X 6 MVA Omformerdel: 25 mill. Stasjonsutr.: 8 mill. Bygg kl.1: 6 mill.	39.000.000	
230 V -tilførsel	60.000	
NSB's oppfølging under bygging, idriftsettelse og prøveperiode(byggeledelse)	1.200.000	
Personalkostnader ved opplæring Operatører: 10x2x8x250, ledningspers.:10x2x8x250, drifts. pers.: 6x4x8x250, teknisk ans.:3x5x8x400	176.000	
Sum kostnader eks. avgift	42.636.000	
Sum kostnader inkl 15.5 % investeringsavgift.	49.245.580	

Fjernkontroll ?
Byggeteknikk, byggeteknikk ?
Byggeteknikk, elektro ?
Prosjekt ledelse ?

Tabell 4.4 Kostnader for omformerstasjon på 2 X 6 MVA ekskl. høyspenningstilførsel

Anlegg	Prisoverslag	Kommentar
Tomt inkl. planering, grunnervervelse, vei, parkering, vann og kloakk	1.500.000	
Forprosjektering, utarbeidelse av kravspesifikasjon og forhandlinger frem til kontrakt.	700.000	
Omformerstasjon 2 X 12 MVA Omformerdelt: 40 mill. Stasjonsutr.: 8 mill. Bygg kl.1: 8 mill.	56.000.000	
230 V -tilførsel	80.000	
NSB's oppfølging under bygging, idriftsettelse og prøveperiode(byggeledelse)	1.200.000	
Personalkostnader ved opplæring Operatører: 10x2x8x250, ledningspers.:10x2x8x250, drifts. pers.: 6x4x8x250, teknisk ans.:3x5x8x400	176.000	
Sum kostnader eks. avgift	59.656.000	
Sum kostnader inkl 15.5 % investeringsavgift.	68.903.268	

Tabell 4.5 Kostnader for omformerstasjon på 2 X 12 MVA ekskl. høyspenningstilførsel

Anlegg	Prisoverslag	Kommentar
Tomt inkl. planering, grunnervervelse, vei, parkering, vann og kloakk	1.700.000	
Forprosjektering, utarbeidelse av kravspesifikasjon og forhandlinger frem til kontrakt	800.000	
Omformerstasjon 3X 12 MVA inkl. 25 MVA 16/66 kV transformator Omformerdelt: 60 mill. Stasjonsutr.: 10 mill. Transformator: 4 mill. 66 kV utrustn: 7 mill. Bygg kl.1: 12 mill.	93.000.000	
230 V -tilførsel	80.000	
NSB's oppfølging under bygging, idriftsettelse og prøveperiode(byggeledelse)	1.200.000	
Personalkostnader ved opplæring Operatører: 10x5x8x250, ledningspers.:10x5x8x250, drifts. pers.: 6x10x8x250, teknisk ans.:3x10x8x400	416.000	
Sum kostnader eks. avgift	97.196.000	
Sum kostnader inkl 15.5 % investeringsavgift.	112.261.000	

Tabell 4.6 Kostnader for omformerstasjon på 3 X 12 MVA inkl. 25 MVA 16/66 kV transformator ekskl. høyspenningstilførsel

Mateledning:

Komponent	Antall	Enhetspris	Totalpris	Tillegg
Materiell				
Mast type B3	174	6.000	1.044.000	
Mast type H3	174	8.000	1.392.000	
Differans: Skifte av mastetype				348.000
Fundament type B3	174	7.000	1.218.000	
Fundament type H3	174	8.000	1.392.000	
Differans: Skifte av fundament				174.000
Ståltravers	190	600	114.000	114.000
Isolatorer	380	1.200	456.000	456.000
FeAl nr. 50 95	20000	10	200.000	200.000
Materialkostnad eks. avg.				1.292.000
Materialkostnad inkl. avg.				1.492.260
Arbeidskostnader				
Montasje				300.000
Lett teknisk materiell				150.000
Tungt teknisk materiell				700.000
Totale kostnader for fremføring av mateledning på Kl - master / 10 km.				2.642,260
Totale kostnader for fremføring av mateledning på Kl - master / km.				264.226

Tabell 4.7 Kostnader for mateledning fremført på kontaktledningsmast.

Anlegg	Prisoverslag	Kommentar
Endeavslutninger. ETSU 72 kV 1x240 mm ² A, 4 stk.	50.880	
Ventilavledere type 3EP2096 3PN, 72 kV, 4 stk.	61.200	
Koblingsforbindelse, 4.stk.	2.000	
Div. koblingsutstyr	2.000	
Arbeid(2x2x8x250)	8.000	
Maskinleie	10.000	
Sum kostnader eks. avgift	134.080	
Sum kostnader inkl 15.5 % investeringsavgift.	154.862	

Tabell 4.8 Enhetskostnader for kabelforbindelse av 66 kV-mateledningen ved bru og tunnel ekskl. per meter kostnader for kabel og kabelkanal. For strekningen Eidum - Verdal.

Materialforvaltning: Atle Reinseth MA. 68439.

Anlegg	Prisoverslag	Kommentar
Endeavslutninger. ETSU 72 kV 1x150 mm ² A. 4 stk.	27.520	
Ventilavledere type 3EP2096 3PN, 72 kV, 4 stk.	61.200	
Koblingsforbindelse, 4.stk.	2.000	
Div. koblingsutstyr	2.000	
Arbeid(2x2x8x250)	8.000	
Maskinleie	10.000	
Sum kostnader eks. avgift	110.720	
Sum kostnader inkl 15.5 % investeringsavgift.	127.882	

Tabell 4.9 Enhetskostnader for kabelforbindelse av mateledningen ved bru og tunnel ekskl. per meter kostnader for kabel og kabelkanal. For strekningen Eidum - Teveldalen.

Anlegg	Prisoverslag	Kommentar
Faste kostnader per bru og tunnel, Eidum -Tevladalen (antall bruer+antall tunneler) X enhetspris = (1+24) X 127.882	3.197.050	
Kabel TSLE 72 kV 1x150 mm ² AQ, Eidum - Tevladalen Kabelpris/m X (antall meter tunnel+antall meter bru) 205 X 350+3483,2	785.806	
Kabelkanal tunnel (ferdig lagt med skilleplater) Eidum - Tevladalen. 145 m x 500 kr/m	72.500	
Kabelkanal bru (ferdig lagt med skilleplater) Eidum - Tevladalen 1111.6 m x 400 kr/m	444.640	
Totale kostnader for fremføring av mateledning på mast Eidum - Tevladalen 60 km x 264.226 kr/km	15.853.560	
Sum kostnader eks. avg.	20.353.566	
Totale kostnader 15.5 % avg.	23.508.360	

Tabell 4.10 Totale kostnader for fremføring av mateledning på strekningen Eidum - Tevladalen.

Anlegg	Prisoverslag	Kommentarer
Faste kostnader per bru og tunnel, Eidum - Røra (3+27) x 154.862 kr	4.645.860	
Kabel TSLE 72 kV 1x240 mm ² AQ(Eidum - Røra) (1000+4793) m x 225 kr/m	1.303.425	
Kabelkanal tunnel (ferdig lagt med skilleplater) Eidum - Røra 410 m x 500 kr/m	205.000	
Kabelkanal bru (ferdig lagt med skilleplater) Eidum - Røra 1586.5m x 400 kr/m	634.600	
Totale kost. for fremføring av mateledning på mast Eidum - Røra 68 km x 264.226 kr/m	17.967.368	
Sum kostnader eks. avg.	24.756.253	
Sum kostnader inkl. 15.5 % avg.	28.593.472	

Tabell 4.11 Totale kostnader for fremføring av mateledning på strekningen Eidum - Røra

Se vedlegg 4.6 for antall tunneler, samt for benyttede lengde for kabel og kabelkanaler for tunneler. Se vedlegg 4.7 for antall bruer, samt for benyttede lengde for kabel og kabelkanaler for bruer.

Pris på kabelkanaler m/legging bygger på erfaringstall.

Transformatorstasjon:

Anlegg	Prisoverslag	Kommentar
Tomt inkl. planering, grunnervervelse, vei, parkering, vann og kloakk	1.200.000	
Forprosjektering,, utarbeidelse av kravspesifikasjon og forhandlinger frem til kontrakt(spesielle utredninger)	600.000	
Transformatorstasjon 16 MVA 16/66 kV trafo	12.000.000	
230 V -tilførsel	60.000	
NSB's tilstedeværelse under bygging, idriftsettelse og prøveperiode(byggeledelse)	700.000	
Personalkostnader ved opplæring Operatører: 5x1x8x250, ledningspers.:5x1x8x250, drifts. pers.: 3x1x8x250, teknisk ans.:2x2x8x400	38.800	
Sum kostnader eks. avgift	14.598.000	
Sum kostnader inkl. 15.5 % investeringsavgift.	16.862.000	

Tabell 4.12 Kostnader for transformatorstasjon 16 MVA 16/66 kV

Sonegrensebryter:

Anlegg	Prisoverslag	Kommentar
Forprosjektering, Utarbeidelse av kravspesifikasjon. og forhandlinger frem til kontrakt	45.000	
Tomt inkl. planering vei, parkering.	50.000	
Sonegrensebryter	295.000	
230 V -tilførsel	20.000	100 kr/Ax200A
NSB's tilstedeværelse under bygging.	20.000	
Prøving, idriftsettelse	30.000	
Sum kostnader eks. avgift	460.000	
Sum kostnader inkl 15.5 % investeringsavgift.	531.000	

Tabell 4.13 Kostnadene for sonegrensebryter

Anlegg	Prisoverslag	Kommentar
Nødfrakoblingsknapp per stasjon inkl. arbeid(2x8x300)	5.000	
Sum kostnader eks. avgift	5.000	
Sum kostnader inkl 15.5 % investeringsavgift.	5.775	

Tabell 4.14 Kostnadene for nødfrakoblingsutstyr langs sporet

4.2 LØSNING

Det er beregnet kostnader for bygging av matestasjonsanlegg for strekningene Trondheim - Steinkjer, Trondheim - Storlien (Meråkerbanen) og Trondheim - Steinkjer - Storlien.

Dette kapittelet viser de totale kostnadene ved bygging av nytt matestasjonsanlegg på de nevnte strekninger. En mere detaljert utregning av hva matestasjonsanlegget koster er gjort i kapittel 4.1.2.

4.2.1 Trondheim - Steinkjer

Alt. 1 Omformerstasjoner uten mateledning og transformatorstasjoner

Anlegg	Kostnad
Høyspenningstilførsel Eidum	57.750
Høyspenningstilførsel Verdal	2.846.000
Omformerstasjon 2X6 MVA. 1 stk.	49.245.000
Omformerstasjon 2X12 MVA. 1 stk.	68.903.000
Sonegrensebrytere. 2 stk.	1.062.000
Nødfrakoblingsknapper på stasjoner. 18 stk.	104.000
Kostnad matestasjonsanlegg	122.217.750

Tabell 4.15 Kostnader for matestasjonsanlegg for strekningen Trondheim - Steinkjer

Alt. 2 Omformerstasjoner med mateledning og transformatorstasjoner

Anlegg	Kostnad
Høyspenningstilførsel Eidum	57.750
Omformerstasjon 3X12 MVA. inkl. 25 MVA 16/66 kV transformator. 1 stk.	112.261.000
Mateledning. Totalkostnader Eidum - Røra	28.594.000
Transformatorstasjon 16 MVA 16/66 kV, 1 stk.	16.862.000
Sonegrensebrytere. 2 stk.	1.062.000
Nødfrakoblingsknapper på stasjoner. 18 stk.	104.000
Kostnad matestasjonsanlegg	158.940.750

Tabell 4.16 Kostnader for matestasjonsanlegg med mateledning for strekningen Trondheim - Steinkjer

4.2.2 Trondheim - Storlien (Meråkerbanen)**Alt. 1 Omformerstasjoner uten mateledning og transformatorstasjoner**

Anlegg	Kostnad
Høyspenningstilførsel Eidum	57.750
Høyspenningstilførsel Teveldalen	6.987.750
Omformerstasjon 2X6 MVA. 2 stk.	98.490.000
Sonegrensebrytere. 3 stk.	1.593.000
Nødfrakoblingsknapper på stasjoner. 10 stk.	58.000
Kostnad matestasjonsanlegg	107.186.500

Tabell 4.17 Kostnader for matestasjonsanlegg for strekningen Trondheim - Storlien

Alt. 2 Omformerstasjoner med mateledning og transformatorstasjoner

Anlegg	Kostnad
Høyspenningstilførsel Eidum	57.750
Omformerstasjon 3X12 MVA. inkl. 25 MVA 16/66 kV transformator. 1 stk.	112.261.000
Mateledning. Totalkostnader Eidum - Tevladalen	23.509.000
Transformatorstasjon 16 MVA 16/66 kV, 1 stk.	16.862.000
Sonegrensebrytere. 3 stk.	1.593.000
Nødfrakoblingsknapper på stasjoner. 10 stk.	58.000
Kostnad matestasjonsanlegg	154.340.750

Tabell 4.18 Kostnader for matestasjonsanlegg med mateledning for strekningen Trondheim - Storlien

4.2.3 Trondheim - Steinkjer - Storlien

Alt. 1 Omformerstasjoner uten mateledning og transformatorstasjoner

Anlegg	Kostnad
Høyspenningstilførsel Eidum	57.750
Høyspenningstilførsel Teveldalen	6.987.750
Høyspenningstilførsel Verdal	2.846.000
Omformerstasjon 2X6 MVA. 2 stk.	98.490.000
Omformerstasjon 2X12 MVA. 1 stk.	68.903.000
Sonegrensebrytere. 4 stk.	2.124.000
Nødfrakoblingsknapper på stasjoner. 22 stk.	127.000
Kostnad matestasjonsanlegg	179.353.500

Tabell 4.19 Kostnader for matestasjonsanlegg uten mateledning for strekningen Trondheim - Steinkjer - Storlien

Alt. 2 Omformerstasjoner med mateledning og transformatorstasjoner

Anlegg	Kostnad
Høyspenningstilførsel Eidum	57.750
Omformerstasjon 3X12 MVA. inkl. 25 MVA 16/66 kV transformator. 1 stk.	112.261.000
Mateledning. Totalkostnader Eidum - Røra	28.594.000
Mateledning. Totalkostnader Eidum - Tevladalen	23.509.000
Transformatorstasjon 16 MVA 16/66 kV, 2 stk.	33.724.000
Sonegrensebrytere. 4 stk.	2.124.000
Nødfrakoblingsknapper på stasjoner. 22 stk.	127.000
Kostnad matestasjonsanlegg	200.396.750

Tabell 4.20 Kostnader for matestasjonsanlegg med mateledning for strekningen Trondheim - Steinkjer - Storlien

5 KONTAKTLEDNING

5.1 BESKRIVELSE/FORUTSETNINGER

Strekningen skal bygges ut med kontaktledningsanlegg av typen NSB System 20 standard A med returledning langs hele strekningen.

Kostnadsoverslaget for kontaktledningsanlegget er utarbeidet på bakgrunn av tidligere kostnadsoverslag for kontaktledningsanlegg på strekningene Ski - Moss, Kongsvingerbanen, Sørlandsbanen og Sarpsborg - Kornsjø samt anbud fra ABB, SIEMENS, NSB Baneservice og SEMCO for kontaktledningsanlegg på Arendalsbanen.

Kostnadene for kontaktledningsanlegg forutsetter en uavbrutt tilgang til sporet 4 timer pr. arbeidsdag 5 dager pr. uke i byggeperioden.

Kostnadene for kontaktledningsbrytere og eventuelle motorer til kontaktledningsbrytere er tatt med under kontaktledningsanlegget. Øvrige kostnader i forbindelse med fjernkontroll av kontaktledningsanlegget er tatt med under kapittel 5 Fjernkontroll.

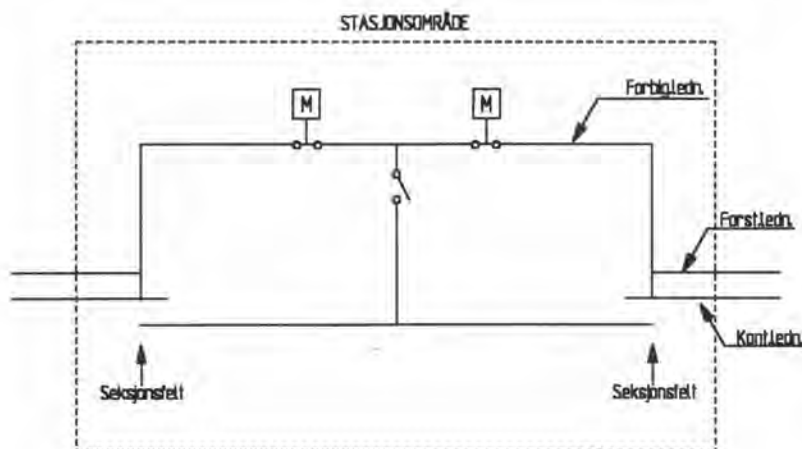
Begrensninger omkring kontaktledningsanlegg:

- Planoverganger for kryssing av jernbane med offentlige og private veier skal i størst mulig grad unngås. For hastigheter over 160 km/h er det ikke tillatt med kryssing i plan mellom vei og jernbane. Denne begrensning vil ikke medføre noen ekstra kostnad for kontaktledningsanlegget sett isolert, men det vil medføre merkostnader for anleggets sportrase. Alle kryssinger mellom vei og jernbane må for hastigheter over 160 km/h skje ved tunneler eller broer.
- System 20A har en hastighetsbegrensning på 200 km/h med 2 strømvtagere med minimum avstand mellom strømvtagere på 205 meter.
- Levetiden for kontaktledningsanlegg er vurdert til omlag 50 år.

5.1.1 Teknisk beskrivelse

For de kostnadene som er beregnet er følgende tekniske løsninger forutsatt:

- NSB System 20 A med følgende data: 2 x 10 kN strekk
Kontakttråd 100 mm² Cu
Bæreline 50 mm² Bz
- Returledning langs hele traseen, dimensjon: 2 x 240 mm² Al.
- Sugetransformatorer for 600 A banestrøm.
- I alternativene med forsterkningsledning bygges denne langs hele traseen unntatt strekningen Trondheim - Hell, dimensjon : 1 x 150 mm² FeAl. Ifølge simulering av strømforsyningen som er utført for denne hovedplanen gir ikke forsterkningsledning på strekningen Trondheim - Hell noen avlastning på Eidum omformerstasjon. Forsterkningsledning på strekningen Trondheim - Hell tas derfor ikke med i kostnadsoverslaget.
- I alternativene med forsterkningsledningen kobles denne til kontaktledningen ved hver sugetransformator.
- Gjennomsnittlig avstand mellom mastene til kontaktledningsanlegget er satt til 55 m på bakgrunn av sporets kurvatur, dvs stort antall kurver med liten radius.
- På 2 spors stasjon benyttes egne masterekker med utligger for hvert spor for å holde sporene mekanisk adskilt og oppnå en bedre driftssikkerhet for anlegget. Ved 3 eller flere spor på stasjonene benyttes master med åk på grunn av for liten sporavstand for masteplassering mellom sporene.
- På hver stasjon er det forutsatt at det benyttes 2 fjernstyrte kontaktledningsbrytere og 1 manuell bryter, se fig. 5.1.



Figur 5.1 Skisse for bryterløsning på stasjonsområder

- Ved elektrifisering av lastespor benyttes det bryter med jordkniv slik at kontaktledningsanlegget til lastesporet jordes ved utkobling av bryter.
- I alternativene med mateledning er det forutsatt at mateledningen festes på kontaktledningsmastene. For at mateledningen skal kunne festes på kontaktledningsmastene må mastene være av typen H3 med en høyde på 12 meter. De ekstra kostnadene som en mateledning resulterer i pga. kraftigere master er tatt med under kostnadene for mateledningen, dvs. kapittel 4.

- Likestrømsporfelter, dvs. at sporfeltene i forbindelse med signalanlegget er drevet med likestrøm.

Med likestrømsfelter på elektrifiserte baner er kun den ene skinnestrengen isolert. Den andre skinnestrengen fungerer som "systemjord" og returleder (returstrømskinne). Isolerte skjøter finnes kun i den isolerte skinnestrengen. Impedansespoler nyttes ikke og returstrømskinnen er sammenhengende. Dette resulterer i at returstrømmen kun vil gå i den ene skinnen i tillegg til eventuelle returledninger, se fig. 5.2.

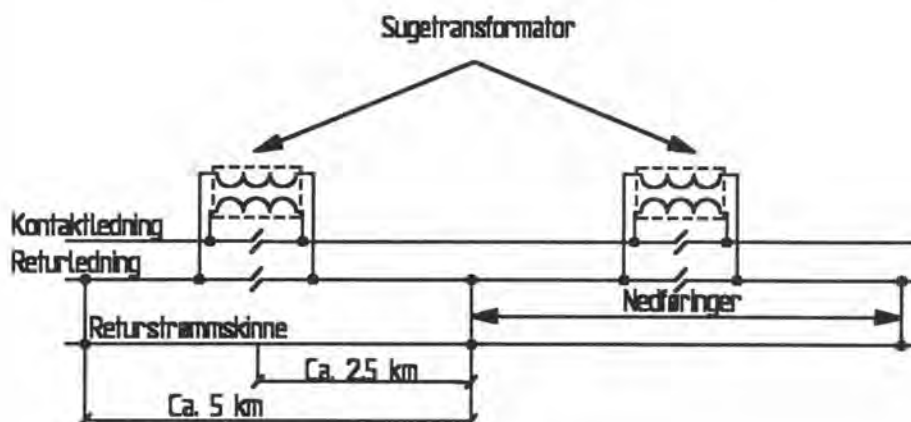


Fig. 5.2 Prinsippskisse for returkrets ved likestrømsporfelter.

Begrepsforklaring: Returleder er den del av et kontaktledningsanlegg som fører returstrøm, eks skinner, jord, sugetransformator, returledning etc.

Returledning er ledning (2 x 240 mm² Al) som er parallellført med skinner for å lede returstrøm.

Kontaktledningsanlegg på strekninger med likestrømssporfelt, skal bygges med returledning av standard NSB-dimensjon. Hos Banverket, (som benytter likestrømssporfelter på elektrifiserte baner i dag), benyttes en sugetransformatoravstand på ca. 5 km. Kontaktledningsanlegget kobles opp slik at fremleder er i serie med primærsiden på sugetransformatoren mens returleder er i serie med sekundærsiden på sugetransformatoren. Returlederen kobles inn på den jordede skinnestrengen midt mellom sugerne. Når kontaktledningsanlegget kobles på denne måten tvinges så og si all returstrøm til å holde seg i returledningen. Kun innenfor den sugetransformatorseksjon et tog befinner seg , vil det gå returstrøm i returstrømskinnen og jord.

Begge skinnestrengene skal være isolert fra skinnefestet.

Jordingsforbindelser skal på strekninger med enkeltisolerte sporfelt uten unntak kobles til den sammenhengende skinnestrengen med isolert kabel.

Da det ikke foreligger liknende løsninger som kan være aktuelle for elektrifisert banestrekning med likestrøms signalanlegg er det valgt å benytte den ovenfor skisserte løsning med sugetransformatorer for hver 5. km. og nedføring mellom returstrømskinnen og returleder midt mellom sugetransformatorene. Det bør nevnes at denne løsning må før den bygges godkjennes av NSB Baneteknisk kontor.

- For mating av kontaktledningsanlegget , dvs. tilknytning mellom omformerstasjonene og kontaktledningsanlegget benyttes det 2 x 240 mm² Al 36 kV pr. avgang.
- For retur benyttes 4 x 95 mm² Cu 1 kV pr. avgang.

- Ved hver tilknytning til omformerstasjon / kontaktledningsanlegg anbringes en dødseksjon. Dette er for å muliggjøre uavhengig mating ut på kontaktledningsanlegget på hver side av omformerstasjonen.
- Som omtalt i kapittel 4 Matestasjoner, er det for å kunne seksjonere opp kontaktledningsanlegget strømforsyningsmessig, lagt inn sonegrensebrytere flere steder i anlegget. Ved hver sonegrensebryter skal det anbringes en dødseksjon for elektrisk seksjonering av 16 kV anlegget.

5.1.2 Kostnader

Materialkostnadene for NSB System 20 A, daglinje med returledning, uten mateledning er gitt i tabell 5.1. Det er tatt med mengder for en linjestrekning på 10 km for å få mest mulig riktige kostnader for en gitt strekning.

Komponent	Ant.	Enhetspris	Totalpris for 10 km.	
			Prisoverslag	Kommentar
Seksjonsutligger	16	12.000	192.000	inkl.arb
Master type B3	174	6.000	1.044.000	inkl.arb
Master type H3	16	8.000	128.000	inkl.arb
Fundament for mast type B3	174	7.000	1.218.000	inkl.arb
Fundament for mast type H3	16	8.000	128.000	inkl.arb
Normalutligger	174	5.000	870.000	inkl.arb
Fix. pkt. komplett	8	6.000	48.000	inkl.arb
Avspenningsbarduner	30	2.500	75.000	inkl.arb
Loddavspenning komplett	15	45.000	675.000	eks.arb
Returledning m/ isolatorer komplett	10000	280	2.800.000	eks.arb.
Sugetransformator komplett	2	150.000	300.000	eks.arb.
Bæreline type BzII 50 qmm.	10000			
Hengetråd type BzII 10 qmm.	1800			
Kontakttråd type RiS 100 qmm. Cu	10000			
Kontaktledning inkl. bæreline, kontakttråd og hengetråder			1.100.000	eks.arb.
Arbeidskostnader				
Prosjekteringskostnader			300.000	
Montasjekostnader			1.200.000	
Leie lett teknisk utstyr			500.000	
Leie tungt teknisk utstyr			2.500.000	
Sum kostnader eks. avgift			13.078.000	
Sum kostnader inkl 15.5 % investeringsavgift / 10 km.				15.105.090

Tabell 5.1 Kostnader for 10 km. kontaktledningsanlegg system 20A, daglinje. Inkludert prosjektering, byggeledelse og montasje.

Kostnader for 1 km. kl-anlegg med returledning og uten forsterkningsledning fri linje: 1.510.000 kr.

Det er beregnet investeringsavgift på 15,5% av total kostnad .

På grunn av at tunnelene på strekningen er korte, fra 30 m. til 110 m. forutsettes det at det kun er opphenget av kontaktledningen som gir en kostnadmessig forskjell mellom fri linje og tunnel. Dette innebærer at det ikke er fix-punkt, avspenninger, seksjonsfelt, sugetransformatorer etc. inne i tunnelen. Forskjellen i kostnadene til kontaktledningsanlegget for fri linje og tunnel er gitt i tabell 5.2

Komponent	Mengde	Enhetspris	Totalpris / 100m.
Fjellfester for hengemaster	4	2.000	8.000
Hengemast f / tunnel	4	1.500	6.000
Tunnelutligger	4	5.000	20.000
Kostnad for kl-anlegg 100 m. tunnel			34.000
Kostnad for kl-anl. 100 m. tunnel. Inkl. avg.			35.845
Master type B3	2	6.000	12.000
Fundament type B3	2	7.000	14.000
Normalutligger	2	5.000	10.000
Kostnad for kl-anlegg 100 m. fri linje.			36.000
Kostnad for kl-anl. 100 m. fri linje. inkl. avg.			37.953
Differanse i kostnad 100 m. tunnel - fri linje.			2.108

Tabell 5.2 Differanse i kostnader mellom kl-anlegg frilinjé og korte tunneler.

Fradrag i kostnadene for kontaktledningsanlegg fri linje pr. 100m tunnel: 2100 kr. inkludert investeringsavgift på 15,5%.

Spesifikasjon	Kostnad
Materiell	203.000
Montasje	160.000
Lett teknisk materiell	100.000
Tungt teknisk materiell	500.000
Kostnad eks. avg.	963.000
Kostnad inkl. avg.	1.112.265

Tabell 5.3 Kostnader for 10 km. forsterkningsledning opphenget i kl-master.

Kostnader for forsterkningsledning pr. km: 111.300 kr.

Tabellene 5.4, 5.5 og 5.6 angir kostnadene som kommer i tillegg til kostnadene for gjennomkjøringsspor på stasjoner. Her er kostnadene ved bl.a. brytere og motorer til brytere, åk og annet utstyr som er nødvendig for å elektrifisere mer enn ett spor på stasjonene tatt med. Tabellene er delt opp slik at de angir tilleggskostnadene ved å elektrifisere stasjonene henholdsvis på strekningene Trondheim - Hell, Hell - Steinkjer og Hell - Storlien. Tabellene i vedlegg 5.1 angir detaljert hvilke komponenter som inngår i tilleggskostnadene i tillegg til gjennomkjøringssporet for hver enkelt stasjon.

Stasjon	Ant. spor som skal elektrifiseres på stasjonen.	Lengden på stasjonen	Tilleggs-kostnader for stasjonen.
Ranheim	2	563	687.225
Vikhamar	2	767	807.345
Midtsandan	2	1083	1.031.415
Hommelvik	3	760	2.154.075
Muruvik	2 elektrifiserte lastespor	500	679.718
Hell	3	670	2.052.435
Strekning: Trondheim - Hell (Leangen B- Hell B)			7.412.213

Tabell 5.4 Tilleggs-kostnader for stasjoner på strekningen Trondheim - Hell.

Kostnader i tillegg til gjennomkjøringsporet for stasjoner på strekningen Trondheim - Hell: 7.412.000,- kr.

Stasjon	Ant. spor som skal elektrifiseres på stasjonen.	Lengde på stasjonen	Tilleggs-kostnader for stasjonen
Stjørdal	2 + 1 buttspor	820	1.334.603
Skatval	2	1560	1.502.655
Langstein	2	440	584.430
Åsen	2	800	846.615
Ronglan	2	420	578.655
Skogn	2 +	770	830.445
	Sidespor til Fiborgtangen	5330	4.286.205
Levanger	3	740	2.103.255
Bergsgrav	2	780	807.345
Verdal	2	450	587.318
Røra	2	1090	1.057.403
Mære	2	740	801.570
Steinkjer	Alle spor elektrifisert	---	2.933.123
Strekning: Hell B - Steinkjer B			18.188.942

Tabell 5.5 Tilleggs-kostnader for stasjoner på strekningen Hell - Steinkjer

Kostnader i tillegg til gjennomkjøringsporet for stasjoner på strekningen Hell - Steinkjer: 18.189.000 kr.

Stasjon	Ant. spor som skal elektrifiseres på stasjonen.	Lengde på stasjonen	Tilleggs kostnader for stasjonen
Hegra	2	1140	1.069.530
Flornes	2	1100	1.037.190
Gudå	2	1140	1.069.530
Kopperå	2 + sidespor på ca. 500 m. til Meråker smelteverk	1150	1.606.605
Strekning: Hell - Storlien			4.782.855

Tabell 5.6 Tilleggs kostnader for stasjoner på strekningen Hell - Storlien

Kostnader i tillegg til gjennomkjøringsporet for stasjoner på strekningen Hell - Storlien: 4.783.000 kr.

Spesifikasjon	Mengde	Enhetspris	Kostnad
Seksjonsutligger	5 stk.	12.000	60.000
Loddavspenning	2 stk.	45.000	90.000
Kontaktledning, komplett	330 m.	110 pr. m.	36.300
Skillebryter, fjernstyrt	4 stk.	23.000	92.000
Kabel, 36 kV, 1-leder, TSLE	260 m.	110 pr. m.	28.600
Kabelkanal	220 m.	300 pr. m.	66.000
Kabelmuffer, utendørs	12 stk.	1360 pr. stk.	16.320
Kabelmuffer, innendørs	4 stk.	1265 pr. stk.	5060
Prosjekteringskostnader	Pr. dødseksjon		20.000
Montasjekostnader	Pr. dødseksjon		10.000
Leie teknisk utstyr	Pr. dødseksjon		20.000
Sum kostnader eks. avgift			444.280
Sum kostnader inkl. 15,5% investeringsavgift			513.000

Tabell 5.7 Kostnadene for tilleggs-materiell/arbeid for dødseksjon i tilknytning til strømforsyning ut på kontaktledningsanlegget og sonegrensebryter.

Tabellen over viser at tilleggs kostnaden til frilinj for en dødseksjon er på kr. 513.000,- inkludert avgift.

Kostnadene for bygging av kontaktledningsanlegg på delstrekningene Trondheim - Hell, Hell - Steinkjer og Hell - Storlien er gitt i tabell 5.8, 5.9 og 5.10.

Spesifikasjon	Kostnad
Stasjoner: 6 stk	7.412.213
Frilinje: 31,340 km. x 1.510.510,- kr.	47.339.383
Tunnel: 50 m. 2.100,- i reduksjon / 100 m.	1.220
Dødseksjoner, 1 stk.	513.000
Kostnad kontaktledningsanlegg u/forst.ledn.	55.263.000

Tabell 5.8 Kostnader for kl-anlegg på strekningen Trondheim - Hell .

Spesifikasjon	Kostnad
Stasjoner: 12 stk.	18.188.942
Frilinje: 90,945 km. x 1.510.510,- kr.	137.373.332
Tunnel: 750 m. 2100,- i reduksjon / 100 m.	18.300
Dødseksjoner, 3 stk.	1.539.000
Kostnad kontaktledningsanlegg u/forst.ledn.	157.120.000
Forsterkningsledning	10.122.179
Kostnad kontaktledningsanlegg m/forst.ledn.	167.242.000

Tabell 5.9 Kostnader for kl-anlegg på strekningen Hell - Steinkjer

Spesifikasjon	Kostnad
Stasjoner: 4 stk.	4.782.855
Frilinje: 66,951 km. x 1.510.510,- kr.	101.130.155
Tunnel: 120 m. 2100,- i reduksjon / 100 m.	2.928
Dødseksjon, 4 stk.	2.052.000
Kostnad kontaktledningsanlegg u/forst.ledn.	107.962.000
Forsterkningsledning: 66,951 km x 111.300,-	7.451.646
Kostnad kontaktledningsanlegg m/forst.ledn.	115.414.000

Tabell 5.10 Kostnader for kl-anlegg på strekningen Hell - Riksgrensen

5.2 LØSNINGER

Det er beregnet kostnader for bygging av kontaktledningsanlegg for strekningene Trondheim - Steinkjer, Trondheim - Storlien (Meråkerbanen) og Trondheim - Steinkjer - Storlien.

Dette kapitlet viser de totale kostnadene ved bygging av nytt kontaktledningsanlegg på de nevnte strekninger. En mere detaljert utregning av hva kontaktledningsanlegget koster er gjort i kapittel 5.1.2.

5.2.1 Trondheim - Steinkjer

Strekningen Trondheim - Steinkjer omfatter 122,3 km med fri linje, 800 m. tunneler, 18 stasjoner inkludert sidespor fra Skogn stasjon til Fiborgtangen og tilknytning mellom omformer plassert ved Eidum og Verdal og kontaktledningsanlegget. I vedlegg 5.2 er kostnader for elektrifisering av sidespor til Fiborgtangen spesifisert.

Eidum omformerstasjon

I Eidum omformerstasjon vil det bli 2 avganger.
 - mating av Nordlandsbanen i retning Steinkjer.
 - mating av Nordlandsbanen i retning Trondheim.

For mating av Nordlandsbanen i retning Trondheim må det regnes med kabellengder på ca. 150 m, dvs. at omformeren er plassert ca. 100 m. fra jernbanelinja. Avstanden for Eidum omformerstasjon og til tilknytningspunktet på Nordlandsbanen for mating i retning Steinkjer vil være ca. 3.5 km i og med at mating skal skje nord for dødseksjon ved Hell (se kap. 4.1.1)

Materiell	Antall	Enhetspris	Sum
36 kV kabel	7.300 m	110	803.000
Innend. endeavsl. 36 kV	4 stk	1265	5060
Utend. endeavsl. 36 kV	4 stk	1350	5400
1 kV kabel	14.600 m	59	861.400
Kabelkanal	3.600 m	300 kr/m	1.080.000
Kl-bryter	2 stk	15.000 kr/stk	30.000
Sum eks avg.			2.779.460
Sum inkl. 15.5 % avg.			3.210.000

Tabell 5.11 Kostnader tilknytning Eidum omformerstasjon - kontaktledningsanlegget. Alle kostnader i tabellen over er inkludert arbeidskostnader.

Verdal omformerstasjon

I Verdal omformerstasjon vil det bli 2 avganger.

- mating av Nordlandsbanen i retning Steinkjer.
- mating av Nordlandsbanen i retning Hell

Verdal omformerstasjon er plassert ca. 500 m. fra jernbanelinja. Dette innebærer at hver kabel vil bli ca. 600 m. lang. Da dødseksjonen må plasseres noe utenfor hovedinnkjørsignal til stasjonen vil det være nødvendig å mate forbi stasjonsområdet. Dette blir rimeligst dersom mateledningen monteres som luftlinje i kontaktledningsmastene istedenfor å legge kabel helt ut til dødseksjonen. Lengden på luftlinjen er satt til ca. 1000m.

Materiell	Antall	Enhetspris	Sum
36 kV kabel	2400 m	110	264.000
Innend. endeavsl. 36 kV	4 stk	1265	5060
Utend. endeavsl. 36 kV	4 stk	1350	5400
1 kV kabel	2000 m	59	118.000
Kabelkanal	250 m	300 kr/m	75.000
KI-bryter	2 stk	15.000 kr/stk	30.000
Luftlinje 1x150 FeAl	1000 m	14.760 kr/km	14.760
Sum eks avg.			512.220
Sum inkl. 15.5 % avg.			592.000

Tabell 5.12 Kostnader tilknytning Verdal omformerstasjon - kontaktledningsanlegget. Alle kostnader i tabellen er inkludert arbeidskostnader.

Alternativ I: NSB S20A uten forsterkningsleder

Strekning	Kostnad
Trondheim - Hell	55.263.000
Hell - Steinkjer	157.120.000
Tilknytning omformerstasjoner - kontakledningsanlegget	3.802.000
Kostnad kl-anlegg u/forst.ledn Trondheim - Steinkjer	216.185.000

Tabell 5.13 Totale kostnader for kl-anlegg uten forsterkningsledning på strekningen Trondheim - Steinkjer.

Som tabell 5.13 viser vil det koste kr. 216.185.000.- å bygge kontaktledningsanlegg system 20A med returledning på strekningen Trondheim - Steinkjer.

Alternativ II: NSB S20A med forsterkningsleder

Strekning	Kostnad
Trondheim - Hell u / forsterkningsleder	55.263.000
Hell - Steinkjer	167.242.000
Tilknytning omformerstasjoner - kontaktledningsanlegget	3.802.000
Kostnad kl-anlegg Trondheim - Steinkjer	226.307.000

Tabell 5.14 Totale kostnader for kl-anlegg med forsterkningsledning på strekningen Trondheim - Steinkjer.

Bygging av kontaktledningsanlegg med forsterkningsledning på strekningen Trondheim - Steinkjer vil koste kr. 226.307.000,-, dvs. en merkostnad på kr. 10.122.000,- i forhold til uten forsterkningsledning.

5.2.2 Trondheim - Storlien (Meråkerbanen)

Strekningen Trondheim - Storlien omfatter 98,291 km. fri linje, 170 m. tunnel, 10 stasjoner inkludert et sidespor på ca. 500 m. til Meråker smelteverk og tilknytning mellom omformere plassert på Eidum og Tevladalen og kontaktledningsanlegget.

Eidum omformerstasjon

I Eidum omformerstasjon vil det bli 2 avganger.

- mating av Meråkerbanen i retning Storlien
- mating av Meråker-/Nordlandsbanen i retning Trondheim

For mating av Meråkerbanen er omformeren plassert ca. 100m. fra jernbanelinja. Dette innebærer at hver kabel vil bli ca. 150 m. lang.

Materiell	Antall	Enhetspris	Sum
36 kV kabel	600 m	110	66.000
Innend. endeavsl. 36 kV	4 stk	1265	5060
Utend. endeavsl. 36 kV	4 stk	1350	5400
1 kV kabel	1200 m	59	70.800
Kabelkanal	150 m	300 kr/m	45.000
Kl-bryter	2 stk	15.000 kr/stk	30.000
Sum eks avg.			222.260
Sum inkl. 15.5 % avg.			257.000

Tabell 5.15 Kostnader tilknytning Eidum omformerstasjon - kontaktledningsanlegget. Alle kostnader i tabellen er inkludert arbeidskostnader.

Tevladalen omformerstasjon

I Tevladalen omformerstasjon vil det bli 2 avganger.

- mating av Meråkerbanen i retning Storlien
- mating av Meråker-/Nordlandsbanen i retning Hell

Tevladalen omformerstasjon er plassert ca. 100 m. fra jernbanelinja. Dette innebærer at hver kabel vil bli ca. 150 m. lang.

Materiell	Antall	Enhetspris	Sum
36 kV kabel	600 m	110	66.000
Innend. endeavsl. 36 kV	4 stk	1265	5060
Utend. endeavsl. 36 kV	4 stk	1350	5400
1 kV kabel	1200 m	59	70.800
Kabelkanal	150 m	300 kr/m	45.000
Kl-bryter	2 stk	15.000 kr/stk	30.000
Sum eks avg.			222.260
Sum inkl. 15,5 % avg.			257.000

Tabell 5.16 Kostnader tilknytning Tevladalen omformerstasjon - kontaktledningsanlegget. Alle kostnader i tabellen er inkludert arbeidskostnader.

Alternativ I: NSB S20A uten forsterkningsleder

Strekning	Kostnad
Trondheim - Hell	55.263.000
Hell - Storlien	107.962.000
Tilknytning omformerstasjoner - kontaktledningsanlegget	514.000
Kostnad kl-anlegg u/forst.ledn Trondheim - Storlien	163.739.000

Tabell 5.17 Totale kostnader for kl-anlegg uten forsterkningsledning på strekningen Trondheim - Storlien.

Tabell 5.17 viser at kostnadene ved bygging av kontaktledningsanlegg på strekningen Trondheim - Storlien vil komme på kr. 163.739.000,-.

Alternativ II: NSB S20A med forsterkningsleder

Strekning	Kostnad
Trondheim - Hell u / forsterkningsleder	55.263.000
Hell - Storlien	115.414.000
Tilknytning omformerstasjoner - kontaktledningsanlegget	514.000
Kostnad kl-anlegg m/forst.ledn Trondheim - Storlien	171.221.000

Tabell 5.17 Totale kostnader for kl-anlegg med forsterkningsledning på strekningen Trondheim - Storlien.

De totale kostnadene for bygging av kontaktledningsanlegg med forsterkningsledning på strekningen Trondheim - Storlien vil komme på kr. 171.221.000,-. Dette vil si at merkostnadene for forsterkningsledning på strekningen er ca. kr. 7.482.000,-

5.2.3 Trondheim - Steinkjer - Storlien

Trondheim - Steinkjer - Storlien omfatter strekningen Trondheim - Steinkjer og Hell - Storlien, dvs. ca. 189 km fri linje, 920 m. tunnel, 22 stasjoner inkludert sidespor til Meråker Smelteverk og Fiborgtangen og tilknytning mellom omformere plassert ved Eidum, Verdal og Tevladalen og kontaktledningsanlegget.

Eidum omformerstasjon

I Eidum omformerstasjon vil det bli 3 avganger.

- mating av Nordlandsbanen i retning Steinkjer.
- mating av Meråkerbanen i retning Storlien.
- mating av Meråker-/Nordlandsbanen i retning Trondheim.

For mating av Meråkerbanen må det regnes med kabellengder på ca. 150 m, dvs. at omformeren er plassert ca. 100 m. fra jernbanelinja. Avstanden for Eidum omformerstasjon og til tilknytningspunktet på Nordlandsbanen for mating i retning Steinkjer vil være ca. 3.5 km i og med at mating skal skje nord for dødseksjon ved Hell (se kap. 4.1.1)

Materiell	Antall	Enhetspris	Sum
36 kV kabel	7.600 m	110	836.000
Innend. endeavsl. 36 kV	6 stk	1265	7590
Utend. endeavsl. 36 kV	6 stk	1350	8100
1 kV kabel	15.200 m	59	896.800
Kabelkanal	3.600 m	300 kr/m	1.080.000
Kl-bryter	3 stk	15.000 kr/stk	45.000
Sum eks avg.			2.873.490
Sum inkl. 15.5 % avg.			3.319.000

Tabell 5.19 Kostnader tilknytning Eidum omformerstasjon - kontaktledningsanlegget. Alle kostnader i tabellen er inkludert arbeidskostnader.

Verdal omformerstasjon

Verdal omformerstasjon har samme matesituasjon som for alternativet beskrevet i kap. 5.2.1, tabell 5.12. Kostnaden for tilknytning omformer - kontaktledningsanlegg er beregnet til kr. 592.000,- inkl. avg.

Tevladalen omformerstasjon

Tevladalen omformerstasjon har samme matesituasjon som for alternativet beskrevet i kap. 5.2.2, tabell 5.16. Kostnaden for tilknytning omformer - kontaktledningsanlegg er beregnet til kr. 257.000,- inkl. avg.

Alternativ I: NSB S20A uten forsterkningsleder

Strekning	Kostnad
Trondheim - Hell	55.263.000
Hell - Storlien	107.962.000
Hell - Steinkjer	157.120.000
Tilknytning omformerstasjoner - kontaktledningsanlegget	4.168.000
Kostnad kl-anlegg u/forst.ledn Trondheim - Steinkjer og Hell - Storlien	324.513.000

Tabell 5.20 Totale kostnader for kl-anlegg uten forsterkningsledning på strekningen Trondheim - Steinkjer og Hell - Storlien.

Som tabell 5.20 viser vil det komme på kr. 324.513.000,- å bygge kontaktledningsanlegg på strekningen Trondheim - Steinkjer og Hell - Storlien.

Alternativ II: NSB S20A med forsterkningsleder

Strekning	Kostnad
Trondheim - Hell u / forsterkningsleder	55.263.000
Hell - Storlien	115.414.000
Hell - Steinkjer	167.242.000
Tilknytning omformerstasjoner - kontaktledningsanlegget	4.168.000
Kostnad kl-anlegg m/forst.ledn Trondheim - Steinkjer og Hell - Storlien	342.087.000

Tabell 5.21 Totale kostnader for kl-anlegg med forsterkningsledning på strekningen Trondheim - Steinkjer og Hell - Storlien.

Ved å bygge kontaktledningsanlegg med forsterkningsledning på strekningen Hell - Steinkjer og Hell - Storlien vil kostnaden øke fra kr. 324.513.000,- til kr. 342.087.000,-, dvs. en økning på ca. kr. 17.574.000,-.

5.2 SAMMENDRAG AV KOSTNADENE FOR KONTAKLEDNINGSANLEGG

Tabell 5.22 viser hva kostnadene for bygging av kontaktledningsanlegg av system 20 A på henholdsvis strekningene Trondheim - Steinkjer, Trondheim - Storlien og Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen vil komme på.

Strekning	Kostnader [kr]	
	Uten Fsl	Med Fsl
Trondheim - Storlien	163.739.000	171.221.000
Trondheim- Steinkjer	216.185.000	226.307.000
Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen	324.513.000	342.087.000

Tabell 5.22 Kostnader for bygging av kontaktledningsanlegg system 20 A på de gitte strekninger.

I alternativet med forsterkningsledning, dvs. Fsl er det kostnadsberegnet med bygging av forsterkningsledning på strekningen Hell - Steinkjer og Hell - Storlien. Grunnen til at det ikke er kostnadsberegnet forsterkningsledning på strekningen Trondheim - Hell er at simuleringene viste at det var tilfredsstillende spenninger på strekningen uten forsterkningsledning, og dermed ikke nødvendig med forsterkningsledning.

Simuleringene viser også at det for alternativet med matestasjoner strengt tatt ikke er nødvendig med forsterkningsledning på strekningen Hell - Storlien og Eidum - Verdal. For alternativet med transformatorstasjoner viste simuleringene at det er nødvendig med forsterkningsledning på strekningen Hell - Steinkjer. Dersom forsterkningsledning bygges på disse strekningene, dvs. at det bare bygges forsterkningsledning på strekningen Verdal - Steinkjer for matestasjonsalternativet og på strekningen Hell - Steinkjer blir kostnadene slik som tabell 5.23 viser.

Dersom trafikken en gang i fremtiden blir så stor at det blir nødvendig med forsterkningsledning på mer av strekningen enn det simuleringene viste er det fullt mulig å bygge denne når behovet er der.

Strekning	Kostnader [kr]		
	Uten Fsl	Med Fsl uten Ml	Med Fsl og Ml
Trondheim - Storlien	163.739.000		
Trondheim- Steinkjer	216.185.000	219.413.000	226.307.000
Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen	324.513.000	327.740.700	334.897.290

Tabell 5.23 Kostnader for bygging av kontaktledningsanlegg system 20 A på de gitte strekninger uten Fsl på strekningen Hell - Storlien.

6 FJERNKONTROLL

6.1 BESKRIVELSE/FORUTSETNINGER

Kapittelet tar for seg fjernkontrolldelen av omformerstasjonene og fjernkontroll av kontaktledningsbrytere.

6.1.1 Beskrivelse

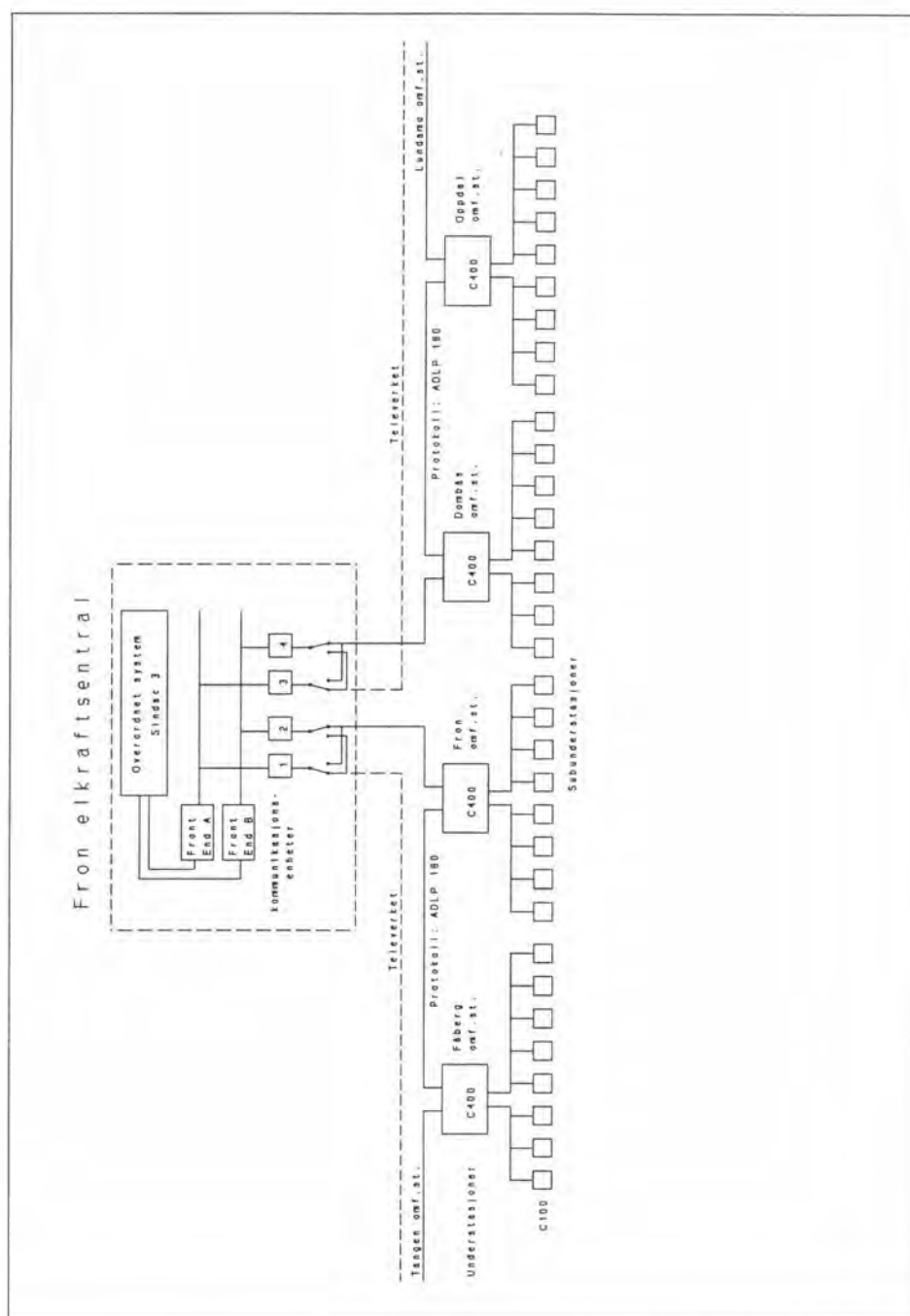
Det er satt som forutsetning at omformerstasjoner og kontaktledningsbrytere skal fjernkontrolleres fra Elkraftsentralen Fron. Det vil dermed bli snakk om en utvidelse/tilpassing av elkraftsentralen. En vurdering/utredning av plassering av ny elkraftsentral/driftsentral langs Nordlandsbanen skal vente til hovedplan for Steinkjer - Bodø utarbeides.

En oversikt over de aktuelle banestrekningene med stasjoner er vist i figur 1.1 under kapittel 1. I figur 6.1 er struktur for fjernkontrollnettet pr. i dag gitt. Ut fra Elkraftsentralen Fron ligger omformerstasjonene i serie på NSB's egen telekabel. Ut fra hver understasjon går det to linjer hvor subunderstasjonene er tilknyttet. Subunderstasjonene er fordelt slik at en får noenlunde jevn belastning på hver understasjon. I Tangen og Lundamo omformerstasjoner er det lagt inn modem, slik at omformerstasjonene kan styres fra elkraftsentralen via televerkets nett, dersom det skulle oppstå brudd på NSB's telekabel.

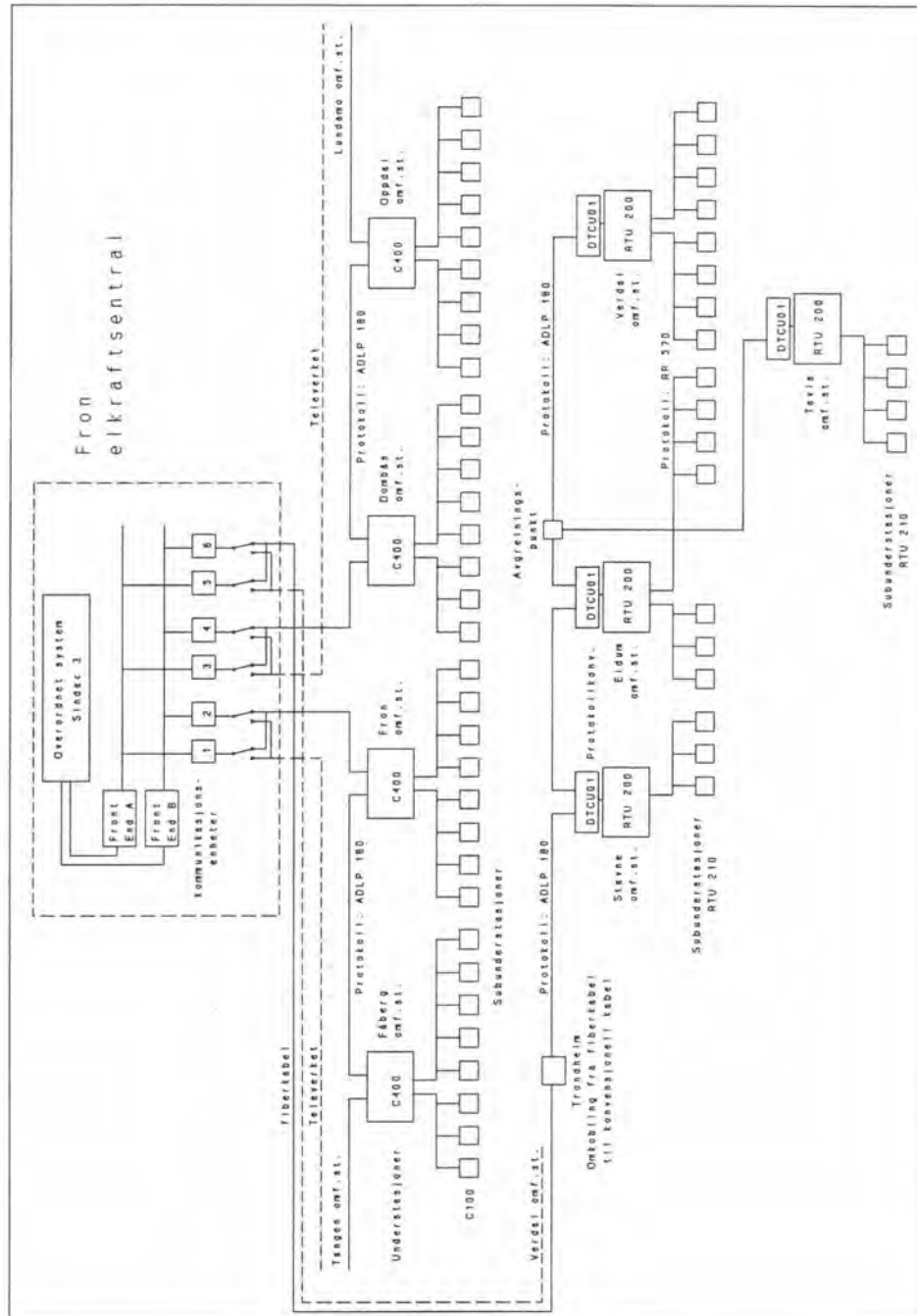
Som vist i figur 6.2 vil det ved elektrifisering av Trondheim - Steinkjer - Storlien gå en fiberkabel fra Elkraftsentralen Fron til Trondheim. Derfra vil det gå forbindelse via én langlinjekabel til Stavne, og én til Eidum og videre. Fra hver omformer-/transformatorstasjon vil det gå forbindelse til lokalstasjonene i nærheten. I Verdal omformerstasjon vil det være et modem som gir en muligheten til å styre de nye omformerstasjonene via Televerket sitt nett, dersom det skulle oppstå brudd på NSB's fiberkabel eller telekabel.

I hver omformer-/transformatorstasjon vil det stå en understasjon for fjernkontroll av stasjonen. Tilsvarende vil det ved hver lokalstasjon stå en subunderstasjon for fjernkontroll av 2 kontaktledningsbrytere. I tillegg vil det stå en protokollkonverter ("kommunikasjonsomformer") i tilknytning med hver understasjon. Denne er nødvendig for at systemet i elkraftsentralen skal kunne kommunisere med systemet i de nye understasjonene. Protokollkonvertere er ikke nødvendig i subunderstasjoner.

Sonegrensebrytere er plassert omlag midt mellom 2 og 2 omformerstasjoner, d.v.s. mellom Stavne og Hell, mellom Hell og Verdal o.s.v. I tillegg vil det være én sonegrensebryter på grensen mot Sverige. Sonegrensebryterne (SG) er tegnet inn i figur 1.1. De 3 bryterne mellom omformerstasjoner er lagt rett utenfor hovedinnkjørsignal for nærmeste lokalstasjon. På den måten vil hver sonegrensebryter kunne styres av samme subunderstasjon som kontaktledningsbryterne, ved den aktuelle lokalstasjonen. Sonegrensebryteren ved Riksgrensen kan derimot ikke forskyves i plassering, og må derfor ha egen subunderstasjon for fjernkontroll.



Figur. 6.1 Fjernkontrollstruktur pr. i dag



Figur 6.2 Fjernkontrollstruktur for strekningene Trondheim - Steinkjer - Storlien

6.1.2 Krav til systemet

Erfaringer viser at det sjelden er forstyrrelser i togdriften pga. feil i/på fjernkontrollanlegget for matestasjoner og kontaktledningsbrytere.

Tilgjengelighetskravet til sentralsystemet ble for Elkraftsentralen Fron satt til 99,5 % (dvs. 43,8 t/år ikke tilgjengelig). Erfaringer har vist at man har oppnådd tilnærmet 100 %.

6.1.2.1 Fleksibilitet

Ved eventuell feil av automatiske funksjoner, må det til enhver tid være mulig for operatøren å gripe inn manuelt og overstyre automatikken.

Feil på eller arbeide i en understasjon må ikke medføre at andre feilfrie understasjoner blir satt ut av drift.

6.1.2.2 Vedlikeholdsbehov

Vedlikehold og feilretting på understasjoner og subunderstasjoner må kunne foretas av NSB selv.

Anleggene skal i størst mulig grad være vedlikeholdsfrie under normale driftsforhold.

6.1.2.3 Reparerbarhet

Ved feil på programvaren skal modulariteten være så god at det er enkelt å lokalisere feilen, og å rette den uten at det har konsekvenser for andre deler av systemet.

Retting av utstysfeil begrenses til utskifting av defekte moduler. Feilindikeringer skal være innebygd i modulene.

6.1.2.4 Reservekraft

Understasjoner må ha reservekraft. UPS bør kreves ved mer trafikkerte baner.

6.1.3 Ledig kapasitet på hovedmaskinen i Elkraftsentralen Fron

Hoveddatamaskinen i Elkraftsentralen Fron må ha stor nok kapasitet til også kunne ta hånd om nye understasjoner og subunderstasjoner i fjernkontrollsystemet. Ledig kapasitet på hovedmaskinen vil til enhver tid være gitt av belastningen. Belastningen vil variere i takt med aktiviteten i systemet. Dvs. at når det er stor aktivitet i omformerstasjonene og på kontaktledningsnettet, vil en større del av kapasiteten være belagt. Dersom hovedmaskinen belastes med mer enn 100 % vil det resultere i at det dannes "kø" i systemet, og at reaksjonstiden dermed øker.

For å få et bilde av den daglige belastningen på hovedmaskinen i Elkraftsentralen Fron er det gjort øyeblikksregistreringer hver i time i et døgn. Registreringene skjedde 27. og 28. september 1994. Det var "normalt" liten aktivitet i registreringsperioden. Registreringsverdiene lå mellom 28,0 % og 45,0 %, mens gjennomsnittsverdien for belastningen var 34,6 %.

Behovet for tilstrekkelig kapasitet vil være størst når det skjer ting i nettet, f.eks. at en omformerstasjon faller ut. En slik registrering som er gjort her vil derfor ikke være helt "riktig", ettersom den gir et bilde av belastningen i en periode hvor behovet for ledig kapasitet er lite. Det ville være mer interessant å få til en registrering av belastningstoppen for hver time over lengre tid. Denne funksjonen er ikke tilgjengelig i hovedmaskinen i Elkraftsentralen Fron.

Ut i fra de registreringene som er gjort, synes det som at Elkraftsentralen Fron har en god del ledig kapasitet, også i høylastperioder. Det synes derfor rimelig å anta at også Trondheim - Steinkjer - Storlien kan fjernkontrolleres fra Elkraftsentralen Fron uten at kapasiteten må utvides. Ved unormalt høy aktivitet i nettet kan man risikere at reaksjonstiden i fjernkontrollsystemet blir noe større. Dette bør kunne aksepteres.

6.1.4 Forutsetninger

Det forutsettes at det vil komme en ny omformerstasjon på Stavne. Det vil ikke bli tatt hensyn til kostnadene ved denne, men det vil bli tatt utgangspunkt i at denne er med mhp. struktur i fjernkontrollnettet.

Sett fra et fjernkontrollsynspunkt vil det være liten forskjell på en omformerstasjon og en transformatorstasjon. Det er grovt sett de samme hovedkomponentene som inngår. Det vil variere en del i antall indikeringer, målinger og manøvre, men det er mer avhengig av størrelsen på stasjonen enn om det er en omformerstasjon eller transformatorstasjon. I kostnadsoverslaget vil det derfor ikke bli gjort forskjell på de to typene stasjoner. Kostnader for fjernkontroll i forbindelse med alternativ 1 og 2 under kap.4 Matestasjoner, dvs. med og uten mateledning vil derfor bli like i dette kapittelet.

Banen forutsettes elektrifisert/utbedret i etapper, f.eks. Trondheim - Stjørdal og Stjørdal - Storlien. På den måten vil BrN selv kunne stå for byggeledelse og utbygging med en rimelig utvidelse av organisasjonen.

Det tas her utgangspunkt i fire etapper ; Trondheim - Stjørdal, Stjørdal - Levanger, Levanger - Steinkjer og Hell - Storlien. Det forutsettes at hver etappe tar omlag 6 til 7 mnd.

Subunderstasjoner er som oftest installert i metallskap. På Østfoldbanen har disse skapene en størrelse på 80x80x30 cm. De skal stå innendørs. Det forutsettes her at disse skapene kan plasseres i eksisterende stasjonsbygg eller i relehus. Man vil da spare utgiftene til egne kiosker for subunderstasjonene.

6.1.5 Kostnadsoverslag

I kostnadsoverslaget er det tatt utgangspunkt i erfaringstall fra tilsvarende anlegg på Østfoldbanen. Leverandør av fjernkontrollutstyr på Østfoldbanen har vært ABB. Fjernkontrollunderstasjoner på Østfoldbanen er ABB RTU 200, mens subunderstasjonene er ABB RTU 210.

I kostnadsoverslaget er det regnet ut en enhetspris for fjernkontrolldelen i hver understasjon og i hver subunderstasjon. I dette overslaget er det også tatt høyde for de endringer som må gjøres i elkraftsentralen som følge av akkurat den gitte understasjon eller subunderstasjon. For hver strekning vil det derfor gjenstå å summere antall stasjoner av hver type.

Det regnes som mest sannsynlig at Elkraftsentralen Fron må ha en ekstra stilling i anleggsperioden. Det er i dag en mann på vakt til enhver tid. Man tenker seg da dobbel bemanning i normal arbeidstid på hverdager. Dette for å takle økt antall koblinger i nettet som følge av anleggsvirksomheten. Det forutsettes elektromaskinist med årslønn 187.000,- (lønnstrinn 11, med 16.000,- i fagarbeidertillegg). I tillegg kommer 18 % i sosiale utgifter (inkl. arb.giver avg.). Tilsammen blir dette ca. 220.000,-.

Det forutsettes at det vil bli holdt kurs for personell på fjernkontrollsystemet. Dersom leverandør tar kr. 5.000,- pr. dag pr. mann for å holde kurset, og 4 mann deltar i et 2-dagers kurs, så vil det koste kr. 40.000,-. Kurskostnadene er i liten grad avhengig av antall fjernkontrollstasjoner som skal installeres. Valg av system vil spille en større rolle. Det er derfor valgt å sette samme kurskostnad for alle 3 strekningsalternativene.

6.1.5.1 Omformerstasjon/transformatorstasjon

Kostnadene for fjernkontroll av en enkelt omformer-/transformatorstasjon vil være slik som tabell 6.1 viser.

Tekst	Kostnad
Prosjektering, ca 2 uker á 17.500 pr/ uke	35.000
Fjernkontrollenhet (ABB, RTU 200)	200.000
Protokollkonverter (ABB, DTCU 01)	25.000
Krysskoblingsskap med innhold (bl.a. et gjennomsnitt på 20 måleverdiomformere á 3.000 pr/ stk)	100.000
2 modem for kommunikasjon mot elkraftsentral/reservesamband	10.000
Innlegging av data/ opprettelse av bilder i Fron elkraftsentral, ca 2,5 uker á 17.500 pr/ uke	44.000
Montasje, ca 1 uke á 17.500 pr/ uke	17.000
Idriftsettelse, ca 1,5 uker á 17.500 pr/ uke	31.000
Sikkerhetsmann fra NSB, ca 2 uker á kr 3.000 pr/ uke	6.000
Dokumentasjon, tegningsopprettning, ca 1 uke á 17.500 pr/ uke	17.000
Sum	485.000
Omlag 10 % i diverse uforutsette kostnader	50.000
Totalpris, fjernkontroll av en omformer-/transformatorstasjon	535.000
Totalpris, fjernkontroll av én omformer-/transformatorstasjon inkl. 15.5 % avgift	618.000

Tabell 6.1 Kostnader for fjernkontroll for en enkelt omformer-/transformatorstasjon.

Eventuelt kan krysskoblingsskapet byttes ut med en HPC 560, som besørger kommunikasjon mellom understasjonen og hoveddatamaskinen, Masterpiece, dersom stasjonen har en. Kostnadene ved idriftsettelse vil da kunne reduseres noe.

6.1.5.2 Subunderstasjoner

Det forutsettes at de 2 kl-bryterne for hver stasjon, som skal fjernstyres, er plassert i samme mast iht. figur 6.2. For sonegrensebrytere vil kostnadene ved fjernkontroll i det vesentlige være identiske. Kostnadsoverslag for hver enkelt subunderstasjon vil da være som følgende.

Tekst	Kostnad
Prosjektering, ~ 2 dager á kr 3.500 pr/ dag	7.000
Subunderstasjon (ABB, RTU 210)	60.000
Kabel/ kabelkanal/ legging, ~ 100 m á kr 200 pr/ m	20.000
Montasje og utstyr i kiosk	20.000
Innlegging av data/ opprettelse av bilder i Fron elkraftsentral/ prøving og idriftsettelse	10.000
Sikkerhetsmann fra NSB, ca 1 uke á kr 3.000 pr/ uke	3.000
Dokumentasjon, tegningsopprettning, ca 1 uke á 3.500 pr/ uke	3.000
Sum	123.000
Omlag 10 % i diverse uforutsette kostnader	12.000
Totalpris fjernk. av kl-brytere ved en lokalstasjon	135.000
Totalpris, fjernkontroll av kontakledningsbrytere ved én lokalstasjon inkl. 15.5 % avgift	155.000

Tabell 6.2 Kostnader for subunderstasjon.

6.1.6 Levetid

Det er altfor mange usikre faktorer som spiller inn ved anslag av levetid på fjernkontrollanlegg til at den kan tallfestes med særlig grad av nøyaktighet. Normalt vil fjernkontrollanlegget være blant de første anleggsområdene som er nødvendig å skifte ut.

Levetiden vil blant annet være avhengig av følgende faktorer:

- Tilgang på reservedeler
- Behov for utvidelse av signalomfanget
- Tilgang på ny teknikk gir tilgang på nye muligheter, noe som "skaper nye behov"
- Eiers politikk m.h.p. oppdatering og fornyelse

Tilgangen på reservedeler skal normalt være 10 år etter at systemet er satt ut av produksjon. Normalt skifter leverandøren til et nyere og mer moderne system oftere enn hvert 10. år. Signalomfanget for styring av omformerstasjoner, transformatorstasjoner og kl-brytere vil normalt ikke endre seg særlig i løpet av anleggets levetid.

Ut i fra disse faktorene erfaring fra NSB's egne anlegg, vil levetiden for anlegget ligge mellom 10 og 20 år. Mest sannsynlig levetid vil altså være omlag 15 år.

6.2 LØSNINGER

Det vil komme en tilleggskostnad for utvidelse av front end i hovedmaskinen på Fron, for å gjøre denne klar til å ta i mot de nye stasjonene. Med utgangspunkt i at en ekstern leverandør utfører denne jobben, vil de omlag 3 til 4 ukesverkene dette tar koste ca kr. 100.000,- materiell inkludert. I Elkraftsentralen Fron vil det også være nødvendig med ett modem for ny linje ut og ett for reserve samband. Et modem koster ca. kr. 5.000,-. Det gir oss en total kostnad for utvidelse av Elkraftsentralen Fron på ca. kr. 110.000,-.

Det er nå funnet enhetspris for pr hver omformer-/transformatorstasjon og lokalstasjon. Kostnadene for fjernkontrollanlegget for de aktuelle alternativene, dvs. Trondheim - Steinkjer, Trondheim - Storlien og Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen er beregnet i de etterfølgende kapitlene.

6.2.1 Trondheim - Steinkjer

Strekningen antas bygget ut i 3 etapper. Ut fra forutsetningene vil dette kreve 1 årsverk med elektromaskinist i omlag 1,6 år på Elkraftsentralen Fron.

Ved elektrifisering av Trondheim - Steinkjer vil det være nødvendig med 2 nye understasjoner (Eidum og Verdal) og 18 ny subunderstasjoner (lokalstasjoner). Pris for fjernkontroll av strekning vil da være gitt av følgende ;

Tekst	Enhetspris	Kostnad
2 stk. omformere	535.000	1.070.000
18 stk. lokalstasjoner	135.000	2.430.000
1.6 årsverk el.mask. på Fron	220.000	352.000
Kurs	40.000	40.000
Utvidelse av Elkraftsent. Fron	110.000	110.000
Totalte kostnader eks. avgift		4.002.000
Totalt inkl. 15.5 % avgift.		4.622.000

Tabell 6.3 Pris fjernkontroll på strekningen Trondheim - Steinkjer.

6.2.2 Trondheim - Storlien

Strekningen antas bygget ut i 2 etapper. Ut fra forutsetningene vil dette kreve 1 årsverk med elektromaskinist i omlag 1,1 år på Elkraftsentralen Fron.

Ved elektrifisering av Trondheim - Storlien vil det være nødvendig med 2 nye understasjoner (Eidum og Tevla) og 11 ny subunderstasjoner (10 lokalstasjoner og 1 songrensebryter). Pris for fjernkontroll av strekning vil da være gitt av følgende ;

Tekst	Enhetspris	Kostnad
2 stk. omformere	535.000	1.070.000
11 stk. lokalstasjoner	135.000	1.485.000
1.1 årsverk el.mask. på Fron	220.000	242.000
Kurs	40.000	40.000
Utvidelse av Elkraftsent. Fron	110.000	110.000
Totale kostnader eks. avg.		2.947.000
Totalt inkl. 15.5 % avgift		3.404.000

Tabell 6.4 Pris fjernkontroll på strekningen Trondheim - Storlien

6.2.3 Trondheim - Steinkjer - Storlien

Strekningen antas bygget ut i 4 etapper. Ut fra forutsetningene vil dette kreve 1 årsverk med elektromaskinist i omlag 2,2 år på Elkraftsentralen Fron.

Ved elektrifisering av Trondheim - Steinkjer - Storlien vil det være nødvendig med 3 nye understasjoner (Eidum, Verdal og Tevla) og 23 nye subunderstasjoner (22 lokalstasjoner og 1 songrensebryter)). Pris for fjernkontroll av strekning vil da være gitt av følgende ;

Tekst	Enhetspris	Kostnad
3 stk. omformere	535.000	1.605.000
22 stk. lokalstasjoner	135.000	2.970.000
2.2 årsverk el.mask. på Fron	220.000	484.000
Kurs	40.000	40.000
Utvidelse av Elkraftsent. Fron	110.000	110.000
Totalt eks. avgift		5.209.000
Totalt inkl. 15.5 % avgift		6.016.000

Tabell 6.5 Pris fjernkontroll på strekningen Trondheim - Steinkjer og Hell - Storlien

6.2.4 Oppsummering, fjernkontroll

Kostnadene for fjernkontrollanlegget på de forskjellige strekningene er oppsummert i tabell 6.6.

Strekning:	Totalpris
Trondheim - Steinkjer	4.622.000,-
Trondheim - Storlien	3.404.000,-
Trondheim - Steinkjer - Storlien	6.016.000,-

Tabell 6.6 Kostnader inkl. 15.5 % avgift for fjernkontroll på de aktuelle strekningene

6.3 KONKLUSJON/ANBEFALING

Ved elektrifisering av en banestrekning er det nødvendig med fjernkontroll av omformer-/transformatorstasjoner og kontaktledningsbrytere for å få en rasjonell drift.

I omformer-/transformatorstasjonene kan det bli en hoveddatamaskin for overordnet styring av stasjonen. I så tilfelle vil denne kunne kobles opp mot fjernkontrollenheten, og visse besparelser i krysskoblingsskapet vil være mulige. Det er i første rekke mange mellomreleer som vil bli overflødige.

7 SIGNAL

7.1 FORUTSETNINGER

I dette kostnadsoverslaget er det tatt utgangspunkt i at strekningen Hell - Storlien utstyres med sikringsanlegg på fire stasjoner, henholdsvis Hegra, Flornes, Gudå og Kopperå. Stasjonene skal ha samtidig innkjør. På strekningen Trondheim - Steinkjer benyttes eksisterende sikringsanlegg i den form de er i dag. Hell - Storlien utstyres med linjeblokk mellom Hell - Hegra, Hegra - Flornes, Flornes - Gudå, Gudå - Kopperå og Kopperå - Storlien. Det beregnes kostnader for nye likestrømsfelter på denne strekningen.

På strekningen Trondheim - Steinkjer tas det utgangspunkt i eksisterende likestrømsfelter. Disse må modifieres noe på grunn av elektrifiseringen i henhold til krav for likestrømsfelter på elektrifisert bane fra Banedivisjonen, Teknisk kontor. Kostnadene for dette er tatt med i overslaget.

BrN ønsker å beregne likestrømsfelter for begge strekningene. Til spenningsmatning av sporfeltene benyttes nedtak av kjørestømmen med trafo og omformer. Det vil bli lagt inn trafo og omformer ved hver tilførsel til sporfeltene. Dette isteden for å legge kabel i kabelkanal, som vil falle betraktlig dyrere ut. Det er også en mulighet å benytte lokale abonnement fra E-verk, men denne løsningen er avhengig av avstand fra aktuelt punkt på linjen og til nærmeste lokale nett-punkt. Avstanden kan bli meget lang enkelte steder, som igjen vil føre til meget høy pris pr. abonnement.

Det tas ikke hensyn til modifisering av eksisterende planoverganger, untatt de som ligger på Flornes, Gudå og Kopperå stasjon, da dette går som et eget prosjekt fra Baneregion Nord. Kostnader for å fjerne gammelt utstyr er heller ikke med i kostnadsoverslaget.

Strekningen Hell - Storlien planlegges utbygd med ATS. Kostnadene for denne utbygging er tatt med i kostnadsoverslaget. Eksisterende ATS på strekningen Trondheim - Steinkjer beholdes uforandret.

Drift/frakt-, maskinleie-, og administrasjonskostnader for entreprenør er ikke tatt med i dette kapittel.

Det er ikke beregnet kostnader for provisoriske planoverganger i forbindelse med eventuell anleggstrafikk.

Det er heller ikke tatt hensyn til kostnader i forbindelse med faseomlegginger, hverken når det gjelder prosjektering/kontroll eller utbygging.

Levetiden på signalanleggene er vurdert til omlag 30 år.

7.1.1 Sikringsanlegg

7.1.1.1 Meråkerbanen

4 nye stasjoner planlegges utbygd på Meråkerbanen. Stasjonene skal sikres med samtidig innkjør og dvergtogveier med togveislutt. Banedivisjonen, Teknisk kontor arbeider med en prototype på PLS basert sikringsanlegg for to og tre spors stasjoner. Prototypen skal monteres og utprøves på Sel stasjon. Anlegget skal stå ferdig kontrollert og godkjent i mars 95, og man regner med at anlegget vil være teknisk godkjent av NSB i April 95. Denne type sikringsanlegg er benyttet i kostnadsoverslaget. Prisene som er brukt for innvendig anlegg er hentet fra Teknisk kontor som har kostnadsberegnet anlegget pr. sommeren 94. Denne type sikringsanlegg vil falle rimligere ut enn tradisjonelle sikringsanlegg.

7.1.1.2 Trondheim - Steinkjer

På denne strekningen skal eksisterende sikringsanlegg beholdes i den stand de er idag.

7.1.2 Linjeblokk

Likestrømsfelter skal bygges etter samme prinsipp på elektrifiserte baner som på ikke-elektrifiserte baner. Det som utgjør forskjellen er at det settes krav til sporfeltets lengde som er på max 2,5 km. (Iht Banverket og Banedivisjonen, Teknisk kontor). Dette er for å gjøre sporfeltet mer robust.

Det må i tillegg bygges inn et filter både i tilførsel- og returendene. Dette filteret må bygges inn på alle sporfelt, både stasjoner og linje.

For å unngå store kostnader til kabel og kabelkanal langs linjene, benyttes nedtak av kjørestømmen med trafo og omformer for spenningstilførsel til sporfeltene. Kostnadene for spenningsmatningen er tatt med under likestrømsfelt vedlegg 7.1. Det forutsettes bruk av 4 tråder i eksisterende langlinjekabel for blokkindikering og blokkstyring.

Vi gjør oppmerksom på at av sikkerhetsmessige grunner, legges alltid blokkstyring i egen 2-tråds kabel, og ikke i langlinjekabel eller andre kabler. Da overslaget er basert på å benytte langlinjekabel til blokkstyring, må dette godkjennes av teknisk kontor i Banedivisjonen.

7.1.2.1 Meråkerbanen

Det er tatt utgangspunkt i 5 linjeblokkstrekninger. Hell - Hegra, Hegra - Flornes, Flornes - Gudå, Gudå - Kopperå og Kopperå - Storlien.

Strekningen beregnes utbygd med liketrømsfelter à 2,5 km lengde. Til mating av sporfeltene benyttes nedtak av kjørestømmen med trafo og omformer.

7.1.2.2 Trondheim - Steinkjer

Eksisterende likestrømsfelter modifiseres iht. krav om at ingen sporfelter skal overstige 2,5 Km. Dette medfører at 11 linjeblokkstrekninger må bygges om med totalt 41 nye likestrømsfelter.

7.1.3 ATS

ATS utstyr på strekningen Trondheim - Steinkjer beholdes uforandret.

På Meråkerbanen ivaretar ATS sikkerheten ved samtidig innkjør. Dette forutsetter at alt rullende materiell er utstyrt med ATC.

7.1.4 CTC

På Meråkerbanen har vi beregnet ny PLS-CTC. Sikringsanleggene som er beregnet på de fire nye stasjonene har CTC funksjon innebygget. Det må derimot innstales en sentral i Trondheim med skjerm, samt CTC understasjon på Storlien. Kostnadene er hentet fra Baneservice og er tatt med under de forskjellige alternativene. Til styring av CTC vil vi også her benytte 2 tråder i eksisterende langlinjekabel mellom Hell - Storlien og Hell - Trondheim.

På strekningen Trondheim - Steinkjer vil det ikke bli endringer i eksisterende CTC anlegg.

7.2 ALTERNATIVER / KOSTNADER

Kostnadsoverslaget er inndelt i sikringsanlegg, linjeblokk, ATS og CTC for hvert alternativ.

7.2 1 Trondheim - Steinkjer

7.2.1.1 ATS, Trondheim - Steinkjer

ATS på strekningen Trondheim - Steinkjer beholdes uforandret.

7.2.1.2 Linjeblokk, Trondheim - Steinkjer

Alle eksisterende likestrømsfelt som skal beholdes må kompletteres med et støyfilter i både tilførsel- og returendene.

Filter, Pris pr sporfelt:	1.000	
Arbeidskostnader, Pris pr sporfelt:	3.000	
Sum totalt for filter til 148 sporfelter på linje og stasjon eks. avg.		592.000

Tab. 7.1 Kostnader for støyfilter for tilførsel og returendene ifb. med eksisterende likestrømsfelt.

Linjeblokkstrekninger som må bygges om med nye sporfelt. (Se vedlegg 7.1)

Mitdsandan - Hommelvik bygges om fra 1 til 2 sporfelter.
 Hommelvik - Hell bygges om fra 2 til 4 sporfelter.
 Stjørdal - Skatval bygges om fra 1 til 3 sporfelter.
 Skatval - Langstein bygges om fra 2 til 4 sporfelter.
 Langstein - Åsen bygges om fra 2 til 4 sporfelter.
 Åsen - Ronglan bygges om fra 1 til 3 sporfelter.
 Ronglan - Skogn bygges om fra 1 til 2 sporfelter
 Skogn - Levanger bygges om fra 1. til 3 sporfelter.
 Levanger - Bergsgrav bygges om fra 2 til 4 sporfelter.
 Verdal - Røra bygges om fra 1 til 4 sporfelter.
 Røre - Mæra bygges om fra 1 til 4 sporfelter.
 Mære - Steinkjer bygges om fra 1 til 4 sporfelter

Totalt 41 nye likestrømsfelter à kr 230.000,-	9.430.000
Prosjektering:	150.000
Personalkostnader:	300.000
Sum eks. avgift	9.880.000

Tabell 7.2 Kostnader for nye likestrømsfelt.

7.2.1.3 Totalt Trondheim - Steinkjer

Totalt Trondheim - Steinkjer	10.472.000
15,55% investeringsavgift av total sum	1.628.396
Totalt Trondheim - Steinkjer m/ avgift	12.100.396

Tabell 7.3 Totale kostnader for signalanlegg Trondheim - Steinkjer

7.2.2 Trondheim - Storlien7.2.2.1 ATS, Trondheim - Hell

ATS på strekningen Trondheim - Hell beholdes uforandret.

7.2.2.2 ATS, Lenkningsbaliser, Hell - Storlien

Lenkningsbaliser som er en del av ATS utbyggingen er regnet som en sum for Meråkerbanen.
(Se vedlegg 7.2)

Sum	200.000,-
-----	-----------

Tabell 7.5 Kostnader for hastighets og lenkningsbaliser for Meråkerbanen

7.2.2.3 Linjeblokk, Trondheim - Hell

Alle eksisterende likestrømsfelt som skal beholdes må kompletteres med et støyfilter i både tilførsel- og returendene.

Filter, Pris pr sporfelt	1.000	
Arbeidskostnader, Pris pr sporfelt	3.000	
Sum totalt for filter til 50 sporfelter på linje og stasjon eks. avg.		200.000

Tabell 7.6 Kostnader for støyfilter for strekningen Trondheim - Hell.

Linjeblokkstrekninger som må bygges om med nye sporfelt. (Se vedlegg 7.1)

Midsandan - Hommelvik bygges om fra 1 til 2 sporfelter.
Hommelvik - Hell bygges om fra 2 til 4 sporfelter.

Totalt 6 nye likestrømsfelter à kr 230.000,-	1.380.000
Prosjektering	30.000
Personalkostnader	80.000
Sum eks. avg.	1.490.000

Tabell 7.7 Kostnader for ombygging av linjeblokk på strekningen Trondheim - Hell

7.2.2.4 Linjeblokk, Hell - Storlien

Materiell pr. sporfelt: (Se vedlegg 7.1)	200.000	
Arbeidskostnader pr sporfelt: (Se vedlegg 7.1)	30.000	
Sum 28 stk sporfelt		6.440.000
Prosjektering		100.000
Personalkostnader		260.000
Sum eks. avg.		6.800.000

Tabell 7.8 Kostnader for linjeblokk på strekningen Hell - Storlien

7.2.2.5 Sikringsanlegg m/ATS Hell - Storlien

Strekningen Hell - Storlien består av 4 stk Stasjoner hvor materiell og kostnader for sikringsanlegget er gitt i tabell 7.9.

Ferdig innvendig anlegg m/ CTC	2.000.000
Ferdig utvendig anlegg (Se vedlegg 7.3)	1.850.000
ATS (Se vedlegg 7.4)	710.000
Div Arbeidskostnader	800.000
Prosjektering av st.	330.000
Kontroll/driftspøve	200.000
Sum pr. stasjon eks. avg.	5.890.000
Sum 4 stk stasjoner eks. avg.	23.560.000

Tabell 7.9 Kostnader for signalanlegg på 4 stasjoner på strekningen Hell - Storlien.

7.2.2.6 CTC, Hell - Storlien

PLS-CTC sentral m/ skjerm for Meråkerbanen i Trondheim	1.000.000
CTC Understasjon med tilpassning på Storlien	500.000
Sum eks. avg.	1.500.000

Tabell 7.10 Kostnader for CTC på strekningen Hell - Storlien.

7.2.2.7 Totalt Trondheim - Storlien

Totalt Trondheim - Storlien eks. avg.	33.750.000
15,55% investeringsavgift av total sum	5.248.125
Totalt Trondheim - Storlien m/ avgift	38.998.125

Tabell 7.11 Totale kostnader for strekningen Trondheim - Storlien

7.2.3 Trondheim - Steinkjer - Storlien7.2.3.1 ATS, Trondheim - Steinkjer

ATS På strekningen Trondheim - Steinkjer beholdes uforandret.

7.2.3.2 ATS, Lenkningsbaliser, Hell - Storlien

Lenkningsbaliser som er en del av ATS utbyggingen er regnet som en sum for Meråkerbanen.
(Se vedlegg 7.2)

Sum eks. avg.	200.000
---------------	---------

Tabell 7.13 Kostnader for lenkningsbaliser på strekningen Hell - Storlien.

7.2.3.3 LINJEBLOKK, Trondheim - Steinkjer

Alle eksisterende likestrømsfelt som skal beholdes må kompletteres med et støyfilter i både tilførsel- og returendene.

Filter, Pris pr sporfelt	1.000	
Arbeidskostnader, Pris pr sporfelt	3.000	
Sum totalt for filter til 148 sporfelter på linje og stasjon eks. avg.	592.000	

Tabell 7.14 Kostnader for støyfilter ifb. med likestrømsfelt på strekningen Trondheim - Steinkjer.

Linjeblokkstrekninger som må bygges om med nye sporfelt. (Se vedlegg 7.1)

Mitsandane - Hommelvik bygges om fra 1 til 2 sporfelter.
Hommelvik - Hell bygges om fra 2 til 4 sporfelter.
Stjørdal - Skatval bygges om fra 1 til 3 sporfelter.
Skatval - Langstein bygges om fra 2 til 4 sporfelter.
Langstein - Åsen bygges om fra 2 til 4 sporfelter.
Åsen - Ronglan bygges om fra 1 til 3 sporfelter.
Ronglan - Skogn bygges om fra 1 til 2 sporfelter.
Skogn - Levanger bygges om fra 1. til 3 sporfelter.
Levanger - Bergsgrav bygges om fra 2 til 4 sporfelter.
Verdal - Røra bygges om fra 1 til 4 felter.
Røra - Mæra bygges om fra 1 til 4 felter.
Mæra - Steinkjer bygges om fra 1 til 4 felter

Totalt 41 nye likestrømsfelter à kr 230.000,-	9.430.000
Prosjektering	150.000
Personalkostnader	300.000
Sum eks. avg.	9.880.000

Tabell 7.15 Kostnader for ombygging av linjeblokkene på strekningen Trondheim - Steinkjer.

7.2.3.4 Linjeblokk, Hell - Storlien

Materiell pr. sporfelt: (Se vedlegg 7.1)	200.000	
Arbeidskostnader pr sporfelt: (Se vedlegg 7.1)	30.000	
Sum 28 stk sporfelt		6.440.000
Prosjektering		100.000
Personalkostnader		260.000
Sum eks. avg.		6.800.000

Tabell 7.16 Kostnader for linjeblokk på strekningen Hell - Storlien.

7.2.3.5 Sikringsanlegg m/ATS Hell - Storlien

Strekningen Hell - Storlien består 4 stk Stasjoner hvor materiell og kostnader for sikringsanlegget er gitt i tabell 7.17.

Ferdig innvendig anlegg m/ CTC	2.000.000
Ferdig utvendig anlegg (Se vedlegg 7.3)	1.850.000
ATS (Se vedlegg 7.4)	710.000
Div Arbeidskostnader	800.000
Prosjektering av st.	330.000
Kontroll/driftspøve	200.000
Sum pr. stasjon eks. avg.	5.890.000
Sum 4 stk stasjoner eks. avg.	23.560.000

Tabell 7.17 Kostnader for signalanlegg på 4 stasjoner på strekningen Hell - Storlien.

7.2.3.6 CTC, Hell - Storlien

PLS-CTC sentral m/ skjerm for Meråkerbanen i Trondheim	1.000.000
CTC Understasjon med tilpassning på Storlien	500.000
Sum eks. avg.	1.500.000

Tabell 7.18 Kostnader for CTC på strekningen Hell - Storlien

7.2.3.7 Totalt Trondheim - Steinkjer - Storlien

Totalt Trondheim - Steinkjer - Storlien	42.532.000
15,55% investeringsavgift av total sum	6.613.726
Totalt Trondheim - Steinkjer - Storlien m/ avgift	49.145.726

Tabell 7.19 Totale kostnader for sikringsanlegg på strekningen Trondheim - Steinkjer - Storlien.

8. TELE

8.1 BESKRIVELSE/FORUTSETNINGER

Kapitel 8.1. beskriver anleggene på de aktuelle strekningene slik de er i dag og hvilke tiltak som kreves for å tilpasse dem til elektrifisert togdrift. Det blir også satt en del forutsetninger i dette kapitlet.

8.1.1. Teknisk beskrivelse/forutsetninger

Telekabler

På strekningen har NSB langlinje telekabel av type KABA som er kabel med reduksjonsfaktor. Det betyr at den skal kunne ligge i det elektromagnetiske miljø som eksisterer langs en elektrifisert strekning og likevel overholde kravene til induerte spenninger. Det man skal være klar over er at denne kabeltypen er en asfalt/jute kabel som ytterkappa forsvinner på etter en del år i bakken. Dette fører til at det ligger noe som kan ses på som en langsgående blank jordleder langs sporet med kontinuerlig kontakt til jord. Tilfeldig kobling mot skinnejord må anses som sannsynlig og kan føre til stor driftsproblemer for teleanlegg på en elektrifisert strekning. Televerket har på strekningen en kabel som går i samme trasé som NSB's kabler. Kabelen er en type kombikabel som betegnes M6 L38 H18 dvs. at den består av 6 koaksialrør, 38 par i parkabelen og 18 hjelpepar. Kabelen er av type KABA og kan derfor i utgangspunktet benyttes på elektrifisert strekning. Anlogsambandene på koaksialdelen vil i følge Televerket bli overført til fiber når SDH bygges ut i 1995 og er derfor ikke et problem i denne sammenhengen. Også denne kabelen ligger som en blank ledning langs sporet med kontinuerlig kontakt med jord og mulig tilfeldig kontakt med skinnejord.

Over stasjonsområdene på Meråkerbanen skal det legges kabelkanal. Kostnadene til kabelkanalanlegget er tatt med her. Ved bruer og i tunneler skal det legges kabelkanaler på grunn av mateledningen (alternativ 2). Kostnadene til dette kanalanlegget er ikke tatt med i dette kapitlet, kun nye telekabler.

Den type kabler som ligger på strekningen i dag skal ikke ligge i kabelkanal da de både kan være en fare for personsikkerheten til driftspersonalet og kan forårsake driftsproblemer. Det må legges ny kabel med isolerende ytterkappe på alle disse stedene. Det vil bety mange ekstra skjøter mellom ny og gammel kabel noe som ikke er særlig gunstig med tanke på antall feilkilder i kabelanlegget.

Det er liten ledig kapasitet i NSB's telekabler på strekningen. Det forutsettes at det nødvendige antall par kan frigis på strekningen Trondheim - Steinkjer for å benytte eksisterende kabel. På strekningen Hell - Storlien er det tatt med kostnader til 2 Mb/s transmisjonsutstyr på grunn av mangel på kapasitet i kabelen.

Under forutsetning av at kabelen er forskriftsmessig lagt og det ikke er kobling mellom kabel og skinnegang, bør disse kabler kunne benyttes på strekningen etter at den er elektrifisert. Returledningen som skal bygges, reduserer de elektromagnetiske påvirkningene på kablene. Kabler som er 15 - 20 år gamle vil imidlertid ikke tåle mye anleggsarbeide før det lett kan oppstå feil i dem. Antall feilkilder øker ved at kabelen må avgrenses ved kontaktledningskiosker, omformere, sporfelter og regeneratore, tilsammen over 140 nye avgreninger/termineringer på hele strekningen. I tillegg skal en del gamle avgreninger gattes. Før kabelen blir tatt i bruk bør den kvalitetsmåles for å kontrollere at slike ting som ballansering og krysstale/støy er i orden. Med alle de nye avgreningene bør også skjøter kontrolleres for å være sikker på at signaler vil nå gjennom.

Blokktelefon

På strekningen Trondheim - Steinkjer er det i dag utbygd med blokktelefon av eldre type (likestrømsimpulsert eller toneimpulsert). Dette anlegget blir derfor ikke berørt her. På Meråkerbanen må det bygges ut blokktelefon på de fire stasjonene som skal bygges med CTC-anlegg. I kostnadene er det forutsatt at det skal bygges ut med anlegg fra Stentofon (ISO 1745 multidropp protokoll). Det er forøvrig det samme systemet som er planlagt utbygd på strekningen Trondheim - Steinkjer i 1995. Det forutsettes at det er ledig kapasitet i hovedsentralen i Trondheim.

Jording av utstyr langs sporet

I forbindelse med elektrifiseringen må alt utstyr langs sporet jordes med hensyn på elektrisk drift. Det henvises til rapport "Strategi for jording og skjerming av elektroanlegg" juni 1994 [5], for nærmere strategi ved jording av utstyr langs sporet.

Samband for fjernkontrollanlegg

Fjernkontroll av omformere og kontaktledningsbrytere skal gjøres fra Fron elkraftsentral. Mellom elkraftsentralen og telerommet på Fron legges sambandet inn på et ledig par i langlinjekabelen. Her føres det inn i det digitale nettet via et ASD-kort i MUX'en og til Digimat-sentralen på Otta. I Trondheim hentes sambandet ut via et ASD-kort i sentralen og overføres til ny omformer på Stavne i ledig par i langlinjekabelen. Fra Stavne omformer går fjernstyringstrengen til omformerne på Eidum, Tevla og Verdal. Fra omformeren til substasjon for styring av kontaktledningsbrytere benyttes par i langlinjekabelen. Ved inntak til omformere skal hele kabelen tas inn og termineres. Til kontaktledningskioskene kreves det avgrensning av ti par.

8.1.2 Hva kostnadene dekker /ikke dekker

For teleanlegg er det kostnadsberegnet to alternativ.

Alternativ 1. (banestrømforsyning med 3 omformerstasjoner)

Baserer seg på at eksisterende telekabler og utstyr skal benyttes på den aktuelle strekningen. Dette forutsetter at det ikke er behov for kabelkanal på strekningen utenom de fire stasjonene på Meråkerbanen hvor det legges kabelkanal og nye telekabler. Dette på grunn av CTC-utbyggingen.

Alternativ 2. Med mateledning. (banestrømforsyning med mateledning)

Baserer seg også på at eksisterende telekabler og utstyr skal benyttes på den aktuelle strekningen. Forskjellen fra alternativ 1 er at det må kjøpes inn nye telekabler som skal legges i kanaler ved bruer og i tunneler. Dette fordi det skal bygges mateledning som krever kanaler på steder hvor den må ned i bakken. Kostnader til kabelkanaler dekkes ikke her. Ny telekabel må kjøpes sammen med gammel kabel.

Kostnadene for begge alternativene dekker innkjøp og legging av kabelkanaler på de fire stasjonene Hegra, Flornes, Gudå og Kopperå på Meråkerbanen. Her skal det bygges CTC med tilhørende blokktelefon. Kostnader til signalkabler og forlegging av disse dekkes ikke her.

Det må settes opp blokktelefon på stasjoner som skal bygges ut med CTC-anlegg på Meråkerbanen. Kostnader for blokktelefonapparater, undersentraler og nødvendige kort i hovedsentralen i Trondheim er tatt med. Kabler til sprednett for blokktelefon på stasjonene er også med.

I tillegg til kabelanlegget og blokktelefoner på Meråkerbanen vil kostnader til materiell og arbeid i forbindelse med jording av utstyr langs linjen som en følge av elektrifiseringen dekkes her. Utstyr langs linjen vil i hovedsak være blokktelefonapparater og regeneratorer.

Når det gjelder Televerkets kabler vil ikke elektrifiseringen medføre ekstra kostnader for NSB. Muligens vil Televerket vrake eksisterende kabel uten å erstatte den. NSB dekker utgiftene til kabelkanal på de steder dette kreves (ved bruer, i tunneler og på fire stasjoner Meråkerbanen) og Televerket vil dekke utgiftene til eventuell ny kabel, inkludert legging og skjøting.

8.1.3 Presentasjon av kostnader for komponenter

Nedenfor er det satt opp en del enhetspriser for de viktigste komponentene som inngår i teleanlegget.

Komponent	Enhetspris ekskl. avgift	Merknad
Kabelkanal	500 kr/m	Betongkanal med fysisk skillevegg for å skille tele- og høyspent kabler. Komplett forlagt.
METE 10 par 1,2 mm	39 kr/m	Til omformere
METE 14 par 1,2 mm	52 kr/m	Kanalkabel, langlinje tele
METE 24 par 1,2 mm	88 kr/m	Kanalkabel, langlinje tele
METE 38 par 1,2 mm	140 kr/m	Kanalkabel, langlinje tele
EEBP 10 par 0,9 mm	20 kr/m	Avgreningskabel
EEBP 6 par 0,6 mm	8 kr/m	Blokktelefonkabel spredenett på stasjoner
EEBP 2 par 0,6 mm	6 kr/m	Blokktelefonkabel spredenett på stasjoner
Blokktelefon undersentral	65.000 kr/sentral	Undersentral og nødvendig kort i hovedsentral i Trondheim. Forutsetter ledig plass i hovedsentral i Trondheim
Blokktelefonapparater	4.200 kr/apparat	Blokktelefonapparater Autel Dac 501
2 Mb/s Linjeterminal	15.000 kr/stk	For strekningen Hell - Storlien
RSM/CSM-multiplekser	30.000 kr/stk	For strekningen Hell - Storlien
Regeneratorer/forsterker	14.000 pr. stk	For strekningen Hell - Storlien
ASD	10.000 kr/stk	Asynkron/synkron dataenhet V.28 for innkobling i MUX og sentral.

Tabell 8.1 Enhetspriser på komponenter i teleanlegget.

8.2 LØSNING

8.2.1 Trondheim - Steinkjer

Eksisterende telekabler er på strekningen Trondheim - Hell en 38 par KABA fra 1969, Hell - Stjørdal en 38 par KABA fra 1977 og Stjørdal - Steinkjer ligger en 24 par KABA fra 1977. I tillegg har Televerket kabel på strekningen.

Strekningen er utbygd med blokktelefon.

8.2.1.1. Alternativ 1. Uten ny telekabel i tunneler og bruer

Kabel

Telekabelen på strekningen har liten ledig kapasitet. Mellom Trondheim og Stjørdal er det pr. i dag 6 ledige par. Mellom Stjørdal og Steinkjer er det ingen. Kapasitetsmessig er vi avhengig av å få frigjort minimum 5 par for å unngå å legge ny kabel mellom Stjørdal og Steinkjer. Det skal inn fjernstyring av omformere og kontaktledningsbrytere på strekningen som følge av elektrifiseringen. Det kan fort bli kapasitetsproblemer i telekabelen. Det settes som forutsetning at 5 par kan frigis, tre par til fjernstyring av omformere og to par til fjernstyring av kontaktledningsbryterne.

Kabelen må avgrenses/termineres på strekningen med de parene som skal til omformere, kontaktledningskioskene og sporfeltene. Blokkstyring og blokkindikering går i telekabelen i dag. Fordi plassering av sporfelter blir endret, må kabelen avgrenses på 41 nye steder. I tillegg må en del gamle avgreninger gattes. For kabel som er 15 til 25 år gammel fører dette til større sannsynlighet for feil i kabelanlegget. På denne strekningen vil det være 18 avgreninger i forbindelse med fjernstyring av kontaktledningsbrytere og termineringer i 1 omformer. I omformeren og substasjonen for styring av kontaktledningsbrytere termineres kabelen på kabelhode (eventuelt brytesats). Ved inntak til omformere skal 10 pars METE tas inn og termineres. Til kontaktledningsbryterne kreves det avgrening av 10 par. Her legges EEBP.

Det beregnes ingen kostnader vedrørende Televerkets kabel på strekningen. Eventuelle kostnader for arbeider med eksisterende kabel eventuelt, ny kabel forutsettes dekket av Televerket.

Materiell og arbeid	Pris pr. enhet	Antall	Sum
Lokalkabel EEBP 10 par 0,9 mm	20 kr/m	3.000 m	60.000
METE 10 par til omformer	39 kr/m	1.000 m	39.000
Materiell til terminering og avgrening	3.000 kr/stk	60 stk	180.000
Legging av kabel til omformer	300 kr/m	1.000 m	300.000
Arbeid avgrening/terminering	350 kr/time	350 t	123.000
Totalt ekskl. invest. avgift			702.000
Totalt inkl. 15,55% invest. avgift			811.000

Tabell 8.2 Kostnader kabelanlegg Trondheim - Steinkjer. Alternativ 1.

Blokktelefon

Det beregnes ingen kostnader til blokktelefon på strekningen.

Utstyr langs sporet

Det må beregnes kostnader i forbindelse med jording av utstyr langs sporet for å tilpasse forholdene til elektrifisert strekning. Det dreier seg i hovedsak om blokktelefonapparater.

Materiell og arbeid	Pris pr. enhet	Antall	Sum
Isolert jordleder	20 kr/m	700 m	14.000
Jordingsmateriell	1.000 kr/jording	100 jordpkt	100.000
Arbeid	350 kr/time	250 t	88.000
Totalt ekskl. inv.avgift			202.000
Totalt inkl. 15,55% . inv.avgift			233.000

Tabell 8.3 Kostnader jording av utstyr langs sporet Trondheim - Steinkjer. Alternativ 1

Samband for fjernkontrollanlegg

Fjernkontroll av omformere og kontaktledningsbrytere skal gjøres fra Fron elkraftsentral. Mellom elkraftsentralen og telerommet på Fron legges sambandet inn på et ledig par i langlinjekabelen eventuelt på modem (forutsetter ledige par). Her føres det inn i det digitale nettet via et ASD-kort i MUX'en og til Digimat-sentralen på Otta. I Trondheim hentes sambandet ut via et ASD-kort i sentralen og overføres til ny omformer på Stavne i ledig par i langlinjekabelen eventuelt på modem (forutsetter ledige par). Fra Stavne omformer går fjernstyringstrengen til omformerne på Eidum, Tevla og Verdal. Fra omformeren til substasjon for styring av kontaktledningsbrytere benyttes par i langlinjekabelen.

Materiell og arbeid	Pris pr. enhet	Antall	Sum
ASD kort	10.000 kr/stk	2 stk	20.000
Arbeid	350 kr/time	150 timer	53.000
Totalt ekskl. inv.avgift			73.000
Totalt inkl. 15,55% inv.avgift			84.000

Tabell 8.4 Kostnader samband for fjernkontrollanlegg Trondheim - Steinkjer. Alternativ 1

Totale kostnader alternativ 1.

De totale kostnadene for alternativ 1, uten ny telekabel i tunneler og bruer eksklusiv investeringsavgift blir på kr. 977.000,-

De totale kostnadene for alternativ 1, uten ny telekabel i tunneler og bruer inklusiv investeringsavgift blir på kr. 1.128.000,-

8.2.1.2. Alternativ 2. Mateledningsalternativet med ny kabel i tunneler og bruer

Alternativ 2 har de samme kostnader som alternativ 1 men i tillegg kommer kostnader til ny telekabel og skjøting av denne ved bruer og i tunneler. Dette baserer seg på at det skal legges kanaler på grunn av mateledning på strekningen.

Materiell og arbeid	Pris pr. enhet	Antall	Sum
Langlinjekabel METE 24 par 1,2 mm	88 kr/m	2000 m	176.000
Langlinjekabel METE 38 par 1,2 mm	140 kr/m	2000 m	280.000
Skjøtemateriell	3.000 kr/skjøt	60 stk	180.000
Legging av kabel i kanal	20 kr/m	4000 m	80.000
Arbeid	350 kr/time	300 t	105.000
Totalt ekskl. inv.avgift			821.000
Totalt inkl. 15,55% inv.avgift			949.000

Tabell 8.5 Kostnader kabelanlegg Trondheim - Steinkjer. Alternativ 2.

Totale kostnader alternativ 2 med mateledning.

De totale kostnadene for alternativ 2, med ny telekabel i tunneler og bruer eksklusiv investeringsavgift blir på 1.798.000,-

De totale kostnadene for alternativ 2, med ny telekabel i tunneler og bruer inklusiv investeringsavgift blir på 2.077.000,-

8.2.2 Trondheim - Storlien

Eksisterende telekabler er på strekningen Trondheim - Hell en 38 par KABA fra 1969 og på strekningen Hell - Storlien en 14 par KABA fra 1970. I tillegg har Televerket kabel på strekningen.

Strekningen Trondheim - Hell er utbygd med blokktelefon. Strekningen Hell - Storlien er ikke utbygd med blokktelefon.

8.2.2.1. Alternativ 1. Uten ny telekabel i tunneler og bruer

Kabel

Telekabelen på strekningen har liten ledig kapasitet. Mellom Trondheim og Hell er det pr. i dag 6 ledige par. Mellom Hell og Storlien er det 2 par ledig. Kapasitetsmessig er vi avhengig av å bygge ut med PCM-utstyr for å unngå å legge ny kabel mellom Hell og Storlien. Det skal inn fjernstyring av omformere og kontaktledningsbrytere på strekningen som følge av elektrifiseringen. Dette krever 5 par. I tillegg må vi ha inn blokktelefon, PLS-CTC, blokkstyring og blokkindikering på strekningen Hell - Storlien. For å løse det kapasitetsproblemet vi har er det beregnet kostnader til 2 Mb/s transmisjonsutstyr.

Kabelen må avgrenses/termineres på strekningen med de parene som skal til omformere, kontaktledningskioskene, sporfeltene og regeneratorene. Blokkstyring og blokkindikering går i kabelen på strekningen Trondheim - Hell i dag. Fordi plassering av sporfelte blir endret, må kabelen avgrenses på 10 nye steder. I tillegg må en del av de gamle avgreningene gattes. På strekningen Hell - Storlien skal blokkstyring og blokkindikering gå i telekabelen som derfor må avgrenses på 32 steder. For kabel som er 15 til 25 år gammel fører dette til større sannsynlighet for feil i kabelanlegget. På denne strekningen vil det være 12 avgreninger i forbindelse med fjernstyring av kontaktledningsbrytere og termineringer i 2 omformere. I omformeren og substasjonen for styring av kontaktledningsbrytere termineres kabelen på kabelhode (eventuelt brytesats). Ved inntak til omformere skal 10 pars METE tas inn og termineres. Til kontaktledningsbryterne kreves det avgrening av 10 par. Her legges EEBP. Kabelen skal avgrenses for hver 1700 m til regeneratorene på strekningen Hell - Storlien, totalt 43 steder.

På Meråkerbanen skal stasjonene Hegra, Flornes, Gudå og Kopperå bygges ut med CTC inkludert blokktelefon. Det må legges nye kabler til CTC-anlegget og til blokktelefon på disse stasjonene. Det skal derfor legges kabelkanal på stasjonsområdene. Som kabler i sprednett for blokktelefon på stasjonene legges det kabel av type EEBP 6 par og 2 par. Det skal også legges ny langlinje telekabel over stasjonsområdene på disse stasjonene. Det legges kanalkabel av type METE 14 par.

Det beregnes ingen kostnader vedrørende Televerkets kabel på strekningen. Eventuelle kostnader for arbeider med eksisterende kabel eventuelt ny kabel, forutsettes dekket av Televerket.

Materiell og arbeid	Pris pr. enhet	Antall	Sum
Kabelkanal i betong m/ midskiller 300 mm x 300 mm	500 kr/m	11 500 m	5.750.000
Kummer	2700 kr/stk	20 stk	54.000
Langlinjekabel METE 14 par 1,2 mm	52 kr/m	13000 m	676.000
Langlinjekabel METE 10 par 1,2 mm	39 kr/m	500 m	20.000
Lokalkabel EEBP 10 par 0,9 mm	20 kr/m	2500 m	50.000
Lokalkabel EEBP 2 par 0,6 mm	6 kr/m	7700 m	46.000
Lokalkabel EEBP 6 par 0,6 mm	8 kr/m	3800 m	31.000
Materiell til terminering og avgrening	3000 kr/stk	98 stk	294.000
Legging av kabel til omformer	300 kr/m	500 m	150.000
Legging av kabel i kanal	20 kr/m	27000 m	540.000
Arbeid terminering og avgrening	350 kr/time	500 t	175.000
Totalt ekskl. inv.avgift			7.786.000
Totalt inkl. 15,55% inv.avgift			8.997.000

Tabell 8.6 Kostnader kabelanlegg Trondheim - Storlien. Alternativ 1.

Transmisjon

På strekningen Hell - Storlien etableres det et 2 Mb/s transmisjonssystem på eksisterende 14 par kobberkabel. Dette for å dekke opp for manglende kapasitet i kabelen. Systemet avtappes på stasjonene Hegra, Flornes, Gudå og Kopperå. Mellom stasjonene vil det være behov for regeneratore/forsterkere for hver 1700m.

Materiell og arbeid	Pris pr. enhet	Antall	Sum
2 Mb/s Linjeterminal	15.000 kr/stk	6 stk	90.000
RSM/CSM-multiplekser	30.000 kr/stk	6 stk	180.000
Regenerator/forsterker	14.000 kr/stk	43 stk	602.000
Arbeid	350 kr/time	500 timer	175.000
Totalt ekskl. inv.avgift			1.047.000
Totalt inkl.15,55% inv.avgift			1.210.000

Tabell 8.7 Kostnader transmisjon Trondheim - Storlien. Alternativ 1.

Blokktelefon

Det er utbygd blokktelefon på strekningen Trondheim - Hell i dag. Dette er et likestrømsimpulsert eller toneimpulsert anlegg basert på releteknikk. Det foreligger planer om å skifte ut blokktelefon på strekningen til et nytt elektronisk system (ISO 1745 multidropp protokoll) i løpet av 1995.

På strekningen Hell - Storlien er det ikke bygd ut med blokktelefon. De fire stasjonene Hegra, Flornes, Gudå og Kopperå på Meråkerbanen må bygges ut med blokktelefon. Kostnadene er basert på nytt elektronisk system fra Stentofon (ISO 1745 multidropp protokoll) tilsvarende det som er tenkt på Trondheim - Hell i 1995.

Materiell og arbeid	Pris pr. enhet	Antall	Sum
Undersentral	65.000 kr/sentral	4 stk	260.000
Kort i hovedsentralen Trondheim			30.000
Blokktelefonapparater	4200 kr/apparat	30 stk	126.000
Arbeid	350 kr/time	400 timer	140.000
Totalt ekskl. inv.avgift			556.000
Totalt inkl.15,55% inv.avgift			643.000

Tabell 8.8 Kostnader blokktelefon Trondheim - Storlien. Alternativ 1.

Utstyr langs sporet

Det må beregnes kostnader i forbindelse med jording av utstyr langs sporet for å tilpasse forholdene til elektrifisert strekning. Det dreier seg i hovedsak om blokktelefonapparater og regeneratore. Her er det beregnet kostnader for jording av eksisterende utstyr og nye blokktelefonapparater som settes opp på Meråkerbanen.

Materiell og arbeid	Pris pr. enhet	Antall	Sum
Isolert jordleder	20 kr/meter	450 meter	9.000
Jordingsmateriell	1.000 kr/jording	60 jordpkt	60.000
Arbeid	350 kr/time	200 timer	70.000
Totalt ekskl. inv.avgift			139.000
Totalt inkl. 15,55% inv.avgift			161.000

Tabell 8.9 Kostnader jording av utstyr langs sporet Trondheim - Storlien. Alternativ 1.

Samband for fjernkontrollanlegg

Fjernkontroll av omformere og kontaktledningsbrytere skal gjøres fra Fron elkraftsentral. Mellom elkraftsentralen og telerommet på Fron legges sambandet inn på et ledig par i langlinjekabelen eventuelt på modem (forutsetter ledige par). Her føres det inn i det digitale nettet via et ASD-kort i MUX'en og til Digimat-sentralen på Otta. I Trondheim hentes sambandet ut via et ASD-kort i sentralen og overføres til ny omformer på Stavne i ledig par i langlinjekabelen eventuelt på modem (forutsetter ledige par). Fra Stavne omformer går fjernstyringstrengen til omformerne på Eidum, Tevla og Verdal. Fra omformeren til substasjon for styring av kontaktledningsbrytere benyttes par i langlinjekabelen.

Materiell og arbeid	Pris pr. enhet	Antall	Sum
ASD kort	10.000 kr/stk	2 stk	20.000
Arbeid	350 kr/time	150 timer	53.000
Totalt ekskl. inv.avgift			73.000
Totalt inkl. 15,55% inv.avgift			84.000

Tabell 8.10 Kostnader samband for fjernkontrollanlegg Trondheim - Storlien. Alternativ 1.

Totale kostnader alternativ 1.

De totale kostnadene for alternativ 1, uten ny telekabel i tunneler og bruer eksklusiv investeringsavgift blir på kr. 9.601.000,-

De totale kostnadene for alternativ 1, uten ny telekabel i tunneler og bruer inklusiv investeringsavgift blir på kr. 11.095.000,-

8.2.2.2. Alternativ 2. Mateledning med ny telekabel i tunneler og bruer

Alternativ 2 har de samme kostnader som alternativ 1 men i tillegg kommer kostnader til ny telekabel og skjøting av denne ved bruer og i tunneler. Dette baserer seg på at det skal legges kanaler på grunn av mateledning på strekningen.

Materiell og arbeid	Pris pr. enhet	Antall	Sum
Langlinjekabel METE 24 par 1,2 mm	88 kr/m	1.500 m	132.000
Langlinjekabel METE 14 par 1,2 mm	52 kr/m	1.000 m	52.000
Skjøtemateriell	3.000 kr/skjøt	43 stk	129.000
Legging av kabel i kanal	20 kr/m	3.500 m	70.000
Arbeid	350 kr/time	200 timer	70.000
Totalt ekskl. inv.avgift			453.000
Totalt inkl. 15,55% inv.avgift			523.000

Tabell 8.11 Kostnader kabelanlegg Trondheim - Storlien. Alternativ 2.

Totale kostnader alternativ 2. Mateledningsalt.

De totale kostnadene for alternativ 2, med ny telekabel i tunneler og bruer eksklusiv investeringsavgift blir på kr. 10.054.000,-

De totale kostnadene for alternativ 2, med ny telekabel i tunneler og bruer inklusiv investeringsavgift blir på kr. 11.618.000,-

8.2.3 Trondheim - Steinkjer - Storlien

Eksisterende telekabler er på strekningen Trondheim - Hell en 38 par KABA fra 1969, Hell - Stjørdal en 38 par KABA fra 1977, Stjørdal - Steinkjer en 24 par KABA fra 1977 og på strekningen Hell - Storlien en 14 par KABA fra 1970. I tillegg har Televerket kabel på strekningen.

Strekningen Trondheim - Hell - Steinkjer er utbygd med blokktelefon. Strekningen Hell - Storlien er ikke utbygd med blokktelefon.

8.2.3.1. Alternativ 1. Uten ny telekabel i tunneler og bruer**Kabel**

Telekabelen på strekningen har liten ledig kapasitet. Mellom Trondheim og Stjørdal er det pr. i dag 6 ledige par. Mellom Stjørdal og Steinkjer er det ingen og Hell - Storlien har i dag 2 par ledig. Kapasitetsmessig er vi avhengig av å få frigjort 5 par mellom Stjørdal og Steinkjer å bygge ut med PCM-utstyr mellom Hell og Storlien for å unngå å legge ny kabel. Det skal inn fjernstyring av omformere og kontaktledningsbrytere på strekningen som følge av elektrifiseringen. Dette krever 5 par. I tillegg må vi inn med blokktelefon, PLS-CTC, blokkstyring og blokkindikering på strekningen Hell - Storlien. For å løse det kapasitetsproblemet vi har er det beregnet kostnader til 2 Mb/s transmisjonsutstyr.

Kabelen må avgrenses/termineres på strekningen med de parene som skal til omformere, kontaktledningskioskene, sporfeltene, og regeneratorne. Blokkstyring og blokkindikering går i kabelen på strekningen Trondheim - Hell - Steinkjer i dag. Fordi plassering av sporfelte blir endret, må kabelen avgrenses 41 nye steder på denne strekningen. I tillegg må en del gamle avgreninger gattes. På Meråkerbanen skal blokkstyring og blokkindikering gå i kabelen som derfor må avgrenses 32 nye steder. For kabel som er 15 til 25 år gammel fører dette til større sannsynlighet for feil i kabelanlegget. Totalt vil det være 23 avgreninger i forbindelse med fjernstyring av kontaktledningsbrytere og termineringer i 3 omformere. I omformerne og substasjonen for styring av kontaktledningsbrytere termineres kabelen på kabelhode (eventuelt brytesats). Ved inntak til omformere skal 10 pars METE tas inn og termineres. Til kontaktledningsbryterne kreves det avgreining av 10 par. Her legges EEBP. Kabelen skal avgrenses for hver 1700 m til regeneratorer på strekningen Hell - Storlien, totalt 43 steder.

På Meråkerbanen skal stasjonene Hegra, Flornes, Gudå og Kopperå bygges ut med CTC inkludert blokktelefon. Det må legges nye kabler til CTC-anlegget og til blokktelefon på disse stasjonene. Det skal derfor legges kabelkanal på stasjonsområdene. Som kabler i sprednett for blokktelefon på stasjonene legges det kabel av type EEBP 6 par og 2 par. Det skal også legges ny langlinje telekabel over stasjonsområdene på disse stasjonene. Det legges kanalkabel av type METE 14 par.

Det beregnes ingen kostnader vedrørende Televerkets kabel på strekningen. Eventuelle kostnader for arbeider med eksisterende kabel eventuelt, ny kabel forutsettes dekket av Televerket.

Materiell og arbeid	Pris pr. enhet	Antall	Sum
Kabelkanal i betong m/ midskiller 300 mm x 300 mm	500 kr/meter	11.500 m	5.750.000
Kummer	2.700 kr/stk	20 stk	54.000
Langlinjekabel METE 14 par 1,2 mm	52 kr/m	13.000 m	676.000
Langlinjekabel METE 10 par 1,2 mm	39 kr/m	500 m	20.000
Lokalkabel EEBP 10 par 0,9 mm	20 kr/m	4.000 m	80.000
Lokalkabel EEBP 2 par 0,6 mm	6 kr/m	7.700 m	46.000
Lokalkabel EEBP 6 par 0,6 mm	8 kr/m	3.800 m	31.000
Materiell til terminering og avgreining	3.000 kr/stk	142 stk	426.000
Legging av kabel til omformer	300 kr/m	1.200 m	360.000
Legging av kabel i kanal	20 kr/m	27.000 m	540.000
Arbeid terminering og avgreining	350 kr/time	700 timer	245.000
Totalt ekskl. inv.avgift			8.228.000
Totalt inkl. 15,55% inv.avgift			9.507.000

Tabell 8.12 Kostnader kabelanlegg Trondheim - Steinkjer - Storlien. Alternativ 1.

Transmisjon

På strekningen Hell - Storlien etableres det et 2 Mb/s transmisjonssystem på eksisterende 14 par kobberkabel. Dette for å dekke opp for manglende kapasitet i kabelen. Systemet avtappes på stasjonene Hegra, Flornes, Gudå og Kopperå. Mellom stasjonene vil det være behov for regeneratorer/forsterkere for hver 1700m.

Materiell og arbeid	Pris pr. enhet	Antall	Sum
2 Mb/s Linjeterminal	15.000 kr/stk	6 stk	90.000
RSM/CSM-multiplekser	30.000 kr/stk	6 stk	180.000
Regenerator/forsterker	14.000 kr/stk	43 stk	602.000
Arbeid	350 kr/time	500 t	175.000
Totalt ekskl. inv.avgift			1.047.000
Totalt inkl.15,55% inv.avgift			1.210.000

Tabell 8.13 Kostnader transmisjon Trondheim - Steinkjer - Storlien. Alternativ 1.

Blokktelefon

Det er utbygd blokktelefon på strekningen Trondheim - Stjørdal - Steinkjer i dag. Dette er et likestrømsimpulsert eller toneimpulsert anlegg basert på releteknikk. Det foreligger planer om å skifte ut blokktelefon på strekningen til et nytt elektronisk system (ISO 1745 multidropp protokoll) i løpet av 1995.

På strekningen Hell - Storlien er det ikke bygd ut med blokktelefon. De fire stasjonene Hegra, Flornes, Gudå og Kopperå på meråkerbanen må bygges ut med blokktelefon. Kostnadene er basert på nytt elektronisk system fra Stentofon (ISO 1745 multidropp protokoll) tilsvarende det som er tenkt på Trondheim - Hell i 1995.

Materiell og arbeid	Pris pr. enhet	Antall	Sum
Undersentral	65.000 kr/sentral	4 stk	260.000
Kort i hovedsentralen Trondheim			30.000
Blokktelefonapparater	4.200 kr/apparat	30 stk	126.000
Arbeid	350 kr/time	400 t	140.000
Totalt ekskl. inv.avgift			556.000
Totalt inkl. 15,55% inv.avgift			643.000

Tabell 8.14 Kostnader blokktelefon Trondheim - Steinkjer - Storlien. Alternativ 1

Utstyr langs sporet

Det må beregnes kostnader i forbindelse med jording av utstyr langs sporet for å tilpasse forholdene til elektrifisert strekning. Det dreier seg i hovedsak om blokktelefonapparater og regeneratore. Her er det beregnet kostnader for jording av eksisterende utstyr og nye blokktelefonapparater som settes opp på Meråkerbanen.

Materiell og arbeid	Pris pr. enhet	Antall	Sum
Isolert jordleder	20 kr/m	1.150 m	23.000
Jordingsmateriell	1.000 kr/ jording	160 pkt	160.000
Arbeid	350 kr/time	350 t	123.000
Totalt ekskl. inv.avgift			306.000
Totalt inkl. 15,55% inv.avgift			353.000

Tabell 8.15 Kostnader jording av utstyr langs sporet Trondheim - Steinkjer - Storlien. Alternativ 1

Samband for fjernkontrollanlegg

Fjernkontroll av omformere og kontaktledningsbrytere skal gjøres fra Fron elkraftsentral. Mellom elkraftsentralen og telerommet på Fron legges sambandet inn på et ledig par i langlinjekabelen eventuelt på modem (forutsetter ledige par). Her føres det inn i det digitale nettet via et ASD-kort i MUX'en og til Digimat-sentralen på Otta. I Trondheim hentes sambandet ut via et ASD-kort i sentralen og overføres til ny omformer på Stavne i ledig par i langlinjekabelen eventuelt på modem (forutsetter ledige par). Fra Stavne omformer går fjernstyringstrengen til omformerne på Eidum, Tevla og Verdal. Fra omformeren til substasjon for styring av kontaktledningsbrytere benyttes par i langlinjekabelen.

Materiell og arbeid	Pris pr. enhet	Antall	Sum
ASD kort	10.000 kr/stk	2 stk	20.000
Arbeid	350 kr/time	150 t	53.000
Totalt ekskl. inv.avgift			73.000
Totalt inkl. 15,55% inv.avgift			84.000

Tabell 8.16 Kostnader samband for fjernkontrollanlegg Trondheim - Steinkjer - Storlien. Alternativ 1

Totale kostnader alternativ 1.

De totale kostnadene for alternativ 1, uten ny telekabel i tunneler og bruer eksklusiv investeringsavgift blir på 10.210.000,-

De totale kostnadene for alternativ 1, uten ny telekabel i tunneler og bruer inklusiv investeringsavgift blir på 11.797.000,-

8.2.3.2. Alternativ 2. Mateledning med ny telekabel i tunneler og bruer

Alternativ 2 har de samme kostnader som alternativ 1, men i tillegg kommer kostnader til ny telekabel og skjøting av denne ved bruer og i tunneler. Dette baserer seg på at det skal legges kanaler på grunn av mateledning på strekningen.

Materiell og arbeid	Pris pr. enhet	Antall	Sum
Langlinjekabel METE 24 par 1,2 mm	88 kr/m	2.000 m	176.000
Langlinjekabel METE 38 par 1,2 mm	140 kr/m	2.000 m	280.000
Langlinjekabel METE 14 par 1,2 mm	52 kr/m	1.000 m	52.000
Skjøtemateriell	3.000 kr/skjøt	99 stk	297.000
Legging av kabel i kanal	20 kr./m	5.000 m	100.000
Arbeid	350 kr/timr	400 t	140.000
Totalt ekskl. inv.avgift			1.045.000
Totalt inkl. 15,55% inv.avgift			1.207.000

Tabell 8.17 Kostnader kabelanlegg Trondheim - Steinkjer - Storlien. Alternativ 2, dvs. med mateledning.

Totale kostnader alternativ 2. Mateledningsalternativet

De totale kostnadene for alternativ 2, med ny telekabel i tunneler og bruer eksklusiv investeringsavgift blir på 11.255.000,-

De totale kostnadene for alternativ 2, med ny telekabel i tunneler og bruer inklusiv investeringsavgift blir på 13.004.000,-

8.3 KONKLUSJON/ANBEFALING

Kapittelet er bygd opp med tanke på at dagens løsninger og utstyr skal benyttes i mest mulig grad. Dette er etter ønske fra oppdragsgiver.

Ved alle bruer og i tunneler er det forutsatt at det skal skjøtes inn ny kabel med isolerende ytterkappe. Det vil ikke være særlig gunstig med tanke på antall feilkilder i kabelanlegget. Dessuten er det vanskelig å si hvordan dette vil påvirke kablens elektriske egenskaper. Samtidig er det ikke aktuelt å flytte de gamle kablene opp i kabelkanalen fordi de har elektrisk ledende ytterkappe og skal derfor ikke ligge i kabelkanal.

Det er dårlig med kapasitet i eksisterende kabler på strekningen. Det gjelder spesielt strekningen Hell - Storlien. 2 Mb/s transmisjon på parkabel på strekningen Hell - Storlien er en løsning som blir valgt for å kunne benytte eksisterende 14 par kabel.

Vår anbefaling er imidlertid at det ikke bør bygges elektrifisert bane i dag uten at det legges fiberkabel som langlinjekabel. Dette er den eneste løsningen som kan overholde de krav som stilles til personvern og støy. Dessuten er fiberkabel det eneste som er bra nok til å kunne overholde de stadig økende krav til kvalitet og tilgjengelighet i telenettet. Som lokalkabel kan det benyttes kobberkabler.

Oppsummering av kostnadene

Strekning	Kostnader alternativ 1 Uten ny telekabel i tunneler og bruer	Kostnader alternativ 2 Mateledning med ny telekabel i tunneler og bruer
Trondheim - Steinkjer	kr. 1.128.000	kr. 2.077.000
Trondheim - Storlien	kr. 11.095.000	kr. 11.618.000
Trondheim - Steinkjer - Storlien	kr. 11.792.000	kr. 13.004.000

Tabell 8.18 Totale kostnader teleanlegg inkludert investeringsavgift.

9 VEDLIKEHOLD- OG DRIFTSUTGIFTER

9.1 BESKRIVELSE/FORUTSETNINGER

Sammenstillingen av dette kapitlet som omhandler kostnadene vedrørende drift og vedlikehold av det elektriske anlegget er inndelt slik at hvert fagområde er presentert i et underkapittel. For alle alternativene som er kostnadsberegnet i dette overslaget foreslås det at det opprettes stasjoneringsssted i nærheten av en omformerstasjon, nærmere bestemt ved Hell stasjon Stasjonering på Hell vil være best med tanke på at Meråkerbanen avgreines fra Nordlandsbanen ved Hell. For enklest/hurtigst mulig å komme ut på begge banestrekningene vil denne plasseringen av stasjoneringssstedet være den beste.

For investeringskostnadene er det tatt utgangspunkt i at stasjoneringssstedet skal dekke opp en elektrifisering av hele banestrekningen, dvs. Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen. Det er ikke tatt i betraktning at en elektrifisering av bare et av de alternativene som er kostnadsvurdert også vil ha en kostnadsmessig innvirkning på stasjoneringssstedet. Det kan imidlertid sies at dersom bare ett av de vurderte alternativene bygges ut, vil det være behov for et mindre antall årsverk og lavere årlige driftsutgifter for å vedlikeholde strekningen enn det antall årsverk som er lagt til grunn i denne hovedplanen.

9.2 STASJONERINGSSTED

Som beskrevet i kapittel 9.1 er stasjoneringssstedet for ledningsavdelingen tenkt plassert på stasjonsområdet på Hell stasjon. I den forbindelse er dagens situasjon på stasjonsområdet kartlagt og det er tatt en beslutning/forutsetning på hvilken bygningsmessig løsning og plassering som kan være aktuell. Den valgte løsning bygger på hvilken funksjon et slikt stasjoneringsssted har og hva som kreves for å ivareta miljømessige faktorer på en arbeidsplass. Selve bygningen har i prinsipp samme standard og romprogram som den bygning ledningsavdelingen på Oppdal disponerer. Plasseringsmessig er bygningen plassert i nær tilknytning til eksisterende buttspor, som tidligere har vært brukt til lastespor for flis fra nærliggende sagbruk. Det er ikke kostnadsberegnet bygging av nytt sidespor da det forutsettes at eksisterende buttspor kan benyttes. Vedlegg 9.1 viser plassering av bygningen og hvilket område på stasjonen som er tenkt disponert av ledningsavdelingen. Det er laget et kostnadsoverslag på hovedplannivå over de kostnader som påløper som følge av bygging av ledningsavdelingens stasjoneringsssted inkludert tilpassing av uteareal. Disse kostnader er gitt i tabell 9.1.

Spesifikasjon	Kostnad
Bygging av hus	2.750.000
Parkering/veg- (grus)	50.000
Diverse	200.000
Totalt eks. avgift	3.000.000
Totalt inkl. avgift	3.465.000

Tabell 9.1 Kostnad for bygning til ledningsavdeling

Spesifikasjon	Mengder	Kostnad
Robeltralle komplett m/lastehenger og tipp	1	3.500.000
Revisjonsvogn m/kuvelift u/ løfteplattform	1	5.561.000
Materiell for kriselager	Kontaktledningsmateriell	550.000
Verktøy	Personlig til 8 mann	48.000
Biler for vedlikeholdsavd.	2 stk.	400.000
Spesialverktøy	Til felles bruk	200.000
Sum investeringskostnader		10.259.000
Sum investeringskostnader inkludert investeringsavgift på 15,5%		11.849.145

Tabell 9.2 Investeringskostnader for maskiner, verktøy og kriselager

Av tabell 9.2 kan det leses at det vil komme en kostnad på ca. 11,85 mill. NOK til investering av maskiner, verktøy og kriselager for vedlikeholdsavdelingen spesifikt for kontaktledningsanlegget.

Pr. i dag er linjen etablert på Hell stasjon. Stasjoningsstedet til linjen er i midlertidige lokaler. Det er av ansatte i sonen uttrykt ønske om en samlokalisering mellom linjen og ledningsavdelingen. Det tenkte areal på bygget til ledningsavdelingen har kapasitet til denne samlokalisering. I dette kostnadsoverlaget er det kun tatt høyde for kostnader som påløper grunnet elektrifiseringen og således er kostnader for samlokaliseringen av linjen og ledningsavdelingen ikke tatt med.

9.3 MATESTASJONER

9.3.1 Beskrivelse/forutsetninger

Det forutsettes at vedlikeholdspersonalet stasjoneres på omformerstasjonen på Eidum, og at utrykning foretas derfra for vedlikehold og feilretting. Det vil være naturlig at samme arbeidslag som tar seg av de nye området også har ansvaret for Stavne omformerstasjon.

Anleggstype	Ant.årsverk
Transformatorstasjon	0.3
Omformerstasjon 2x6 MVA	0.5
Omformerstasjon 2x12 MVA	0.5
Omformerstasjon 3x12 mVA	0.7
Sonegrensebryter	0.1

Tabell 9.3 Årsverk for de forskjellige anlegg som er lagt til grunn for analysen

Stillingsbenevnelse	Lønn	Lønnsutg. inkl 18 % sosiale utg.
Maskinsjef, Ltr. 13 + B9	199.000	235.000
Maskinsjefass. Ltr 12 + B9	190.000	225.000

Tabell 9.4 Lønnsutgifter som er lagt til grunn

Ved beregning av lønnsutgifter er det tatt høyde for overtid på 100 timer pr. årsverk. Dette resulterer at de totale lønnsutgiftene pr. årsverk blir ca. 250.000.-

Det vil gå med endel materiell til vedlikehold og feil, som er anleggs- og leverandørvhengig. De tallene som er brukt i analysen er gitt i tabell 9.5.

Anleggstype	Kostnader
Transformatorstasjon	30.000
Omformerstasjon 2x6 MVA	60.000
Omformerstasjon 2x12 MVA	65.000
Omformerstasjon 3x12 MVA	85.000
Sonegrensebryter	10.000

Tabell 9.5 Materiellkostnader til drift og vedlikehold av forskjellige anlegg i forbindelse med matestasjoner.

Andre årlige kostnader som feks. telefon og driftsutgifter bil er gitt i tabell 9.6.

Tekst	Kostnader
Bil med driftsutgifter	120.000
Telefon BY og NSB	10.000
Strøm omformerstasjon	8.000
Strøm transformatorstasjon	15.000

Tabell 9.6 Diverse årlige driftsutgifter.

De totale vedlikeholdskostnaden for de forskjellige anleggene er gitt i tabellene fra 9.7 tom. 9.11.

Tekst	Kostnader
0.3 årsverk à 250.000.-	75.000
Deler	30.000
Telefon	10.000
Strøm	15.000
Totale kostnader	130.000

Tabell 9.7 Totale vedlikeholdskostnader for transformatorstasjon

Tekst	Kostnader
0.5 årsverk à 250.000.-	125.000
Deler	60.000
Telefon	10.000
Strøm	8.000
Totale kostnader	203.000

Tabell 9.8 Totale vedlikeholdskostnader for 2x6 MVA omformerstasjon

Tekst	Kostnader
0.5 årsverk à 250.000.-	125.000
Deler	65.000
Telefon	10.000
Strøm	8.000
Totale kostnader	208.000

Tabell 9.9 Totale vedlikeholdskostnader for 2x12 MVA omformerstasjon

Tekst	Kostnader
0.7 årsverk à 250.000.-	175.000
Deler	85.000
Telefon	10.000
Strøm	8.000
Totale kostnader	278.000

Tabell 9.10 Totale vedlikeholdskostnader for 3x12 MVA omformerstasjon

Tekst	Kostnader
0.1 årsverk à 250.000.-	25.000
Deler	10.000
Totale kostnader	35.000

Tabell 9.11 Totale vedlikeholdskostnader for sonegrensegryter

9.3.1 Løsninger

9.3.1.1 Trondheim - Steinkjer

Tekst	Kostnad
1 stk 2x6 MVA omformerstasjon	203.000
1 stk 2x12 MVA omformerstasjon	208.000
2 stk sonegrensebrytere	70.000
1 stk tjenestebil	120.000
Totale driftskostnader	601.000

Tabell 9.12 Totale driftskostnader for matestasjonsanleggene på strekningen Trondheim - Steinkjer uten mateledning.

Vedlikeholdskostnadene for banestrømforsyning i forbindelse med elektrifisering av strekningen Trondheim - Steinkjer vil komme på 601.000.- pr. år uten mateledning. Vedlikeholdskostnadene for mateledningsalternativet er gitt i tabell 9.13.

Tekst	Kostnad
1 stk 3x6 MVA omformerstasjon	278.000
1 stk transformatorstasjon	130.000
2 stk sonegrensebrytere	70.000
1 stk tjenestebil	120.000
Totale driftskostnader	598.000

Tabell 9.13 Totale driftskostnader for matestasjonsanleggene på strekningen Trondheim - Steinkjer med mateledning.

9.3.2.2 Trondheim - Storlien

Tekst	Kostnad
2 stk 2x6 MVA omformerstasjon	406.000
3 stk sonegrensebrytere	105.000
1 stk tjenestebil	120.000
Totale driftskostnader	631.000

Tabell 9.14 Totale driftskostnader for matestasjonsanleggene på strekningen Trondheim - Steinkjer uten mateledning.

Tekst	Kostnad
1 stk 3x12 MVA omformerstasjon	278.000
1 stk transformatorstasjon	130.000
3 stk sonegrensebrytere	105.000
1 stk tjenestebil	120.000
Totale driftskostnader	633.000

Tabell 9.15 Totale driftskostnader for matestasjonsanleggene på strekningen Trondheim - Steinkjer med mateledning.

Tabellene 9.14 og 9.15 viser at vedlikeholdskostnadene for anleggene i forbindelse med banestrømforsyningen vil komme på henholdsvis 631.000.- og 633.00.- for alternativene med og uten mateledning.

9.3.2.3 Trondheim - Steinkjer - Storlien

Driftskostnaden for banestrømforsyningsanleggene ved elektrifisering av strekningen Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen er gitt i tabellene 9.16 og 9.17 henholdsvis for alternativet med og uten mateledning.

Tekst	Kostnad
2 stk 2x6 MVA omformerstasjon	406.000
1 stk 2x12 MVA omformerstasjon	208.000
4 stk sonegrensebrytere	140.000
1 stk tjenestebil	120.000
Totale driftskostnader	874.000

Tabell 9.16 Totale driftskostnader for matestasjonsanleggene på strekningen Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen uten mateledning.

Tekst	Kostnad
1 stk 3x12 MVA omformerstasjon	278.000
2 stk transformatorstasjon	260.000
4 stk sonegrensebrytere	140.000
1 stk tjenestebil	120.000
Totale driftskostnader	798.000

Tabell 9.17 Totale driftskostnader for matestasjonsanleggene på strekningen Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen med mateledning.

For å få en rasjonell drift av vedlikeholdsområdet bør strekningen sees i sammenheng med andre omformerstasjoner i Trondheimsområdet, samtidig som opplæringen av vedlikeholdspersonellet bør være ferdig ca. 1/2 - 1 år før det første anlegget settes i prøvedrift.

Vedlikeholdet av mateledningen er forutsatt sett sammen med kontaktledningsanlegget uten at det medfører noen særlig økning i vedlikeholdskostnaden for kontaktledningsanlegget. Dette skyldes at anlegget vil være nytt og dermed kreve minimalt med vedlikehold samtidig som kontaktledningsavdelingen er godt bemannet til å ta de vedlikeholdsoppgavene som vil komme..

9.3.3 Energi-/effektkostnader

Tekst	Omf	Alternativ ref. til sim.rapport				
		a	e	g	i	j
Maks. time-belast. MW	E	5.1	4.9	3.6	13.1	12.9
	V	6.3	5.9	4.2		
	T	3.9	3.7	3.5		
Energi pr. år MWh	E	27.010	26.572	21.973	71.613	70.956
	V	26.353	25.623	24.820		
	T	18.031	18.615	11.023		
Overf. avgift 90.000 kr/maks. time- belast MW 1)	E	459.000	441.000	324.000	1.179.000	1.161.000
	V	567.000	531.000	378.000		
	T	351.000	333.000	315.000		
Sum effektkostnader		1.377.000	1.305.000	1.017.000	1.179.000	1.161.000
Over- føring 0.9 øre/kWh	E	243.090	239.148	197.757	644.517	638.604
	V	237.177	230.607	223.380		
	T	162.279	167.535	99.207		
Energi- kost. 14 øre/kWh 2)	E	3.781.400	3.720.080	3.076.220	10.025.820	9.933.840
	V	3.690.820	3.587.220	3.474.800		
	T	2.524.340	2.606.100	1.543.220		
El.avg. 5.1 øre/kWh	E	1.377.510	1.355.172	1.120.623	3.652.263	3.618.756
	V	1.344.003	1.306.773	1.265.820		
	T	919.581	949.365	562.173		
Prod. avg. 1.2 øre/kWh	E	324.120	318.864	263.676	859.356	851.472
	V	316.236	307.476	297.840		
	T	216.372	223.380	132.276		
Sum energikostnader		15.142.828	15.011.720	12.256.992	15.181.956	15.042.672
Sum		16.519.828	16.316.720	13.273.992	16.360.956	16.203.672
Avgift: 15%		2.477.974	2.447.508	1.991.099	2.454.143	2.430.551
Sum inkl.avg.		18.997.802	18.764.228	15.265.091	18.815.099	18.634.223

Tabell 9.18 Energi- og effektkostnader i forbindelse med elektrifisering av Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen.

1): Basert på pris innhentet fra Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk.

2): Basert på pris i dag, samt en viss forventet økning i fremtiden.

Tekst	Omf	Alternativ ref. til sim.rapport	
		k	l
Maks. time- belast. MW	E	4.2	2.5
	V	6.0	
	T		3.6
Energi pr. år MWh	E	21.825	14.428
	V	24.986	
	T		15.057
Overf. avgift 90.000 kr/maks. time-belast MW 1)	E	378.000	225.000
	V	540.000	
	T		324.000
Sum effektkostnader		918.000	549.000
Over- føring 0.9 øre/kWh	E	196.425	129.852
	V	224.874	
	T		135.513
Energi- kost. 14 øre/kWh 2)	E	3.055.500	2.019.920
	V	3.498.040	
	T		2.107.980
El.avg. 5.1 øre/kWh	E	1.113.075	735.828
	V	1.274.286	
	T		767.907
Prod. avg. 1.2 øre/kWh	E	261.900	173.136
	V	299.832	
	T		180.684
Sum energikostnader		9.923.932	6.250.820
Sum		10.841.932	6.799.820
Avgift: 15%		1.626.289	1.019.973
Sum inkl.avg.		12.468.221	7.819.793

Tabell 9.19 Energi- og effektkostnader i forbindelse med elektrifisering av delstrekningene Trondheim - Steinkjer og Trondheim - Storlien.

- 1): Basert på pris innhentet fra Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk.
 2): Basert på pris i dag, samt en viss forventet økning i fremtiden.

Total energikostnader er regnet ut ifra energiforbruket i simuleringsperioden som gikk fra kl. 12.45 til 23.35, og ut fra en forutsetning om at energiforbruket er 15% lavere resten av døgnet.

Energi pr. år = energi simuleringsperiode x $(1+13/11(1-15/100))$ x 365

Alle energi og effektagifter er bygd på dagens prisnivå unntatt energikostnadene, som er satt til 14 øre/kWh etter råd fra Bts v/B.Eggen.

Omformere er plassert ved:

- E: Eidum, km 35
- T: Teveldalen, km 95
- V: Verdalen, km 96

Transformatorene er plassert ved: Teveldalen, km 95
Røra, km 105

De alternativene som referes til i simuleringsrapporten, [3] er som følgende:

- Alternativ a: Basisalternativ, dvs alternativ. omformerstasjoner ved Eidum, Verdalen og Teveldalen.
- Alternativ e: I tillegg til alternativ a er det forsterkningsledning langs hele traseen.
- Alternativ g: Basisalternativ uten grustog på Meråkerbanen.
- Alternativ i: Omformerstasjon ved Eidum og mateledning fra Eidum til transformatorstasjonen ved Røra og Teveldalen.
- Alternativ j: Samme som alternativ i) men med forsterkningsledning langs hele traseen i tillegg.
- Alternativ k: Kun elektrifisering av strekningen Trondheim - Steinkjer uten forsterkningsledning.
- Alternativ l: Kun elektrifisering av strekningen Trondheim - Storlien uten forsterkningsledning.

9.4 KONTAKTLEDNINGSANLEGGET

For kontaktledningsanlegget tas det forutsetning om at vedlikeholdsbehovet de første driftsårene vil være minimalt dersom de vanlige rutiner for visitasjon/kontroll av anlegget foretas. Visitasjon/kontroll av kontaktledningsanlegg skal utføres etter spesifikasjoner i NSB trykk 1B-Te 44.

Med kun ett stasjoneringssted for vedlikehold av elektroanleggene på denne strekningen er det en lengre banestrekning som må holdes vedlike enn hva som er normalt for et slikt stasjoneringssted. Den normale banestrekning for et slikt stasjoneringssted er ca. 10 mil. Dersom det bygges ut til elektrisk drift på hele strekningen dvs. Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen dreier det seg om ca. 18 mil banestrekning. Ettersom anlegget er nytt forutsettes det å være i så god teknisk stand og med så holdbare komponenter at det ikke er nødvendig med så store ressurser for å vedlikeholde strekningen som ved de eksisterende strekninger. De eksisterende strekninger består ofte av kontaktledningsanlegg som er både 30 og 40 år gamle og som krever jevnlig ettersyn utover de årlige visiteringne som er fastsatt i NSB trykk 1B-Te 44, [6]

Det forutsettes 8 årsverk inkludert strekningsleder for å kunne vedlikeholde denne banestrekningen, uavhengig av hvilket alternativ som velges. Foruten bemanning er det behov for materiell og utstyr/verktøy på ledningsavdelingen. For å nå et hvilket som helst sted innen rimelig tid ved en feilsituasjon foreslås at det investeres i en revisjonsvogn. I tillegg til denne er en Robeltralle med vogn og kran m/personkorg et godt hjelpemiddel ved arbeider langs sporet.

Strekkvogn anses som nødvendig da en nedringing av en ledningspart vil føre til så lang driftsstans at strekkvogn på Dovrebanen kan rekvireres.

Det vil også være behov for et "kriselager" på materiell, med utliggere, kabel, forskjellige klemmetyper og ellers noe av det materiell som anses som svakeste ledd i et kontaktledningsanlegg.

Spesifikasjon	Mengder	Kostnad
Lønnsutgifter	8 Årsverk a 250.000,-	2.000.000,-
Administrasjon	1 Årsverk a 300.000,-	300.000,-
Vedlikeholdskostnader	Robeltralle og revisjonsvogn	200.000,-
Vedlikeholdskostnader	Verktøy	50.000,-
Biler for vedlikeholdsavd.	2 stk.	100.000,-
Innkjøp nytt materiell	Antatt forbruk av materiell	100.000,-
Sum driftskostnader		2.750.000,-

Tabell 9.20 Drift-/vedlikeholds-kostnader

Av tabell 9.20 fremgår det at det vil komme en årlig drift og vedlikeholdskostnad på ca. 2.75 mill. NOK som direkte kan knyttes til kontaktledningsanlegget.

9.5 FJERNKONTROLL

9.5.1 Beskrivelse/forutsetninger

Det forutsettes at man trenger omlag 1/4 til 1/2 årsverk svakstrømsmontør fast for vedlikehold på fjernkontrollstasjonene. Antall årsverk vil være avhengig av antall under- og subunderstasjoner som skal fjernstyres, og dermed hvilken strekning som skal elektrifiseres.

Det forutsettes svakstrømsmontør med årslønn 187.000,- (lønnstrinn 11, med 16.000,- i fagarbeidertillegg). I tillegg kommer 18 % i sosiale utgifter (inkl. arb.giver avg.). Tilsammen blir dette ca. 220.000,-.

Det vil medgå svært lite materiell som følge av feil. Erfaringer som BrØ har gjort viser at det gjennomsnittlig ryker omlag 1 elektronikkort pr. 10. fjernkontrollstasjon pr. år. Et slikt elektronikkort koster ca. kr. 5.000,-. I tillegg ryker det noen relemoduler (vern for subunderstasjonene mot manøvermaskinsiden) i året, for omlag kr. 2.000,-. Både pris og feilfrekvens vil være leverandøravhengig.

Ekstra bemanning ved Elkraftsentralen Fron som følge av utbyggingen, er belastet investerings-kostnadene.

9.5.2 Løsninger

9.5.2.1 Trondheim - Steinkjer

Man bør regne med omlag 1/4 årsverk svakstrømsmontør i tillegg til delekostnader for denne strekningen.

Tekst	Kostnader
Lønnsutg.	55.000
Deler	10.000
Totale vedlikeholds-/driftsutg.	65.000

Tabell 9.21 Vedlikeholds- og driftsutgifter for fjernkontrollanlegget ved elektrifisering av strekningen Trondheim - Steinkjer.

9.5.2.2 Trondheim - Storlien

Man bør regne med omlag 1/4 årsverk svakstrømsmontør i tillegg til vedlikeholds- og driftsutgiftene for denne strekningen.

Tekst	Kostnader
Lønnsutg.	55.000
Deler	10.000
Totale vedlikeholds-/driftsutg.	65.000

Tabell 9.22 Vedlikeholds- og driftsutgifter for fjernkontrollanlegget ved elektrifisering av strekningen Trondheim - Storlien.

9.5.2.3 Trondheim - Steinkjer - Storlien

Man bør regne med omlag 1/2 årsverk svakstrømsmontør i tillegg til utgifter forbundet med deler for denne strekningen.

Tekst	Kostnader
Lønnsutg.	110.000
Deler	15.000
Totale vedlikeholds-/driftsutg.	125.000

Tabell 9.23 Vedlikeholds- og driftsutgifter for fjernkontrollanlegget ved elektrifisering av strekningen Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen.

9.6 VEDLIKEHOLDSKOSTNADER SIGNAL

Merkostnadene er beregnet som årlig økning for de enkelte strekninger.

Vedlikeholdskostnadene er avhengig av hvor stor trafikk det er på de enkelte strekningene. I dette overslaget har man ingen forutsetninger for å bestemme trafikk tettheten, så overslaget er meget generellt. Kostnader for dagens vedlikehold har man ingen faste tall å vise til. Dette overslaget bygger derfor på erfaringer.

Vedlikeholdskostnader for veisignal, driftsutgifter samt vaktjeneste og kostnader for økt materiellbeholdning er ikke tatt med. Stasjoneringsteder som i dag.

9.6.1 Vurdering

Merkostnader for vedlikehold som følge av selve elektrifiseringen vil for signal sin del ikke øke. Det som fører til en økning av vedlikeholdskostnadene er mengden av signalutstyr som tilføres de enkelte strekningene. Pr. i dag utføres det vedlikeholdsarbeid på de signalanleggene som banene er utstyrt med. Noe av dette utstyret vil fjernes og erstattes med nytt.

På strekningen Trondheim - Steinkjer blir det en fordobbling av antall sporfelter på linjeblokkene.

På Meråkerbanen vil det bli mest endringer i forhold til dagens anlegg. Strekningen utstyres med linjeblokk med likestrømsfelter, utbygd ATS, fire nye sikringsanlegg og ny PLS-CTC.

Her vil man derimot fjerne noe av signalanlegget som finnes i dag.

9.6.2 Kostnader

Det er beregnet vedlikeholdskostnader for det signalutstyret som tilføres strekningene.

Beregnete kostnader kommer i tillegg til dagens kostnader. Overslaget er delt opp for hvert alternativ.

9.6.2.1 Trondheim - Steinkjer

a. Ordinært vedlikehold

1/3 dagsverk pr. km linjeblokkstrekning: å 2.160,-	720	
Totalt 104 km linjeblokk		~ 74.880
Sum		~ 74.880

Tabell 9.24 Kostnadene for ordinært vedlikehold av sikringsanlegget på strekningen Trondheim - Steinkjer.

Vedlikeholdskostnadene for linjeblokken er en gjennomsnittlig antatt økning pr. km. utover dagens kostnader.

b. Kontroll arbeid

1/3 dagsverk pr km linjeblokkstrekning à kr 2.160,-	720	
Totalt 104 km linjeblokk		~ 74.880
Sum		~ 74.880

Tabell 9.25 Kostnadene for kontroll av sikringsanlegget på strekningen Trondheim - Steinkjer.

Kontrollkostnadene for linjeblokken er en gjennomsnittlig antatt økning pr. km. utover dagens kostnader.

c. TOTALT FOR TRONDHEIM - STEINKJER

Totale kostnader for vedlikeholdet av sikringsanlegget på strekningen Trondheim - Steinkjer: ~149.760 kr.

9.6.2.2 Trondheim - Storlien**a. Ordinært vedlikehold**

20 dagsverk pr. 2 spors sikringsanlegg à kr 2.160,- 4 stasjoner, Meråkerbanen	43.200	~172.800
1/3 dagsverk pr. km linjeblokkstrekning for strekningen Trondheim - Hell à kr 2.160,- Totalt 27 km linjeblokk Trondheim - Hell	720	~ 19.440
2/3 dagsverk pr. km linjeblokkstrekning for strekningen Hell - Storlien à kr 2.160,- Totalt 63 km linjeblokk, Hell - Storlien	1.440	~ 90.720
1 dagsverk pr. 2 spors stasjon med ATS à kr 2.160,- Totalt 4 stk stasjoner	2.160	~ 8.640
Sum ordinært vedlikehold		~291.600

Tabell 9.26 Kostnadene for ordinært vedlikehold av sikringsanlegget på strekningen Trondheim - Storlien.

Vedlikeholdskostnadene for linjeblokken på strekningen Trondheim - Hell er en gjennomsnittlig antatt økning pr. km. utover dagens kostnader.

b. Kontroll arbeid

5 dagsverk pr. 2 spors sikringsanlegg à kr 2.160,- 4 stasjoner, Meråkerbanen	10.800	~ 43.200
1/3 dagsverk pr. km linjeblokkstrekning for strekningen Trondheim - Hell à kr 2.160,- Totalt 27 km linjeblokk Trondheim - Hell	720	~ 19.440
2/3 dagsverk pr. km linjeblokkstrekning for strekningen Hell - Storlien à kr 2.160,- Totalt 63 km linjeblokk, Hell - Storlien	1.440	~ 90.720
Sum kontroll arbeid		~153.360

Tabell 9.27 Kostnadene for kontroll av sikringsanlegget på strekningen Trondheim - Storlien.

Kontrollkostnadene for linjeblokken på strekningen Trondheim - Hell er en gjennomsnittlig antatt økning pr. km. utover dagens kostnader.

c. TOTALT FOR TRONDHEIM - STORLIEN

Totale kostnader for vedlikeholdet av sikringsanlegget på strekningen Trondheim - Steinkjer: ~444.960 kr.

9.6.2.3 Trondheim - Steinkjer - Storlien**a Ordinært vedlikehold**

20 dagsverk pr. 2 spors sikringsanlegg à kr 2.160,- 4 stasjoner, Meråkerbanen	43.200	~172.800
1/3 dagsverk pr. km linjeblokkstrekning for strekningen Trondheim - Steinkjer à kr 2.160,- Totalt 104 km linjeblokk Trondheim - Steinkjer	720	~ 74.880
2/3 dagsverk pr. km linjeblokkstrekning for strekningen Hell - Storlien à kr 2.160,- Totalt 63 km linjeblokk, Hell - Storlien	1.440	~ 90.720
1 dagsverk pr. 2 spors stasjon med ATC à kr 2.160,- Totalt 4 stk stasjoner	2.160	~ 8.640
Sum ordinært vedlikehold		~347.040

Tabell 9.28 Kostnadene for ordinært vedlikehold av sikringsanlegget på strekningen Trondheim - Steinkjer - Storlien.

Vedlikeholdskostnadene for linjeblokken på strekningen Trondheim - Steinkjer er en gjennomsnittlig antatt økning pr. km. utover dagens kostnader.

b. Kontroll arbeid

5 dagsverk pr. 2 spors sikringsanlegg à kr 2.160,- 4 stasjoner, Meråkerbanen	10.800	~ 43.200
1/3 dagsverk pr. km linjeblokkstrekning for strekningen Trondheim - Steinkjer à kr 2.160,- Totalt 104 km linjeblokk Trondheim - Steinkjer	720	~ 74.880
2/3 dagsverk pr. km linjeblokkstrekning for strekningen Hell - Storlien à kr 2.160,- Totalt 63 km linjeblokk, Hell - Storlien	1.440	~ 90.720
Sum kontroll arbeid		~208.800

Tabell 9.29 Kostnadene for kontroll av sikringsanlegget på strekningen Trondheim - Steinkjer - Storlien.

Kontrollkostnadene for linjeblokken på strekningen Trondheim - Steinkjer er en gjennomsnittlig antatt økning pr. km. utover dagens kostnader.

c. TOTALT FOR TRONDHEIM - STEINKJER - STORLIEN

Totale kostnader for vedlikeholdet av sikringsanlegget på strekningen Trondheim - Steinkjer: ~555.840 kr.

9.7 VEDLIKEHOLDSKOSTNADER TELE

9.7.1 Innledning

I dette kapitlet er det gjort en kort vurdering av vedlikeholdskostnadene for teleanlegg på strekningen Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen. Det foreligger ingen tall på hva vedlikeholdskostnadene er i dag eller hva de vil bli etter en elektrifisering. Det er imidlertid gjort en mer overordnet vurdering og forslag til vedlikeholdskostnad har stor feilprosent.

9.7.2 Vurdering

Det er enklere å ha oversikt over teleanlegg på ikke-elektrifiserte strekninger. På elektrifiserte strekninger er bl.a. jordingene et større problem. Noe skal jordes til skinnegangen og noe skal ikke og det er viktig å holde disse adskilt for ikke å få driftsproblemer på teleanleggene. Tilfeldige koblinger kan få større konsekvenser på elektrifiserte strekninger i og med at store strømmer kan bli koblet direkte inn.

For å unngå at det skal bli større problemer på elektrifisert strekning er det viktig at anleggene utføres etter de retningslinjer som eksisterer. For eksisterende anlegg som skal modifiseres slik som det delvis er på den aktuelle strekningen, er det enda vanskeligere å følge retningslinjene, spesielt med hensyn på jordinger.

Det er to måter kjørestrømmen på en elektrifisert strekning kan påvirke teleanlegget. Det skjer enten gjennom direkte kobling eller gjennom induksjoner. I tillegg til å utføre anleggene etter gjeldende retningslinjer vil returledningen som er forutsatt bygget på strekningen være viktig for å redusere induktive koblinger til teleanlegget. Spesielt gjelder dette kabelanlegget. Den beste måten å sikre seg at vedlikeholdskostnadene ikke vil stige på dette området, er å legge fiberoptisk kabel som er immun mot de elektromagnetiske forstyrrelsene som eksisterer på en elektrifisert strekning.

Det vi konkret kan si vil øke vedlikeholdskostnadene, er utbyggingen av blokktelefon på de fire stasjonene Hegra, Flornes, Gudå og Kopperå på Meråkerbanen. Her må man regne med en liten vedlikeholdskostnad på 3.000,- pr. år pr. stasjon. Totalt 12.000,-.

Vi har kabel på denne strekningen som er mellom 17 og 25 år gammel. Denne skal det nå tas en del avgreininger på. Alle avgreiningspunkter er kilder til feil, og vi får derfor et økt antall feilkilder. At kabelen har ligget så lenge som den har gjort, er heller ikke noen fordel. Det er imidlertid vanskelig å si hvor mye dette vil føre til av økte vedlikeholdskostnader, men man bør være klar over faren. Et grovt overslag for økte vedlikeholdskostnader på telekabelanlegget på den aktuelle strekningen er 60.000,- +/- 100%.

9.7.3 Konklusjon

Det er vanskelig å peke på konkrete ting som tilsier at kostnadene til vedlikehold av teleanleggene vil øke som en følge av elektrifisering på strekningen. Erfaringene med vedlikehold av teleanlegg i regionen både på elektrifisert - og ikke-elektrifisert strekning kan tyde på det samme. Som antydning ovenfor er det allikevel i utgangspunktet flere ting som kan skje på en elektrifisert strekning.

Det som antakelig påvirker vedlikeholdskostnadene mest, er om en strekning er tett trafikkert og med høy prioritet. Da brukes det mere tid og penger på vedlikehold.

Ved riktig utførelse av anleggene etter gjeldende retningslinjer bør ikke vedlikeholdskostnadene stige ved elektrifisering av strekningene. Det er imidlertid litt mere å holde kontroll på med bl.a. jordinger på elektrifiserte strekninger.

10 SAMMENDRAG AV KOSTNADER FOR ELEKTRIFISERING

10.1 SAMMENDRAG AV INVISTERINGSKOSTNADENE

10.1.1 Elektrifisering av strekningen Trondheim - Steinkjer

Delanlegg	Alternativ uten mateldening			Alternativ med mateledning	
	Uten Fsl	Med Fsl*	Med Fsl**	Uten Fsl	Med Fsl***
Profilutvidelser	60.906''	60.906''	60.906''	60.906''	60.906''
Matestasjonsanlegg	122.218''	122.218''	122.218''	158.941''	158.941''
Kontaktledningsanlegg	216.185''	226.307''	219.413''	216.185''	226.307''
Fjernkontrollanlegg	462''	462''	462''	462''	462''
Sikring- og signalanlegg	12.100''	12.100''	12.100''	12.100''	12.100''
Teleanlegg	1.128''	1.128''	1.128''	1.128''	1.128''
Stasjoneringssteder	3.465''	3.465''	3.465''	3.465''	3.465''
Inv. maskiner	11.850''	11.850''	11.850''	11.850''	11.850''
Totale kostnader	428.314''	438.436''	431.542''	465.037''	475.159''

Tabell 10.1 Investeringskostnader elektrifisering Trondheim - Steinkjer (alle tall i 1000 kr).

- * Det er regnet med forsterkningsledning (Fsl) på strekningen Hell - Steinkjer
- ** Det er kun regnet med forsterkningsledning på strekningen Verdal - Steinkjer på bakgrunn av simuleringsresultatene.
- *** Det er kun regnet med forsterkningsledning på strekningen Hell - Steinkjer på bakgrunn av simuleringsresultatene som viste for lave spenninger på strekningen Hell - Steinkjer med mateledningsalternativet uten forsterkningsledning.

10.1.2 Elektrifisering av strekningen Trondheim - Storlien

Delanlegg	Alternativ uten matledning		Alternativ med mateledning	
	Uten Fsl	Med Fsl*	Uten Fsl	Med Fsl*
Profilutvidelser	31.547''	31.547''	31.547''	31.547''
Matestasjonsanlegg	107.187''	107.187''	154.341''	154.341''
Kontaktledningsanlegg	163.739''	171.221''	163.739''	171.221''
Fjernkontrollanlegg	3.404''	3.404''	3.404''	3.404''
Sikring- og signalanlegg	38.998''	38.998''	38.998''	38.998''
Teleanlegg	11.095''	11.095''	11.095''	11.095''
Stasjonsingssteder	3.465''	3.465''	3.465''	3.465''
Inv. maskiner	11.850''	11.850''	11.850''	11.850''
Utbedring stasjoner Meråkerbanen	36.535''	36.535''	36.535''	36.535''
Totale kostnader	407.820''	415.302''	454.974''	462.456''

Tabell 10.2 Investeringskostnader elektrifisering Trondheim - Storlien (alle tall i 1000 kr).

* Det er regnet med forsterkningsledning (Fsl) på strekningen Hell - Storlien

10.1.3 Elektrifisering av strekningen Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen

Delanlegg	Alternativ uten mateldening			Alternativ med mateledning		
	Uten Fsl	Med Fsl*	Med Fsl**	Uten Fsl	Med Fsl*	Med Fsl***
Profilutvidelser	84.048''	84.048''	84.048''	84.048''	84.048''	84.048''
Matestasjonsanlegg	179.536''	179.536''	179.536''	200.397''	200.397''	200.397''
Kontaktledningsanlegg	324.513''	342.087''	327.741''	324.513''	342.087''	334.897''
Fjernkontrollanlegg	602''	602''	602''	602''	602''	602''
Sikring- og signalanlegg	49.146''	49.146''	49.146''	49.146''	49.146''	49.146''
Teleanlegg	11.797''	11.797''	11.797''	11.797''	11.797''	11.797''
Stasjonseringssteder	3.465''	3.465''	3.465''	3.465''	3.465''	3.465''
Inv. maskiner	11.850''	11.850''	11.850''	11.850''	11.850''	11.850''
Utbedring stasjoner Meråkerbanen	36.535''	36.535''	36.535''	36.535''	36.535''	36.535''
Totale kostnader	701.492''	719.066''	704.720''	722.353''	739.927''	732.737''

Tabell 10.3 Investeringskostnader elektrifisering Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen (alle tall i 1000 kr).

- * Det er regnet med forsterkningsledning (Fsl) på strekningen Hell - Steinkjer og Hell - Storlien
- ** Det er kun regnet med forsterkningsledning på strekningen Verdal - Steinkjer på bakgrunn av simuleringsresultatene.
- *** Det er kun regnet med forsterkningsledning på strekningen Hell - Steinkjer på bakgrunn av simuleringsresultatene.

10.2 SAMMENDRAG AV DRIFT- OG VEDLIKEHOLDSKOSTNADENE

Siden simuleringene er utført enten uten forsterkningsledning eller med forsterkningsledning fra Hell til Steinkjer og fra Hell til Riksgrensen er det i kostnadsoverslaget for energikostnadene kun kalkulert de totale energikostnadene for alternativene uten forsterkningsledning og med forsterkningsledning på strekningene Hell - Steinkjer og Hell - Riksgrensen. Dette innebærer at energikostnadene for alternativene hvor det kun bygges forsterkningsledning fra Verdal til Steinkjer og Hell - Steinkjer for mateledningsalternativet.

Forskjellen på energikostnadene ved forsterkningsledning kun på strekningen Verdal - Steinkjer i forhold til alternativet uten forsterkningsledning vil være minimale. Dette innebærer at for alternativet med forsterkningsledning på strekningen Verdal - Steinkjer vil energikostnadene for alternativet uten forsterkningsledning bli benyttet.

10.2.1 Elektrifisering av strekningen Trondheim - Steinkjer

Delanlegg	Alternativ uten mateledning		Alternativ med mateledning	
	Uten forsterkningsledning	Med forsterkningsledning	Uten forsterkningsledning	Med forsterkningsledning
Matestasjonsanlegg	601''	601''	598''	598''
Kontaktledningenanlegg	2.750''	2.750''	2.750''	2.750''
Fjernkontrollanlegg	65''	65''	65''	65''
Sikring- og signalanlegg	150''	150''	150''	150''
Teleanlegg	40''	40''	40''	40''
Energikostnader	12.468''	*	*	*
Totale kostnader	16.074''	3.606'' **	3.603'' **	3.603'' **

Tabell 10.4 Vedlikeholds-/driftskostnader elektrifisering Trondheim - Steinkjer (alle tall i 1000 kr).

* Simuleringene med elektrifisering ble kun utført for alternativet uten forsterkningsledning og med omformerstasjoner. Dette medfører at det ikke er mulig å kostnadsberegne energikostnadene for disse alternativene.

** Totale drift-og vedlikeholdskostnader uten de årlige energikostnadene

10.2.2 Elektrifisering av strekningen Trondheim - Storlien

Delanlegg	Alternativ uten mateledning		Alternativ med mateledning	
	Uten forsterkningsledning	Med forsterkningsledning	Uten forsterkningsledning	Med forsterkningsledning
Matestasjonsanlegg	631''	631''	633''	633''
Kontaktledningenanlegg	2.750''	2.750''	2.750''	2.750''
Fjernkontrollanlegg	65''	65''	65''	65''
Sikring- og signalanlegg	445''	445''	445''	445''
Teleanlegg	42''	42''	42''	42''
Energikostnader	7.820''	*	*	*
Totale kostnader	11.753''	3.933'' **	3.935'' **	3.935'' **

Tabell 10.5 Vedlikeholds-/driftskostnader elektrifisering Trondheim - Storlien (alle tall i 1000 kr).

* Simuleringene med elektrifisering ble kun utført for alternativet uten forsterkningsledning og med omformerstasjoner. Dette medfører at det ikke er mulig å kostnadsberegne energikostnadene for disse alternativene.

** Totale drift-og vedlikeholdskostnader uten de årlige energikostnadene

10.2.3 Elektrifisering av strekningen Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen

Delanlegg	Alternativ uten mateledning		Alternativ med mateledning	
	Uten forsterkningsledning	Med forsterkningsledning	Uten forsterkningsledning	Med forsterkningsledning
Matestasjonsanlegg	874''	874''	798''	798''
Kontaktledningenanlegg	2.750''	2.750''	2.750''	2.750''
Fjernkontrollanlegg	125''	125''	125''	125''
Sikring- og signalanlegg	556''	556''	556''	556''
Teleanlegg	72''	72''	72''	72''
Energikostnader	18.998''	18.764''	18.815''	18.634''
Totale kostnader	23.375''	23.141''	23.116''	22.935''

Tabell 10.6 Vedlikeholds-/driftskostnader elektrifisering Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen (alle tall i 1000 kr).

11 KONKLUSJON/ANBEFALING

Med å sammenholde resultatene fra simuleringene og kostnadsoverslaget vil den aktuelle løsningen bli å bygge omformerstasjoner ved Eidum, Verdal og Teveldalen. Kontaktledningsanlegget behøver kun forsterkningsledning på strekningen Verdal - Steinkjer, pga. at simuleringene viste at det var tilfredsstillende spenninger på den resterende delen av strekningen.

Ved elektrifisering kun av strekningen Trondheim - Steinkjer vil det være aktuelt med omformere ved Eidum og Verdal og forsterkningsledning fra Verdal til Steinkjer for at spenningen ikke skal underskride gitte grenser.

Dersom det kun er strekningen Trondheim - Storlien som skal elektrifiseres må det bygges omformere ved Eidum og Teveldalen. Ved dette alternativet er det ikke nødvendig med forsterkningsledning pga. at spenningene er tilfredsstillende på hele strekningen.

Delanlegg	Elektrifisering Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen	Elektrifisering Trondheim - Steinkjer	Elektrifisering Trondheim - Storlien (Meråkerbanen)
Profilutvidelser	84.048''	60.906''	31.547''
Matestasjonsanlegg	179.536''	122.218''	107.187''
Kontaktledningsanlegg	327.741''	219.413''	163.739''
Fjernkontrollanlegg	602''	462''	3.404''
Sikring- og signalanlegg	49.146''	12.100''	38.998''
Teleanlegg	11.797''	1.128''	11.095''
Stasjoneringsteder	3.465''	3.465''	3.465''
Inv. maskiner	11.850''	11.850''	11.850''
Utbedring stasjoner Meråkerbanen	36.535''		36.535''
Totale kostnader	704.720''	431.542'	407.820''

Tabell 11.1 Investeringskostnader elektrifisering Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen (alle tall i 1000 kr).

Pga. at det i henhold til anbefalingene kun skal bygges forsterkningsledning fra Verdal til Steinkjer vil drifts- og vedlikeholdskostnaden for alternativet uten forsterkningsledning være mest mulig riktig å benytte. Dette innebærer at drifts- og vedlikeholdskostnadene for de aktuelle alternativene vil være som følgende:

Delanlegg	Elektrifisering Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen	Elektrifisering Trondheim - Steinkjer	Elektrifisering Trondheim - Storlien (Meråkerbanen)
Drifts-/Energikostnader	kr. 18.988.000	kr. 12.468.000	kr. 11.753.000
Vedlikeholdskostnader	kr. 4.387.000	kr. 3.606.000	kr. 7.820.000
Totale drifts- og vedlikeholdskostnader	kr. 23.375.000	kr. 16.074.000	kr. 11.753.000

Tabell 11.2 Drifts- og vedlikeholdskostnader som følge av elektrifisering Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen.

LITTERATURLISTE

- [1] Hovedplan elektrifisering Nordlandsbanen Trondheim - Steinkjer og Meråkerbanen, Profilutvidelser.
NSB Bane, region nord, Teknisk kontor.
September 1994.
- [2] 1B-Te 30: Overbygning - regler for teknisk utforming
NSB Bane
- [3] Elektrifisering av Meråkerbanen og strekningen Trondheim - Steinkjer
Simulering av banestrømforsyningen
NSB Bane, Ingeniørtjenesten
Desember 1994.
- [4] Retningslinjer for sikring av kraftforsyningsanlegg
NVE
Januar 1993.
- [5] Strategi for jording og skjerming av elektroanlegg
NSB Bane, Ingeniørtjenesten
Juni 1994
- [6] 1B-TE 44: Kontakt- og fjernledningsanlegg - Regler for vedlikehold
NSB Bane

VEDLEGG

VEDLEGG KAP. 3 KAPASITETSFORBEDRENDE TILTAK PÅ MERÅKERBANEN

- Vedlegg 3.1: Kostnadsoverslag for oppgradering til overbygningssklasse C.
Vedlegg 3.2: Kostnader for utbedring av stasjoner på Meråkerbanen.

VEDLEGG KAP. 4 MATESTASJONER

- Vedlegg 4.1: Utkast til plassering av omformerstasjoner.
Vedlegg 4.2: Utkast til plassering av omformerstasjoner.
Vedlegg 4.3: Utkast til plassering av omformerstasjoner.
Vedlegg 4.4: Kopi av brev til leverandører av omformerstasjoner.
Vedlegg 4.5: Mekanisk beregning av kontakledningsmaster med mateledning.
Vedlegg 4.6: Oversikt over lengder på kraftkabel og kabelkanal til mateledning lagt i tunnel.
Vedlegg 4.7: Oversikt over lengder på kraftkabel og kabelkanal til mateledning lagt over bru.

VEDLEGG KAP. 5 KONTAKTLEDNING

- Vedlegg 5.1: Detaljert angivelse av tilleggskostnadene for kontaktledningsanlegg på stasjoner
Vedlegg 5.2: Kostnadsberegning av kontaktledningsanlegg på Fiborgtangen sidespor.

VEDLEGG KAP: 7 SIGNALANLEGG

- Vedlegg 7.1: Spesifiserte kostnader for likestrømsfelt.
Vedlegg 7.2: Pris på lenkningsbaliser for Meråkerbanen.
Vedlegg 7.3: Spesifiserte kostnader for utvendig sikringsanlegg pr. stasjon, Meråkerbanen.
Vedlegg 7.4: Pris for ATS pr. stasjon på Meråkerbanen.

VEDLEGG KAP: 7 SIGNALANLEGG

- Vedlegg 9.1: Utkast til plassering av stasjoneringssted

Vedlegg 3.1

**Kostnadsoverslag for oppgradering til
overbyggningsklasse c.**

MERÅKERBANEN - OPPGRADERING TIL OVERBYGNINGSKLASSE C.

I forbindelse med elektrifiseringen av Meråkerbanen, er det lagt opp til en maksimalhastighet for persontog på 160 km/t.

Dagens standard på overbygningen på Meråkerbanen (overbygningssklasse b) tillater en maksimal hastighet på 100 km/t.

For å kunne tilby ønsket hastighet, må vi oppgradere overbygningen til overbygningssklasse c, som tillater hastighet inntil 160 km/t.

For beskrivelse av de ulike overbygningssklassene, vises det til Teknisk Regelverk 1B-Te30 «Overbygning - regler for teknisk utforming» kap. 1 Sporkonstruksjoner.

Det er vurdert to alternative måter å foreta denne oppgraderingen på.

Alternativ 1 : Utsifting til betongsviller og 49 kg's skinner.

Alternativ 2 : Utsifting til 49 kg's skinner. Brukbare tresviller beholdes, forøvrig legges det inn nye tresviller.

For begge alternativene gjelder at det er lagt inn en forsterking av ballastlaget i forhold til i dag på 20 cm, dvs 1 m^3 pukk pr m i tillegg til den pukkmengden vi må supplere med etter sporbyttet. Totalt er det beregnet at vi trenger 2 m^3 pukk pr m.

Det er også innlagt kostnader for utvidelse av smale fyllinger og enkelte trange fjellskjæringer.

Det er ikke sett på evt. nødvendige tiltak i underbygningen.

Kostnadsberegning :

I kostnadene er det innlagt alle kostnader i forbindelse med oppgraderingen.

Salg av brukt materiell er lagt inn med den prisen vi kan forvente slik markedet er i dag.

Brukte tresviller kan vi ikke lenger påregne å få solgt, vi kan forvente at de etter hvert blir karakterisert som problemavfall, som vi kanskje til og med må betale for å bli kvitt.

Alternativ 1:					
UTSKIFTING TIL BETONGSVILLER OG 49 KG'S SKINNER.					
		mengde	enhet	enh.pris	SUM
OVERBYGNINGEN :					
Skinner 49 kg's 160 m lengde.		70,07	spkm	606.240,00	42.479.236,80
Betongsviller, smådeler inkludert		116.784	stk	430,75	50.304.124,08
Arbeid SPOT		70,07	spkm	300.000,00	21.021.000,00
Heilsveising		876	sveiser	1.782,00	1.561.032,00
Pukk, 2 m3 pr spormeter		140.140	m3	130,00	18.218.200,00
Sporjustering		70.070	spm	28,00	1.961.960,00
Finjustering av spor		140.140	spm	7,00	980.980,00
Sporveksler		3	stk	300.000,00	900.000,00
Justering av sporveksler		3	stk	10.000,00	30.000,00
OPPRYDDING :					
Innkjøring av skinner		140.140	lm	3,50	490.490,00
Avplating av sviller		116.784	stk	5,00	583.920,00
Salg av sviller		116.784	stk	0,00	0,00
Salg av skinner		5.255.250	kg	-0,50	-2.627.625,00
UNDERBYGNINGEN :					
Utvidelse av trange fjellskjæringer		1.500	spm	4.000,00	6.000.000,00
Utvidelse av smale fyllinger		8.700	spm	1.700,00	14.790.000,00
SUM ALTERNATIV 1 :					
					156.693.317,88

Alternativ 2:					
UTSKIFTING TIL 49 KG'S SKINNER.					
BRUKBARE TRESVILLER BEHOLDES, FORØVRIG LEGGES INN NYE TRESVILLER.					
(Antar at 30.000 tresviller er brukbare.)					
		mengde	enhet	enh.pris	SUM
OVERBYGNINGEN :					
Skinner 49 kg's 160 m lengde.	70,07	spkm	606.240,00		42.479.236,80
Nye tresviller	86.784	stk	320,73		27.833.885,18
Pandrolplater til nye tresviller	173.568	stk	77,58		13.464.971,52
Pandrolfjærer e1877	347.136	stk	13,28		4.610.104,93
Mellomleggsplater	173.568	stk	8,52		1.478.322,05
Isolatorer, rød	347.136	stk	2,92		1.013.168,49
Avplating/plugging/boring/påplating brukbare tresviller	30.000	stk	35,00		1.050.000,00
Plugger	240.000	stk	2,00		480.000,00
Pandrolplater til gamle tresviller	60.000	stk	77,58		4.654.650,00
Pandrolfjærer e1877	120.000	stk	13,28		1.593.648,00
Mellomleggsplater	60.000	stk	8,52		511.035,00
Isolatorer, rød	120.000	stk	2,92		350.238,00
Arbeid SPOT	70,07	spkm	300.000,00		21.021.000,00
Heilsveising	876	sveiser	1.782,00		1.561.032,00
Pukk, 2 m3 pr spormeter	140.140	m3	130,00		18.218.200,00
Sporjustering	70.070	spm	28,00		1.961.960,00
Finjustering av spor	140.140	spm	7,00		980.980,00
Sporveksler	3	stk	300.000,00		900.000,00
Justering av sporveksler	3	stk	10.000,00		30.000,00
OPPRYDDING :					
Innkjøring av skinner	140.140	lm	3,50		490.490,00
Avplating av sviller	86.784	stk	5,00		433.920,00
Salg av sviller	86.784	stk	0,00		0,00
Salg av skinner	5.255.250	kg	-0,50		-2.627.625,00
UNDERBYGNINGEN :					
Utvidelse av trange fjellskjæringer	1.500	spm	4.000,00		6.000.000,00
Utvidelse av smale fyllinger	8.700	spm	1.700,00		14.790.000,00
SUM ALTERNATIV 2 :					163.279.216,97

Vedlegg 3.2

**Kostnader for utbedring av stasjoner
på Meråkerbanen.**

KOSTNADSOVERSLAG FOR HOVEDPLAN					
ANLEGG:		Kopperå stasjon			
Prosess		Enhet	Enhetspris	Mengde	Sum
Prosjektering					
	Innmåling av terrengdata	timer	325	30	9.750
	Sporplaner	timer	325	30	9.750
	Reguleringsplan	timer	325	100	32.500
	Detalj-/Byggeplan	timer	325	75	24.375
	Anbud/kontraktsarbeid	timer	325	75	24.375
Grunnerverv					
	Arealerverv	m2	15		0
	Bolighus	stk	800.000		0
	Fritidshus	stk	100.000		0
	Uthus	stk	50.000		0
Banefundament					
	Skogrydding	m3	110	150	16.500
	Krattrydding	m2	3	300	900
	Vegetasjonsdekke	m2	15	2500	37.500
	Matjord, fjerning og lagring	tfm3	25	200	5.000
Sprengning					
	-langs eks.spor	tfm3	160	4000	640.000
	-utenfor eks. spor	tfm3	100		0
	-i sidetak	tfm3	50		0
Masseflytting					
	-jord i linjen	pam3	100	500	50.000
	-fjell i linjen	pam3	150	2500	375.000
Tilkjøring av masser					
	-jord fra sidetak	lm3	100		0
	-fjell fra sidetak	lm3	150		0
Borttransport av masser					
	-jord	lm3	70		0
	-fjell	lm3	100	1500	150.000
Sidegrøfter					
	-jord	lm	40		0
	-fjell	lm	300		0
	-kombinert	lm	150		0
Stikkrenner					
	-løpemeter rør	lm	750	20	15.000
	-tilkobling til eks. renne	stk	50.000	1	50.000

	Terrengrøfter	lm	75		0
	Avretting av traubunn				
	- på løsmasser	m2	10	1100	11.000
	- på sprengtstein	m2	18	3000	54.000
	Skråninger				
	- jordskjæring	m2	20	500	10.000
	- fjellskjæring	m2	50	750	37.500
	- fyllinger	m2	30	450	13.500
	Utlekking av matjord	m2	20	450	9.000
	Tilsåing / beplantning	m2	5	450	2.250
	Jernbaneteknikk				
	Sviller / skinner	lm	2.800	1030	2.884.000
	Ballast	m3	150	1800	270.000
	Veksler	stk	600.000	2	1.200.000
	Riving eksisterende spor	spm	150	430	64.500
	Riving veksler	stk	11.000	3	33.000
	Annen infrastruktur				
	Kjøreveier	lm	5.000		0
	Driftsveier	lm	2.000		0
	Gang-/ sykkelveier	lm	3.000		0
	Underganger	RS	500.000	1	500.000
	Oveergangsbruer	RS	1.000.000		0
	Bru for driftsveg	RS	150.000		0
	Jernbanebruer	RS	200.000		0
	Tunneler	lm			
	Pumpe i undergang	stk	200.000		0
	Støyskjerming	m2	1.100		0
	Gjerding	lm	200	750	150.000
	Påslag				
	Rigg og drift	%	8		526.292
	Arb.stikking/tekn.kontroll	%	2		131.573
	Div. uforutsett	%	20		1.335.880
	SUM TOTALT				8.673.145

KOSTNADSOVERSLAG FOR HOVEDPLAN					
ANLEGG:		Gudå stasjon			
Prosess		Enhet	Enhetspris	Mengde	Sum
Prosjektering					
	Innmåling av terrengdata	timer	325	30	9.750
	Sporplaner	timer	325	30	9.750
	Reguleringsplan	timer	325	150	48.750
	Detalj-/Byggeplan	timer	325	75	24.375
	Anbud/kontraktsarbeid	timer	325	75	24.375
Grunnerverv					
	Arealerverv	m2	15	1600	24.000
	Bolighus	stk	800.000		0
	Fritidshus	stk	100.000		0
	Uthus	stk	50.000		0
Banefundament					
	Skogrydding	m3	110		0
	Krattrydding	m2	3		0
	Vegetasjonsdekke	m2	15	1350	20.250
	Matjord, fjerning og lagring	tfm3	25	500	12.500
Sprengning					
	-langs eks.spor	tfm3	160		0
	-utenfor eks. spor	tfm3	100		0
	-i sidetak	tfm3	50		0
Masseflytting					
	-jord i linjen	pam3	100		0
	-fjell i linjen	pam3	150		0
Tilkjøring av masser					
	-jord fra sidetak	lm3	100	1650	165.000
	-fjell fra sidetak	lm3	150		0
Borttransport av masser					
	-jord	lm3	70	1200	84.000
	-fjell	lm3	100		0
Sidegrøfter					
	-jord	lm	40		0
	-fjell	lm	300		0
	-kombinert	lm	150		0
Stikkrenner					
	- løpemeter rør	lm	750		0
	- tilkobling til eks. renne	stk	50.000		0

	Terrengrøfter	lm	75		0
	Avretting av traubunn				
	- på løsmasser	m2	10	1350	13.500
	- på sprengtstein	m2	18		0
	Skråninger				
	-jordskjæring	m2	20		0
	- fjellskjæring	m2	50		0
	- fyllinger	m2	30	500	15.000
	Utlegging av matjord	m2	20	500	10.000
	Tilsåing / beplantning	m2	5	500	2.500
Jernbaneteknikk					
	Sviller / skinner	lm	2.800	1030	2.884.000
	Ballast	m3	150	1800	270.000
	Veksler	stk	600.000	2	1.200.000
	Riving eksisterende spor	spm	150	390	58.500
	Riving sporveksler	stk	11.000	2	22.000
Annen infrastruktur					
	Kjøreveier	lm	5.000		0
	Driftsveier	lm	2.000		0
	Gang-/ sykkelveier	lm	3.000		0
	Underganger	RS	500.000		0
	Oveergangsbruer	RS	1.000.000		0
	Bru for driftsveg	RS	150.000		0
	Jernbanebruer	RS	200.000	1	200.000
	Tunneler	lm			
	Pumpe i undergang	stk	200.000		0
	Støyskjerming	m2	1.100		0
	Gjerding	lm	200	280	56.000
Påslag					
	Rigg og drift	%	8		402.980
	Arb.stikking/tekn.kontroll	%	2		100.745
	Div. uforutsett	%	20		1.030.850
SUM TOTALT					6.688.825

KOSTNADSOVERSLAG FOR HOVEDPLAN					
ANLEGG:		Flornes stasjon			
Prosess		Enhet	Enhetspris	Mengde	Sum
Prosjektering					
	Innmåling av terrengdata	timer	325	30	9.750
	Sporplaner	timer	325	30	9.750
	Reguleringsplan	timer	325	200	65.000
	Detalj-/Byggeplan	timer	325	75	24.375
	Anbud/kontraktsarbeid	timer	325	75	24.375
Grunnerverv					
	Arealerverv	m2	15	7600	114.000
	Bolighus	stk	800.000		0
	Fritidshus	stk	100.000		0
	Uthus	stk	50.000		0
Banefundament					
	Skogrydding	m3	110		0
	Krattrydding	m2	3		0
	Vegetasjonsdekke	m2	15	4500	67.500
	Matjord, fjerning og lagring	tfm3	25	2550	63.750
Sprengning					
	-langs eks.spor	tfm3	160		0
	-utenfor eks. spor	tfm3	100		0
	-i sidetak	tfm3	50		0
Masseflytting					
	-jord i linjen	pam3	100	3000	300.000
	-fjell i linjen	pam3	150		0
Tilkjøring av masser					
	-jord fra sidetak	lm3	100	3500	350.000
	-fjell fra sidetak	lm3	150	5000	750.000
Borttransport av masser					
	-jord	lm3	70		0
	-fjell	lm3	100		0
Sidegrøfter					
	-jord	lm	40		0
	-fjell	lm	300		0
	-kombinert	lm	150		0
Stikkrenner					
	- løpemeter rør	lm	750	20	15.000
	- tilkobling til eks. renne	stk	50.000	2	100.000

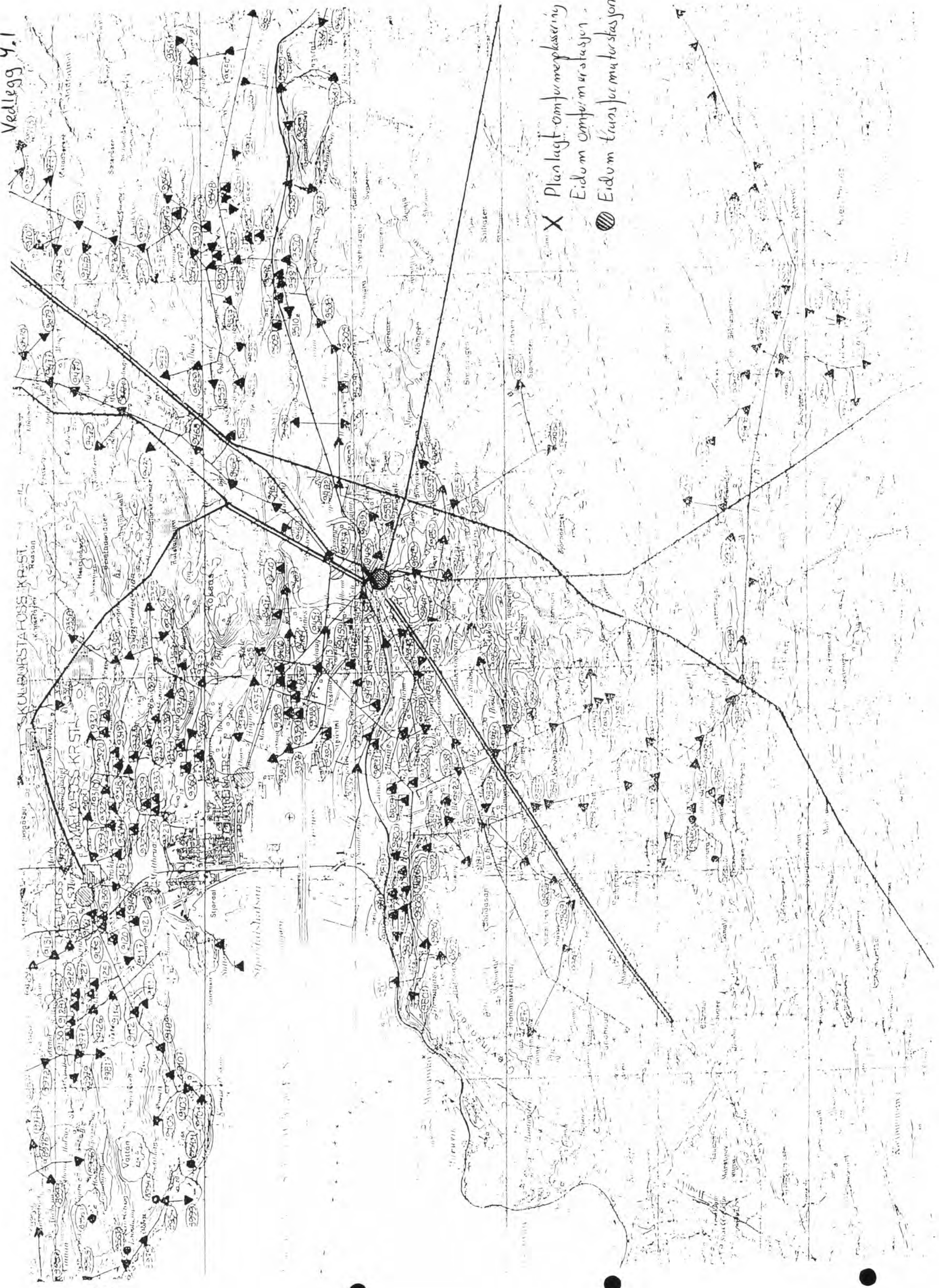
	Terrengrøfter	lm	75		0
	Avretting av traubunn				
	- på løsmasser	m2	10		0
	- på sprengtstein	m2	18		0
	Skråninger				
	-jordskjæring	m2	20	1200	24.000
	- fjellskjæring	m2	50		0
	- fyllinger	m2	30	3000	90.000
	Utlekking av matjord	m2	20	3700	74.000
	Tilsåing / beplantning	m2	5	6000	30.000
	Jernbaneteknikk				
	Sviller / skinner	lm	2.800	995	2.786.000
	Ballast	m3	150	2600	390.000
	Veksler	stk	600.000	2	1.200.000
	Annen infrastruktur				
	Kjøreveier	lm	5.000	150	750.000
	Driftsveier	lm	2.000	100	200.000
	Gang-/ sykkelveier	lm	3.000		0
	Underganger	RS	500.000		0
	Oveergangsbruer	RS	1.000.000	1	1.000.000
	Bru for driftsveg	RS	150.000	1	150.000
	Jernbanebruer	RS	200.000		0
	Tunneler	lm			
	Pumpe i undergang	stk	200.000		0
	Støyskjerming	m2	1.100		0
	Gjerding	lm	200	1200	240.000
	Påslag				
	Rigg og drift	%	8		695.540
	Arb.stikking/tekn.kontroll	%	2		173.885
	Div. uforutsett	%	20		1.765.500
	SUM TOTALT				11.462.425

KOSTNADSOVERSLAG FOR HOVEDPLAN					
ANLEGG:		Hegra stasjon			
Prosess		Enhet	Enhetspris	Mengde	Sum
Prosjektering					
	Innmåling av terrengdata	timer	325	30	9.750
	Sporplaner	timer	325	30	9.750
	Reguleringsplan	timer	325	150	48.750
	Detalj-/Byggeplan	timer	325	75	24.375
	Anbud/kontraktsarbeid	timer	325	75	24.375
Grunnerverv					
	Arealerverv	m2	15	5500	82.500
	Bolighus	stk	800.000		0
	Fritidshus	stk	100.000		0
	Uthus	stk	50.000		0
Banefundament					
	Skogrydding	m3	110		0
	Krattrydding	m2	3	1000	3.000
	Vegetasjonsdekke	m2	15	1500	22.500
	Matjord, fjerning og lagrin	tfm3	25	2550	63.750
Sprengning					
	-langs eks.spor	tfm3	160		0
	-utenfor eks. spor	tfm3	100		0
	-i sidetak	tfm3	50		0
Masseflytting					
	-jord i linjen	pam3	100		0
	-fjell i linjen	pam3	150		0
Tilkjøring av masser					
	-jord fra sidetak	lm3	100	3500	350.000
	-fjell fra sidetak	lm3	150	7500	1.125.000
Borttransport av masser					
	-jord	lm3	70		0
	-fjell	lm3	100		0
Sidegrøfter					
	-jord	lm	40		0
	-fjell	lm	300		0
	-kombinert	lm	150		0
Stikkrenner					
	-løpemeter rør	lm	750	20	15.000
	-tilkobling til eks. renne	stk	50.000	2	100.000

	Terrengrøfter	lm	75		0
	Avretting av traubunn				
	- på løsmasser	m2	10		0
	- på sprengtstein	m2	18		0
	Skråninger				
	-jordskjæring	m2	20		0
	- fjellskjæring	m2	50		0
	- fyllinger	m2	30	4100	123.000
	Utlegging av matjord	m2	20	4100	82.000
	Tilsåing / beplantning	m2	5	4100	20.500
	Jernbaneteknikk				
	Sviller / skinner	lm	2.800	1030	2.884.000
	Ballast	m3	150	2600	390.000
	Veksler	stk	600.000	2	1.200.000
	Annen infrastruktur				
	Kjøreveier	lm	5.000		0
	Driftsveier	lm	2.000	100	200.000
	Gang-/ sykkelveier	lm	3.000		0
	Underganger	RS	500.000	1	500.000
	Oveergangsbruer	RS	1.000.000		0
	Bru for driftsveg	RS	150.000		0
	Jernbanebruer	RS	200.000		0
	Tunneler	lm			
	Pumpe i undergang	stk	200.000		0
	Støyskjerming	m2	1.100		0
	Gjerding	lm	200	1000	200.000
	Påslag				
	Rigg og drift	%	8		588.900
	Arb.stikking/tekn.kontroll	%	2		147.225
	Div. uforutsett	%	20		1.495.650
	SUM TOTALT				9.710.025

Vedlegg 4.1

Utkast til plassering av omformerstasjoner.



Vedlegg 4.2

Utkast til plassering av omformerstasjoner.

Vedlegg 42

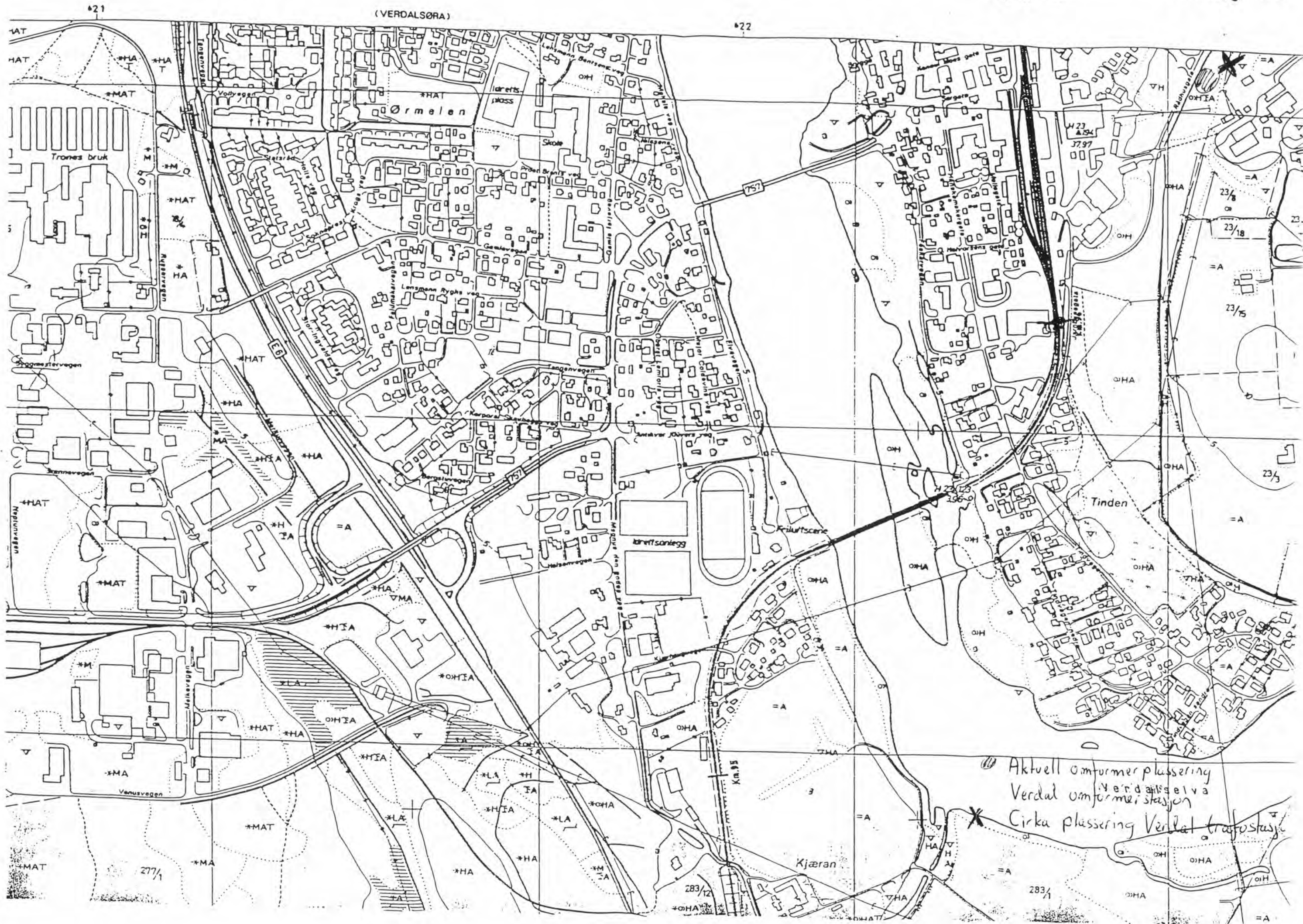
☒ Planlagt omformning i
Tvedalen omformasjon

☐ Transformasjon, Tvedal

Vedlegg 4.3

Utkast til plassering av omformerstasjoner.

(VERDALSØRA)



Vedlegg 4.4

**Kopi av brev til leverandører av
omformerstasjoner.**

NSB BaneGjenpart m/vedlegg: Blks.saken

ABB STRØMMEN
v/Øystein Kristoffersen
Postboks 83
2011 STRØMMEN

SIEMENS A/S
Divisjon Anlegg Øst
v/V.Kårstad
Postboks 10 Veitvet
0518 OSLO
Henvendelse til
Frode Johnsen
Tlf. 22366870

Deres referanse

Saksreferanse

Dato

94/2826

B 553

21.10.94

HOVEDPLAN - ELEKTRIFISERING AV TRONDHEIM - STEINKJER OG HELL - STORLIEN STRØMFORSYNING

NSB Baneregion Nord er igang med å utarbeide en hovedplan for elektrifisering av eksisterende jernbane mellom Trondheim - Steinkjer og Hell - Storlien. I den forbindelse ønsker vi endel budsjettpriser fra aktuelle leverandører. Kostnadsoverslaget bør ligge innenfor en grense på +/- 15 %. Vi ønsker tilbakemelding på hvilken nøyaktighetsklasse Dere anser Deres oppgitte budsjettpriser å ligge innenfor. Innkommende priser sammen med firmanavn vil bli behandlet konfidensielt. Etter en vurdering av innkomne data fra aktuelle leverandører vil priser for hvert delanlegg bli oppgitt i hovedplanen uten at firmanavn blir nevnt. Hovedplanen vil bli et offentlig tilgjengelig dokument.

For strømforsyningen er det to hovedalternativ som blir utredet for strekningen:

- Alt 1 3 stk. statiske omformerstasjoner. To stk. på omlag 2 X 6 MVA og en på omlag 2 X 12 MVA
- Alt 2 1 stk. omformerstasjon på omlag 3 X 12 MVA. Omformerstasjonen skal inkludere en ca. 25 MVA 1-fase transformator med omsetningsforhold 16/66 kV som skal kobles mot 15 kV-hovedsamleskinnen. Mateledning skal gå ca. 4 mil i begge retninger fra omformerstasjonen. Ved mateledningens endepunkt installeres transformatorstasjoner på 16 MVA som transformerer med spenningen til 16 kV igjen før effekten mater ut på kontaktledningen

NSB Ingeniørtjenesten er ikke ferdig med beregningene/simuleringene for å fastslå effektbehovet, og ønsker derfor også en budsjettpris på 1 stk. 2 X 3 MVA statsisk omformerstasjon.

For oppgitte budsjettpriser kan det forutsettes at det for valgt alternativ bare blir en leverandør for strømforsyningsleveransen (som omfattes av ovenforstående tekst).

Det ønskes budsjettpris på følgende anlegg:

1. Statisk omformerstasjon ca. 2 X 12 MVA
2. Statisk omformerstasjon ca. 3 X 12 MVA inkl. 25 MVA 1-fase transformator 16/66 kV
3. Statisk omformerstasjon ca. 2 X 6 MVA
4. Statisk omformerstasjon ca. 2 X 3 MVA
5. Transformatorstasjon 16 MVA 1-fase, 66/16 kV

Anleggene er spesifisert mer i detalj i vedlegg 1. For omformerstasjonen er deler av tidligere forespørsel benyttet som underlag for spesifiseringen. Resten av anleggene er ikke beskrevet så detaljert, men standardnivået for statiske omformerstasjoner samt Deres tidligere erfaring om NSB's standard på sine anlegg bør legges til grunn for budsjettprisene. Det er ønskelig at det for transformatorstasjoner presiseres litt mer hva som er lagt til grunn for budsjettprisen utover det som er spesifisert.

Budsjettprisene skal oppgis for komplett anlegg i driftsferdig stand på byggeplass inkl. emballasje, transport eventuell toll og avgifter, forsikring, montasje, montasjemateriell, utprøving, idriftsettelse og verifisering.

NSB Ingeniørtjenestens frister for prosjektet er korte, slik at tilbakemelding ønskes så raskt som mulig.

Med hilsen



K. Lofthus
Overingeniør

Vedlegg 1 (38 sider)

Statisk omformerstasjon

Byggtekniske krav

Stasjonen dimensjoneres etter "klasse 1 for omformerstasjoner" som angitt i NVE's "Retningslinjer for sikring av kraftforsyningsanlegg" samt generelle gjeldende norske byggeforskrifter.

"Klasse 1 for omformerstasjoner" i NVE's "Retningslinjer for sikring av kraftforsyningsanlegg" medfører bl.a:

-Følgende standarder skal benyttes:

-NS 3473 Betongkonstruksjoner, Beregning og dimensjonering

-NS 3479 Prosjektering av bygningskonstruksjoner.

Dimensjonerende laster

-Utvendige vegger skal gis en sidedekning av enten fjell, eksisterende eller tilfylte løsmasser. Sidebeskyttelsen skal ha en høyde som tilsvarer topp av transformatorkasse og omformer, og ha en tykkelse på minst 1,5 m ved toppen

-Bygningen skal minimum dimensjonere for en statisk våpenlast på 12 kN/m². Dette kan reduseres med 50 % for de deler av konstruksjonen som blir dekket av løsmasser

-Minimum dimensjonering for utvendige konstruksjoner er armert betong med tykkelse 300 mm

-Armeringsregler for utvendige konstruksjoner:

-Minste tillatte dimensjon på kamstål er Ø 10 mm

-Største tillatte senteravstand for kamstål er 250 mm i begge retninger

-Vegger skal være dobbeltarmerte

-Betongkvalitet fasthetsklasse C 25 eller bedre

-For transportåpninger kreves betong bjelkestengsel

-Ytterdører skal være i KD 35 ved direkte innsyn ellers KD 10. Dører skal innstøpes og forankres i betongvegg

-Evt. vinduer kreves splintbeskyttet med stållemmer med min. 30 mm tykke (el.panserglass)

-Innvendige vegger i transformatorceller og omformerrom utføres i min. 200 mm betong og branndører A60

-Filteranlegg for filtrering av overharmonisk elektrisk støy kan plasseres utendørs uten annen sikring enn inngjerding

-Kontrollrom og omformerrom skal sikres mot elektromagnetisk puls(EMP)

-Lokk til kabelkanaler skal min. være 120 mm tykke betongheller. Vekt per lokk min. 100 kg. Armering min. kamstål Ø 12 c/c 100 mm i ruter

Bygningen må bestå av adskilte haller for hver omformerenhet, 15-kV anlegg rom, verksted (ca. 20 m²), lagerrom (ca. 10 m²), kombinert kontroll- og oppholdsrom, WC, garderobe med dusjmuligheter og kjøkkenrom/krok (med oppvaskbenk og plass til kjøleskap og kokeplate). Omformerstasjonen bør ligge på et plan.

Bygget må utføres med nødvendig trykkavlastningsmuligheter (utblåsningskanaler e.l.). Huset isoleres etter normale standarder.

Dørapninger tilpasses slik at alle benyttede enkeltenheter kan transporteres ut uten bygningsmessige demonteringer. Dører skal ha panikkbeslag.

Utendørs konstruksjoner

Gjerder

Utendørs høyspenningsanlegg ved omf. st. skal inngjerdes i henhold til gjeldende forskrifter

Dersom hus/bunkersløsningen fører til farlige stup og kanter og det er fare for den frie ferdsel, må slike områder avskjermes/inngjerdes. Materiellet skal være galvanisert.

Porter

I gjerdet må det på hensiktsmessige plasser anordnes porter for vanlig inn-/utpassering og ut-/inntransport av større kolli. Portmaterialet skal være galvanisert.

Låser

Inngangsdører i hus/bunkers må utrustes med låser etter NSB's standard. Rømmingsdører må dessuten utrustes med spesielle åpningsutrustning i henhold til nye krav for rømmingsveier.

Porter i gjerde må også utstyres med låser i samsvar med NSB's standard.

Tilbudsavgrensninger

Byggherre leverer tilstrekkelig stor byggetomt, og ordner med byggetillatelse. Grunnarbeid som planering og drenering utføres av byggherre. Nødvendig sprengingsarbeid på tomten belastes separat og skal ikke inngå i tilbudet. Anleggsvei vil bli ført frem til byggeplassen. Vann og kloakk blir fremført til bygningen.

Funksjonelle krav

Alle komponenter i 1-fase høyspenningsanlegget skal dimensjoneres som et 16 2/3 Hz 1-fase anlegg der spenning mot jord maksimalt er lik 17,25 kV.

Omformerstasjonen skal dimensjoneres slik at den minst skal kunne mate ut 2 X 6 MVA(el. 2 X 3 el. 2 X 12 el. 3 X 12) ut på 1-fase nettet med spenning 16,5 kV på 1-fase nettet.

Forhold mot 1-fasenettet.

Samkjøring:

- Omformerstasjonen skal kunne starte og begynne å mate ut energi på spenningsløs kontaktledning.
- Omformerstasjonen skal kunne mate ut energi på 1-fase nettet uten å arbeide parallelt med roterende omformerenheter eller andre statiske omformereenheter i omliggende omformerstasjoner.
- Omformerenhetene i omformerstasjonen skal kunne synkroniseres inn mot NSB's nett, og mate ut energi på 1-fase nettet parallelt med roterende omformerenheter og andre statiske omformerenneter tilkoblet enfasenettet i andre tilgrensende omformerstasjoner.
- Omformerstasjonen skal kunne mate ut energi på 1-fase nettet med parallell mating med roterende omformerstasjon i umiddelbar nærhet (<100m). En slik driftssituasjon med samkjøring mellom statiske og roterende omformerenheter er kun aktuelt under prøveperioden for de statiske omformerenhetene og senere ved alvorlige feil på store deler av den statiske omformerstasjonen. Ved en slik driftssituasjon skal aktiv og reaktiv last ved merkelast fordeles mellom omformerennetene med en differanse på maks 10 % fra det ideelle.

Belastning:

- Omformerenhetene i omformerstasjonen må kunne mate ut energi til alle typer last som kan forekomme i 1-fasenettet.
- Omformerstasjonen kan komme til å bli belastet med en strøm som har klirrfaktor (K) opp mot 0.7
- Omformerstasjonen skal kunne mate ut energi på et 1-fasenett med vilkårlig plasserte serie og/eller parallell koblete kondensatorbatterier innkoblet i nettet, uten at det oppstår transport av kapasitive strømmer mellom omliggende omformerstasjoner.
- Omformerstasjonen skal dimensjoneres ut fra en kortslutningsstrøm på 20 kA i 1 sekund ved spenning 16.5 kV på 1-fase siden.
- Omformerstasjonen skal konstrueres slik at optimalt antall omformerenheter til enhver tid er innkoblet. Omformerenheter i samme stasjon skal kunne starte og stoppe etter lastbehov på 1-fasenettet, og med henblikk på å oppnå best mulig virkningsgrad. Det skal være mulig å stille ønskede strømnivå og tidsintervall for når omformerenhetene skal starte og stoppe. Det skal være 2 uavhengige grenseverdier for start.

Stabilitet:

- Omformerenhetene får ikke ved forstyrrelser i 50 Hz nettet som ved endringer i frekvens på $\pm 3\%$, kortslutninger eller lastbortfall, komme i svingninger slik at omformeren løser ut.
- Effektpendlinger får ikke utløse noen omformerenheter. Effektpendlingen som kan oppstå ved transiente driftssituasjoner på 1-fasenettet får ikke føre til at noen omformerenheter løser ut. Ved eventuelle spenningssvingninger over 17,25 kV skal omformerenhetene stabilisere seg i løpet av 0,5 sek.

Tilbakemating:

- Omformerstasjonen skal kunne mate tilbake effekt til 3-fasenettet fra tog som bremses elektrisk. Fra hver omformerenhet skal det kunne mates tilbake effekt i følgende størrelsesorden:

5 MVA i 5 min, hver halvtime.

Ved eventuell større tilbakemating skal ikke omformerenheten ta skade, løse ut, eller løse ut andre omformerenheter i samme stasjon.

Utgående spenning:

- Stasjonsspenningen skal kunne stilles mellom 15.0 kV og maks. 17.25 kV ved normal drift. Reguleringen skal kunne skje trinnløst.
- For hver omformerenhet skal spenningen ut kunne reguleres trinnløst fra 0 til 17.25 kV for impedanseprøver i kontaktledningsnettet.
- Stasjonsspenningen skal kunne reguleres slik at den varierer som en lineær funksjon av reaktiv og aktiv strøm for hele stasjonen. Innstillingsområdet skal være så stort at omformerenhetenes innstilte spenning ved merkelast skal minst kunne varieres mellom -15% og +20 % fra innstilt "tomgangspenning".
- Omformerenhetene må, uavhengig av antall andre parallellmatende omformerenheter, holde effektverdien av spenningen på innstilt verdi med nøyaktighet på $\pm 1\%$. Kravet gjelder ved innstilt verdi mellom 15.0 kV og 17.25 kV, og under forutsetning av at belastningen ikke er så stor at strømbegrensningsutrustningen har trådt i funksjon.

- Stasjonsspenningens toppverdi får ikke under noen omstendighet overstige 31 kV, oppmålt med intergrasjonstid 100 μ s. Kravet er satt med hensyn på tyristorlokomotiv.

Elektrisk støy i 1-fasenettet:

Psofometrisk støystrøm. Tomgående linje:

- Ved mating av en tomgående linje (uten noe form for dempefilter i enden) skal psofometrisk støystrøm (definert i CCITT direktiv) ikke overstige 0,5 A i sum returstrøm ut fra omformerstasjonen. Linjen skal kunne være opp til 100 km lang.

Psofometrisk støystrøm. Lokomotiv-last i jevn hastighet:

- Ved hvilken som helst belastning med et eller to lokomotiv av type EI 16 (RC-lokomotiv) eller EI 17 i en avstand 20 km fra omformerstasjonen skal psofometrisk støystrøm (definert i CCITT direktiv) ikke overstige 1,5 A målt i sum strøm gjennom lokomotivet. Kravet gjelder ved mating på en omlag 50 km lang matelinje (uten noe form for dempefilter i enden).

Impulsstøy:

- Ved hvilken som helst belastning med et eller to lokomotiv av type EI 16 (RC-lokomotiv) eller EI 17 i en avstand 20 km fra omformerstasjonen skal ingen enkeltfrekvens målt på lokomotivet overstige følgende verdier:
 5 A i frekvensområdet 300 Hz - 10 kHz
 3 A i frekvensområdet 10 kHz - 50 kHz
 1 A i frekvensområdet 50 kHz - ∞

Kravet gjelder ved mating på en omlag 50 km lang matelinje (uten noe form for dempefilter i enden). Målinger skal gjøres med en spektrumanalysator med "peak hold"-funksjon.

Radiostøy:

- Ved hvilken som helst belastning med et eller to lokomotiv av type EI 16 (RC-lokomotiv) i en avstand 20 km fra omformerstasjonen skal grenseverdier for radiostøy spesifisert i NEK-EN 55011 overholdes. Kravet gjelder ved omformerstasjonen og ved kontaktledningsnettet 5 km og 20 km fra omformerstasjonen i materetningen. Kravet gjelder ved mating på en omlag 50 km lang matelinje (uten noe form for dempefilter i enden). Målingene skal utføres i henhold til NEK-EN 55011. Viktigste krav derfra er:
 - Maks 30 dB μ V/m quasi peak målt i en avstand 30 m fra måleobjekt for frekvensbandet 30 - 230 MHz.
 - Maks 37 dB μ V/m quasi peak målt i en avstand 30 m fra måleobjekt for frekvensbandet 230 - 1000 MHz.

Spenningsovertoner. Tomgående linje:

- Ved mating av en tomgående linje (uten noe form for dempefilter i enden) skal overharmonisk tønne i 1-fasespenningen ikke overstige 3 % av grunntonen for en enkelt overtone eller 4 % for den samlede effektivverdi av overharmoniske spenninger. Linjen skal kunne være opp til 100 km lang.

Støystrøm i 100 Hz området:

- Ved hvilken som helst belastning med et eller to lokomotiv av type EI 16 (RC-lokomotiv) i en avstand 5 og 20 km fra omformerstasjonen, skal "100 Hz"-strømmen gjennom filter med karakteristikk i henhold til vedlegg 7 1.3 i sum retur for omformerstasjonen ikke overskride 10 A. Ingen enkeltfrekvens i frekvensområdene 93 - 97 Hz og 103 - 107 Hz må overskride 1 A i returstrømmen. Kravet gjelder ved mating på en omlag 50 km lang matelinje (uten noe form for dempefilter i enden).

Alle kravene skal tilfredstilles med både en og samtlige omformerenheter i drift.
Alle krav baseres på følgende linjedata for kontaktledningsnettet:

- Linjeinduktans per km = 0,16 ohm
- Linjekapasitans per km = 13 nF (fase - jord)
- Linjeresistans per km = 0,15 ohm

Forhold mot 3-fasenettet:

- Omformerstasjonen skal dimensjoneres ut fra følgende transiente kortslutningsstrømmer på 3-fase, 66 kV siden:

Min.	200 MVA
Maks.	1500 MVA

Anlegget må også dimensjoneres ut fra eventuelle subtransiente kortslutningsstrømmer som kan oppstå i 3-fasenettet.

Spenning på 3-fasesiden:

- Stasjonen skal tåle en variasjon på innkommende spenning på +/- 7 % uten at det manuelt må korrigeres på transformatorer eller annet utstyr. Innen denne spenningsvariasjonen skal kravspesifikasjonene oppfylles. Omformerenheterne skal fungere selv om innkommende spenning varierer med +/- 12 %. Større spenningsvariasjoner på innkommende linjespenning skal ikke gjøre skade på anlegget. Om trinnkobler/lastkobler på 3-fasetransformatorens er nødvendig må vurderes av leverandør.
- Ved normal drift (ved f.eks. til- og fraslag av omformerenheter, utgående linjebrytere eller koblinger i filterutrustningen) skal ikke omformerstasjonen være årsak til spenningsendringer på 50 Hz nettet som overstiger 1,5 % av merkespenningen.
- Det er ønskelig at omformerstasjonen belaster 3-fasenettet kapazitivt i omformerstasjonens mest normale arbeidsområder.

Elektrisk støy i 3-fasenett:

Psofometrisk støystrøm. Lokomotiv-last med pådrag:

- Ved hvilken som helst belastning med et eller to lokomotiv av type EI 16 (RC-lokomotiv) eller EI 17 i en avstand 20 km fra omformerstasjonen, skal common mode psofometrisk støystrøm (definert i CCITT direktiv) ikke overstige 100 mA. Kravet gjelder ved mating på 1-fase siden på en omlag 50 km lang matelinje (uten noe form for dempefilter i enden).

Overharmoniske spenninger

- Overharmonisk spenning generert av anleggets overharmoniske strømmer skal være mindre enn 0,7 % av grunnharmonisk fase-nullpunkt spenning for alle $n > 1$. I tillegg kreves at den samlede effektivverdi av overharmoniske spenninger ikke overstiger 1,0 %.
- Ved hvilken som helst belastning med et eller to lokomotiv av type EI 16 (RC-lokomotiv) eller EI 17 i en avstand 20 km fra omformerstasjonen skal ikke effektpulsasjoner med frekvens 33 1/3 Hz overstige 1,0 % av merkespenning på 50 Hz 3-fasesiden. Kravet gjelder ved mating på en omlag 50 km lang matelinje (uten noe form for dempefilter i enden).

De gitte tillatte grenser for overtoneinnhold og effektpulsasjoner i 3-fase nettet gjelder for alle oppgitte kortslutningseffekter i 3-fasenettet. Alle kravene skal tilfredstilles med både en og alle omformerenheterne i drift. Alle krav baseres på følgende linjedata for kontaktledningsnettet:

- Linjeinduktans per km = 0,16 ohm
- Linjekapasitans per km = 13 nF (fase - jord)

- Linjeresistans per km = 0,15 ohm

Automatikk:

Omformerstasjonen skal utrustes med en slik automatikk at en omformerenhet med alt nødvendig hjelpeutstyr for normal drift kan settes idrift med én kommando.

Starttid:

Omformerenhetenes starttid fra startimpuls til innkobling av 15 kV effektbryter for omformerenhetene, etter avsluttet innfasning, skal maksimalt være 7 sek.

Faseomforming, synkronisme:

- Frekvensomforming 50 Hz +/- 0,2 % til 16 2/3 Hz +/- 0,2 % skal være synkron, og 16 2/3 Hz spenningens fasevinkel ($\Psi_D (I/I_n)$) (defineres som faseforskjell mellom 3-fasenettets R-fase, og 1-fasespenningen, referert til grader på 1-fasesiden) skal kunne stilles fritt, og skal kunne varieres som en funksjon av laststrømmen (I_G) og lastvinkelen ($\cos \varphi_G$). Dette skal kunne gjøres for at det skal være mulig å fininnstille synkroniseringen og for at det skal være mulig å stille lastdelingen i forhold til omliggende omformerstasjoner. For at det skal være mulig å stille fasevinkelen etter forskjellige roterende omformeragregater, skal fasevinkelen kunne innstilles etter følgende formel:

$$\Psi_D = \frac{1}{3} \arctan (x_{2M} * I_G * \cos \varphi_G) + \arctan ((x_{2G} * I_G * \cos \varphi_G) / (1 + x_{2G} * I_G * \sin \varphi_G))$$

der

$$x_{2M} = X_{2M} * I_{\text{merke}} / U_{\text{merke}}$$

$$x_{2G} = X_{2G} * I_{\text{merke}} / U_{\text{merke}}$$

x_{2M} er motorens synkrone tverreaktans for en omformerenhet.

x_{2G} er generatorens synkrone tverreaktans på en omformerenhet.

x_{2M} og x_{2G} skal være justerbar i reguleringsutrustningen, slik at karakteristikken kan tilpasses andre typer omformerenheter.

- Fasevinkelen skal ved idriftsettelse innstilles lik en roterende 10 MVA omformerenhet. Et diagram med fasevinkelkaratistikken for et 10 MVA omformeraggregat er vedlagt.
- Omformerstasjonen skal dimensjoneres ut i fra en frekvensvariasjon på +/- 3 % i 50 Hz-nettet.

Innkommende linjeutrustning

Omformerstasjonen skal mates fra en 66 kV 3-fase linje. Fremføring av høyspenningstilførsel utføres av aktuelt energiverk. Ved en feil etter avgreining til hver omformerenhet, skal kun den aktuelle omformerenhet kobles ut. Innkommende høyspenningstilførsler anordnes med ventilavledere mot jord i hver fase. På 3-fasesiden av hver omformerenhet skal det minst være en skillebryter og en effektbryter. Isolasjonsniva i h.t. IEC Publ 71.

Det skal monteres jordingsbrytere med momenttilslag til alle seksjoner på 3-fase nettet. Dersom anlegget utføres som et kapslet anlegg, skal lysbuevern installeres.

Omformerenhet

Omformerenhetene skal bygges opp i henhold til IEC Publ. 146 og 289.

Lastfordeling:

Omformerenhetene i omformerstasjonen må utrustes med automatisk lastfordelingsregulator som fordeler aktiv og reaktiv last mellom omformerenhetene med en differanse på maks 1 % fra det ideelle ved merkelast. Ved andre lastsituasjoner må denne verdien ikke overskride 4 %.

Omformerenhetene skal utrustes med timetellere som angir antall timer omformerenheten har vært i drift.

Omformerenheten får ikke løse ut på grunn av raske endringer i impedansen i 1-fasenettet (F.eks raske utkoblinger av laster). Dette innebærer bl.a. at omformerenheten skal dimensjoneres for å kunne mate ut mot en kortslutning uten å ta skade når kortslutningen oppstår eller opphører og 1-fasenettets spenning momentant bygger seg opp.

Omformerenhetene skal konstrueres slik at overlast på 1-fasenettet ikke skal løse ut stasjonen. Omformerenheter skal være utrustet med strømbegrensende utstyr som trer i funksjon ved en spesifisert last ved eller høyere enn merkelast. Dersom spenningen synker under en innstillbar spenning (mulig innstillingsområde 8 - 14 kV) etter at strømbegrensningen er inntrådt, skal omformerenstasjonen kobles ut.

Effektfaktor:

1-fasenettets effektfaktor varierer avhengig av ytre driftsforhold. Omformerenhetene skal kunne mate ut energi for alle mulige effektfaktorer.

Utgående linjeutrustning

Mellom hver omformerenhet og 15 kV hovedsamleskinnen skal det minst være en effektbryter og en skillebryter. Utgående linjeutrustning skal i hovedsak bestå av en 15 kV hovedsamleskinne der det er mulighet for oppdeling i minst to seksjoner. Utgående linjeutrustning skal utrustes med ett reservefelt. Reservefeltet skal kunne benyttes mot hvilken som helst linjeavgang ved feil/revisjon på et linjefelt. X-skinne skal også kunne deles i to seksjoner. Hovedsamleskinner og evt. annet fellesutstyr som kan bli belastet med sum gjennomgående strøm, skal dimensjoneres for minimum 1200 A kontinuerlig. Arrangementet for hvert utgående linjefelt dimensjoneres for minimum 1200 A kontinuerlig. Isolasjonsnivå skal være minst 50/125 kV. Dimensjonerende kortslutnings-strøm skal være på minst 20 kA i 1 sek. med spenning 16.5 kV på 1-fasenettet.

Omlagging til et reservefelt skal kunne gjøres manuelt, fjernt og fra kontrollrommet.

Det skal monteres overspenningsvern på alle utgående kabelavganger.

Hvert utgående linjefelt skal utrustes med prøvebryter og prøvemotstand.

Styrestrøm og batterianlegg

All styrestrøm skal i hovedsak være 110 V DC. Der 230 V AC, 50 Hz via vekselretter fra 110 V DC systemet er nødvendig skal dette oppgis spesielt i tilbudet.

Det skal være full redundans i strømtilførselen til styrestrømmene, 110 V DC.

fordelingen skal bygges opp med minst to separate anlegg, med to batterianlegg og med to ladelikettere (og evt. to vekselrettere. Ved bruk av vekselrettere skal det være mulighet for å legge over til bruk av 230 V fra lokalt e-verk). Fellesutstyr legges under den delen som synest mest hensiktsmessig med hensyn på sikkerhet og belastningsfordeling. Det skal anordnes en vender som gir mulighet for manuell omkobling/sammenkobling, slik at en 110 V DC fordelingsdel kan mate hele 110 V DC fordelingen uten at dette medfører forstyrrelser i driften.

Alle 110 V DC kretser skal deles med hensyn på anleggsdeler, slik at full redundans i stasjonen opprettholdes. 110 V DC kretsene skal i tillegg minst deles opp etter følgende funksjoner:

- Innmanøver
- Utmanøver/utkobling
- Indikeringer

Oppdelingen av 110 V DC kretsene må også deles slik at krav til senere nevnte "Fjern/lokal-vender" oppfylles.

110 V DC fordelingen skal utføres med automatsikringer. Alle automatsikringer skal overvåkes. Sikringstyper må velges slik at selektivitet i fordelingen oppnås. Batterianlegget skal plasseres i samme rom som likestrømfordelingen, og skal være godkjent av NVE for en slik plassering. Batterikvalitet og ladeprosessen forløp samordnes slik at batterienes forventede levetid minimum er 10 år. Automatisk overvåkingssystem som overvåker batteriets kapasitet, jordfeil, overlast, ladestrøm og ladespenning pr. celle skal anordnes.

Det skal monteres nødlys i hele stasjonen, med minimum 1 lux i rømningsveier og minimum 5 lux i høyspenningsrom, kontrollrom og ved 230 V AC fordelingen. Nødlyset skal kun kobles inn når det er folk i omformerstasjonen og tillates derfor forriglet over hovedbryter for lys. Det skal monteres testvender for nødlys. Det skal i kontrollrom monteres opp en batterilykt med lader. Lykten skal normalt stå til opplading. Ved bortfall av 230 V-forsyning skal indikeringslys gjøre lykten lett synlig. Lykten skal gi tilstrekkelig lys til å kunne utføre mindre midlertidige reparasjoner.

Nødlysanlegget skal ellers dimensjoneres og monteres etter Brannloven, Lov om brannforebyggende tiltak og brannsyn og FEF.

230 V Stasjonsfordeling

Omformerstasjonens 230 V AC anlegg skal normalt forsynes fra høyspenningstilførselen via egne stasjonstransformatorer. 230 V spenningen fra stasjonstransformatorene må tilfredstille generelle krav til spenningskvalitet til strømforsyning. Det kreves minimum 2 separate stasjonstransformatorer, med redundans seg imellom. En av stasjonstransformatorene skal da klare å mate hele stasjonen uavhengig av hvilke omformerenheter som er i drift. Det skal være automatisk veksling mellom stasjonstransformatorene, avhengig av driftsforhold. Dersom alle omformerenheter (står og av den grunn begge stasjonstransformatorene er utkoblet) eller 230 V AC egenforsyningen er ute av drift, skal reserve 230 V AC forsyning fra lokalt e-verk automatisk innkobles. Veksling mellom de forskjellige 230 V AC forsyningene må anordnes på en slik måte at det ikke får driftsmessige konsekvenser. Omkobling/sammenkobling mellom de ulike strømforsyningsmulighetene skal også kunne utføres manuelt.

230 V installasjon

Anlegget skal godkjennes av eltilsynet ved NSB. 230 V AC anlegget skal bygges som et 230 V IT-system.

Alle 1-fase stikkontakter skal sikres med 16 A, 3-fase 230 V 25 A kontakt med jord skal installeres i verksted, i alle uteanlegg og alle steder der hvor det kan bli bruk for tyngre elektrisk verktøy, varmevifter e.l. I tillegg monteres 1 kurs med 230

V/ 50 A 3-fase for hver omformerhall til stor varmevifte. Stikkontakter monteres slik at alle steder innendørs nås med 6 m ledning, i kontrollrom og verksted med 3 m ledning. Alle rom skal utstyres med doble stikkontakter. Stikkontaktene skal ikke tilkobles kurser som er nødvendige for omformerenheterens verneutrustning, eller andre komponenter som har betydning for å opprettholde en sikker drift av omformerstasjonen. 230 V, 50 Hz stasjonsforsyningen utstyres med jordfeilvarsler. 230 V AC fordelingen skal utføres med automatsikringer. Alle automatsikringer skal overvåkes. Måleplate for e-verksabonnement skal monteres.

Lys

Nødvendig lys monteres. Belysning baseres på standard lysrør. Det kreves lysstyrker i henhold til anbefalinger fra "Selskapet for Lyskultur":

Høyspenningsrom	200 lux
Batterirom	200 lux
Kontrollrom, grunnbelysning	200 lux
Betjenings- og kontrolltavler	500 lux
Garderober etc.	150 lux
Utvendig belysning	15 - 30 lux

Regulering av lys og lysrørskifte skal kunne skje uten at det er nødvendig med omkobling/jording i høyspenningsanlegget. Utendørs høyspenningsanlegg, inngangsdører og oppkjørsel skal ha fotocellestyrt belysning. Alt lys inne i stasjonen skal kunne slås av/på vha. en hovedlysbryter ved hovedinngangsdør. Det skal monteres en håndlykt med automatisk lading i omformerrom, kontrollrom og 15 kV rom.

Elvarmeanlegg

Nødvendig varmekilde monteres. Termostatregulert varme benyttes. Styling av varme må kunne skje uten at det er nødvendig med omkobling/jording i høyspenningsanlegget.

Ventilasjon og kjøling

Kravene i arbeidstilsynets bestemmelse, nr. 444 "Klima og luftkvalitet på arbeidsplassen" er minimumskrav for anlegget og legges til grunn dersom ingen av kravene nedenfor går ut over disse.

Avtrekksvifte for arbeidsplasser i verksted skal anordnes.

Det skal fortrinnsvis benyttes standard spirokanaler og -deler i henhold til "Standard for spirokanaler", utgitt av VVS AMA. Kanalene skal tilfredstille kravene i Norsk standard 3560 og 3561, og ha tetthetsklasse B i henhold til VVS AMA.

Kanaler som fører luft med så lav temperatur at kondensfare kan oppstå, skal isoleres. Kanaler skal brannisoleres i henhold til brannforskrifter. Alle kanaler på kalde loft skal minimum isoleres med 50 mm brannisolasjon.

Alle vifte og viftemotorer skal være montert på vibrasjonsdempere. Motorer og aggregater skal monteres på solide stålrammer.

Tilluft- og avtrekksvifter skal være utstyrt for kontrollmåling av luftmengder. Ventilene skal kunne låses og demonteres for rengjøring.

Sirkulære reguleringsspjeld skal være utstyrt med måleuttak for måling av luftgjennomstrømning. Reguleringsspjeld skal kunne låses.

Stengespjeldene skal minimum holde tetthetsklasse 4 i henhold til VVS AMA. Stengespjeldene skal ha isolerte spjeldblad og isolerte rammer. Stengespjeld skal være for motordrift. Spjeldmotorer skal ha fjærtilbaketrekk slik at spjeldene

stenger ved strømbrydd.

Brannspjeld skal være godkjent av SBI i brannklasse A120. Brannspjeld skal være røykgasstette. Brannspjeld skal ha motordrift og skal kunne utløses både fra lokal smeltesikring og fra brannalarmsentral.

Spesielt for kontrollrom og sosialrom

Det skal benyttes ventilasjon med tilførsel av filtrert og forvarmet, eventuelt kjølt friskluft.

Sekundære rom som toaletter o.l. tilføres luft ved overstrømning fra tilstøtende lokaler.

Eventuelle ventilasjonsaggregater skal utstyres med filter av minimum klasse EU-7 i henhold til VVS AMA. Filterene skal være engangs posefilter med glassfiber filtermedia. Starttrykkfall med rene filter skal maksimalt være 100 Pa. Filter skal monteres foran eventuell varmeveksler både på tilufts- og avtrekksiden.

Utstyr og løsninger som medfører tilbakeføring av avkastluft skal ikke benyttes.

Omformerrom

Omformerrom skal kjøles med ventilasjonsluft. Rom skal tilføres nødvendig filtrert luftmengde. Kjøleluftmengden skal tilføres rom på en slik måte at undertrykk eller betydelig overtrykk ikke oppstår.

Det skal benyttes direktedrevne akselvifter. Viftene skal drives av standard norm motorer. Filter skal holde minimum klasse EU-7 i henhold til VVS AMA. Filterene skal være engangs posefilter med glassfiber filtermedia. Starttrykkfall ved rent filter og maksimal luftmengde skal maksimalt være 100 Pa.

Brann

Lov om brannforebyggende tiltak og brannsyn gjeldende fra 01.01.94 skal følges. Stasjonen skal også bygges etter NVEs "RETNINGSLINJER for brannvern og redningstjeneste i kraftforsyningen". Brannslukingsanlegget skal bygges etter FG godkjente regler og anvisninger. Alt utstyr, kursopplegg og prosjektering i forbindelse med brannanlegget skal være FG godkjent.

Bygningen deles i flere brannceller, bestående av omformerrom, høyspenningsrom, eventuelle transformatorrom og øvrige rom. Brannceller dimensjoneres for brannklasse A120. Alle rom skal være røyktette ved en eventuell brann.

Stasjonen skal utstyres med automatisk brannslukningsanlegg med separat utløsning for hvert omformerrom og transformatorrom. Det skal monteres manuell utløser av slukkeanlegget i hver branncelle, på en sentral og personsikker plass. Det skal installeres egen brann sirene ved utløsning av slukkemedie.

I omformerrom og eventuelle transformatorrom skal det benyttes 2 brannsløyfer med røykdetektorer. Røykdetektorer fordeles slik at det minimaliserer falske utløsninger, men opprettholder en sikker utløsning ved brann. Triggning av kun en sløyfe skal gi signal "FEIL BRANNSLØYFE". Triggning av begge sløyfer skal utløse slukkemedie og totalstopp, og skal gi signalet "BRANN". Alle brannluker skal falle. De øvrige rom (kontrollrom, høyspenningsrom, fjernstyringsrom, kabelkjeller, verksted, garderobe, batterirom, etc) utstyres med 2 separate sløyfer med temperatur og røykindikatorer. Begge sløyfene føres innom alle rom i branncelle. Det må monteres et tilstrekkelig antall detektorer, slik at det kan detekteres alle former for branntiløp. Triggning av kun en sløyfe skal gi signal "FEIL BRANNSLØYFE". Triggning av begge sløyfer skal utløse totalstopp og skal gi signalet "BRANN". Brannluker for aktuell branncelle skal falle.

Stasjonsalarm utløses ved enhver feil i brannvarslings-/slukningsanlegg.

Kapslede høyspenningsceller skal utføres slik at brann i en celle ikke skal kunne antenne utstyr i en annen celle.

Totalstopp

For å kunne gjøre omformerstasjonen spenningsløs hurtig og ukomplisert, skal en totalstoppfunksjon installeres.

Totalstopp skal gjøre hele omformerstasjonen spenningsløs, med unntak av 230 V AC anlegg fra lokalt e-verk.

Totalstopp må samordnes med kontaktlednings- og fjernkontrollanlegget, slik at skillebrytere i kontaktledningsnettet i tilknytning til stasjonen utløses for alle kabelavganger.

Totalstoppen skal være helt uavhengig av lokal/fjern vender. Lokalt skal totalstoppen kunne utløses via trykknapper eller fra brannalarmutrustningen. Trykknapper skal plasseres i kontrollrommet, på hensiktsmessig sted i omformerrom, høyspenningsrom, filtergård og eventuelt transformatorrom. Trykknappene skal være røde og utføres/plasseres slik at de skiller seg ut fra øvrig utstyr. Knappene skal være utført med tilbakefjæring og ha beskyttelseslokk.

Kontrollutrustning

Omformerstasjonen skal normalt være fjernkontrollert, men i tilknytning til inspeksjons-, feilrettings- og vedlikeholdsarbeid behøves direkte oversikt over omformerstasjonens driftstatus. Alle feilsignaler, indikeringer og målinger skal kunne avleses lokalt, og skal være samlet på en plass i kontrollrommet.

Enkeltalarmer skal kunne grupperes i alarmklasser. Det må forberedes for minimum 4 slike grupper

Dersom omformerstasjonen står i "Lokal"-styring eller "observasjon av indikeringer" står på og en feil oppstår, skal en tidsbegrenset akustisk alarm som skal kunne høres over hele omformerstasjonens område, utløses.

Det skal være en egen kvitteringsknapp for avstilling av akustisk alarm.

Hver omformerenhet skal kunne manøvreres fra kontrollskap ved hver omformerenhet, fra eget kontrollrom og fra elkraftsentral via fjernkontrollanlegget. Kontrollskap for hver omformerenhet skal ha en vender "Tilkoblet"/"Ikke tilkoblet" måleinstrument som viser strøm og spenning ut fra omformerenheten og indikeringer for skillebrytere og jordingsbrytere. I stilling "Ikke tilkoblet" skal omformerenheten bare kunne startes fra omformerenhetens kontrollskap. Alle frontceller i høyspenningsrom skal ha blindskjema og indikering av bryterstillinger. I høyspenningsrommet skal det være en vender for av/på stilling av manøverspenning for alle utgående linjefelt samt måleinstrument for spenning på utgående linjeavganger.

En løsning med datamaskinbasert (PC-basert) kontrollutrustning foretrekkes for kontrollrommet. Ved bruk av skjermbasert kontrollutrustning i kontrollrommet, skal egen manøverenhet med minimum følgende funksjoner følge med:

- "Observasjon av indikeringer" (av/på)
- Lokal/fjern vender
- Alarm stoppknapp

- Indikering av feil i datautrustning
- Nødstopp-knapper
- Totalstopp-knappen

Det skal installeres lampeprøver som inkluderer alle lamper i kontrollutrustningen.

Feilsignaler

Alle feilsignaler skal indikeres med rød farve. Blinkende feilsignaler skal ha en felles kvitteringsknapp.

Målinger

For å ha kontroll med omformerstasjonens driftstatus og energiforbruk må stasjonen utstyres med et omfattende målings- og registreringsutstyr.

Måleverdien kan vises med indikerende instrument, alternativt med billedskjermbasert løsning. Totale målefeil må ikke overskride 1 %.

For oppfølging av stasjonens effektutak og energiforbruk kreves fjerninnsamling av 3-fase energi over telenettet, for hver omformerenhet og for sum omformerstasjon. Energimåling til kraftleverandør skal skje før alt annet effektkrevende utstyr på innkommende 3-fase høyspenningslinje og krever minimum nøyaktighetsklasse 0,2.

Indikeringer

Alle indikeringskontakter skal være med dobbelindikeringer.

Alle indikeringer skal indikeres med rød eller grønn farge.

Stillingsvisere for skillebrytere skal være elektromekaniske. Alle styrekvitteringsvendere i feil stilling skal ha blink markering.

Ettersom NSB ikke kjenner leverandørens omformerstasjonsløsning med statiske omformere, overlates det til leverandør å komme med et forslag på totalløsning. Løsningen må forhåndsgodkjennes av NSB. Men følgende feilsignaler, målinger, indikeringer og manøvre skal minimum inngå i kontrollutrustningen fra kontrollrommet:

Feilsignaler

- * 4 alarmgrupper (f.eks. Alvorlige feil, mindre alvorlige feil osv.)
- * Utløst motorvern for alle effektbrytere
- * Høy fuktighet i omformerrom
- * Utløst automatsikringer
- * For høy/lav temperatur for alle målte temperaturer
- * Hjelpespenningsovervakning, 50 Hz
- * Hjelpespenningsovervakning 16 $\frac{2}{3}$ Hz

Målinger

- * Alle målte temperaturer

Indikeringer

- * Innstilt fasevinkel for omformerstasjonen
- * Innstilt "tomgangsspenning" for omformerstasjonen

Manøvre:

Manøvre generelt

- * Start/stopp av omformerenhetene
- * Fjern/Lokal
- * "Observasjon av indikeringer" (av/pa)
- * Fasevinkel for hele stasjonen
- * "Tomgangsspenning" for hele stasjonen

Innkommende linjeutrustning

Feilsignaler

- * Jordfeil innkommende linje
- * Lav innkommende 66 kV spenning
- * Feil frekvens, 50 Hz
- * Skillebryter i midtstilling for alle skillebrytere
- * Alle individuelle feilsignaler fra 3-fase hovedtransformator (unormal oljestand, gassvakt osv.).

Målinger

- * Spenning 66 kV
- * Aktiv effekt sum omformerstasjon (MW), 50Hz
- * Reaktiv effekt sum omformerstasjon (MVar), 50Hz
- * Frekvens, 50 Hz

Indikeringer

- * Alle skillebrytere (inne/ute)
- * Alle jordingsbrytere (inne/ute)
- * Alle effektbrytere (inne/ute)

Manøvre

- * Alle 3-fase skillebrytere, 50 Hz (ut/inn)
- * Alle 3-fase effektbrytere, 50 Hz (ut/inn)

Omformerenhet

Feilsignaler

- * Alle individuelle alarmer

Målinger

- * Spenning innkommende linje, 50 Hz for hver omformerenhet
- * Produsert 1-fase-energi, 16 2/3 Hz for hver omformerenhet (kWh X 100)
- * Tur/retur måler for 3-fase energi, 50 Hz for hver omformerenhet (kWh X 1000)
- * Strøm, 50 Hz for hver omformerenhet
- * Strøm, 16 2/3 Hz for hver omformerenhet
- * Reaktiv effekt (MVar), 50 Hz for hver omformerenhet
- * Reaktiv effekt (MVar), 16 2/3 Hz for hver omformerenhet

Indikeringer

- * "I drift"/"Ute av drift" for hver omformerenhet
- * Blokkert for hver omformerenhet
- * Startautomatikk blokkert
- * Alle skillebrytere (ute/inne)
- * Alle jordingsbrytere (ute/inne)
- * Oppnadd strømgrense for hver omformerenhet
- * Tilkoblet/ikke tilkoblet for hver omformerenhet
- * Innstilt fasevinkel

Utgående linjeutrustning

Feilsignaler

- * Utløst automatsikring for vernekretser
- * Utløst motorvern utgaende effektbrytere
- * Utløst motorvern eventuelle X-brytere
- * Overtemperatur på eventuell prøvemotstand.

Målinger

- * Det skal legges frem et 0 - 10 V DC signal til skapfront/kontrollpult for samleskinnespenning, 15 kV
- * Spenning hovedsamleskinne, 16 2/3 Hz fra begge 1-fase hovedsamleskinner (For Jessheim: for begge 1-fase hovedsamleskinneseksjoner)
- * Energi, 16 2/3 Hz for alle utgående felt. To-veis måler (kWh X 100)
- * Spenning, 16 2/3 Hz for alle utgående felt
- * Strøm, 16 2/3 Hz for alle utgående felt

Indikeringer

- * Alle 1-fase effektbrytere, 16 2/3 Hz for hvert utgående felt (ute/inne)
- * Alle 1-fase skillebrytere, 16 2/3 Hz for hvert utgående felt (ute/inne)
- * "Gjeninnkobling pågår" og "Blokkering" indikeres med en felles lampe for hvert utgående felt. Under "Gjeninnkobling pågår" skal lampen lyse konstant mens ved "Blokkering" skal den blinke med symmetrisk blinkefrekvens (dvs. være av og på like lenge)
- * Innstilt "tomgangsspenning"

Manøvre

- * Alle 1-fase effektbrytere, 16 2/3 Hz for hver utgående linje (ut/inn)
- * Alle 1-fase skillebrytere for omlegging til reservefelt, 16 2/3 Hz for hver utgående linje (ut/inn)
- * Deblokkering av effektbrytere i utgående linjeutrustning. Skal gjøres ved å gi en utimpuls til effektbryteren når effektbryter allerede er utkoblet.

Styrestrøm og batterianlegg

Feilsignaler

- * Nødbelysning innkoblet
- * Lav 110 V DC batterispenning 1/2
- * Jordfeil 110 V DC 1/2
- * Høy 110 V DC batterispenning 1/2
- * Utløste automatsikringer 110 V DC
- * Feil ladelikeretter 1/2
- * Feil vekselretter 1/2
- * Feil batterianlegg

Målinger

- * Spenning, 110 V DC batterispenning for begge seksjoner
- * Strøm, 110 V DC batteribelastning for begge seksjoner
- * Stør for begge vekselrettere
- * Spenning for begge vekselrettere

Indikeringer

- * Driftsstilling 110 V DC (Sammenkoblet, omf.1 el. omf.2)
- * Driftsstilling vekselretter (Lokalt e.verk, vekselretter 1 el. vekselretter 2)

230 V Stasjonsfordeling

Feilsignaler

- * Utløste automatsikringer 230 V AC
- * Nullspenning 230 V AC fordeling
- * Jordfeil 230 V AC

Målinger

- * Mottatt energi 230 V, 3-fase, 50 Hz fra lokalt e-verk
- * Spenning for alle materetninger (R-S-T RJ-SJ-TJ)
- * Stør ut alle faser (R, S og T)

Indikeringer

- * Driftsstilling (e-verk, omf.1, omf.2, sammenkoblet)

Ventilasjon og kjøling

Feilsignaler

- * Alle individuelle alarmer
- * Alarmgrupper (felles signal)

Indikeringer

- * Spjeldposisjon for alle spjeld (åpen/lukket)

Manøvre

- * Spjeld resettes/åpnes

Brann

Feilsignaler

- * Brann
- * Feil brannovervåkingsanlegg
- * Utløst brannslukking
- * Feil brannsløyfer

Målinger

- * Spenning brannanlegg

Indikeringer

- * Brannluker stengt
- * Brannutstyr utkoblet

Totalstopp

Indikeringer

- * Totalstopp utløst

Manøvre

- * Totalstopputløsning

Kontrollutrustning

Feilsignaler

- * Feil datautrustning

Indikeringer

- * Innbrudd
- * Telefonalarm

Returkretser

Målinger

- * Det skal legges frem et 0 - 10 V DC signal til

- * skapfront/kontrollpult, for sum strøm omformerstasjon.
- * Sum strøm retur (A)
- * Aktiv effekt sum stasjon (MW), 16 2/3 Hz

Jording

Indikeringer

- * Alle jordingsbrytere(ute/inne)

Fjernkontrolltilpassing

Feilsignaler

LOKALT:

- * Feil fjernkontrollutrustning
- * Sambandsfeil

Vern

Feilsignaler

- * Feil fra eventuelle selvovervåkende vern
- * Feil verneutrustning
- * Feil matespenning vern

Indikeringer

- * Aktivisert

Nødfrakobling

Feilsignaler

- * Nødfrakobling
- * Feil for alle nødfrakoblingssløyfer

Målinger

- * Strøm (mA) i alle nødfrakoblingssløyfer

Indikeringer

- * "Idrift"/"Ute av drift" for alle nødfrakoblingssløyfer
- * Matende/gjennomgaende for alle nødfrakoblingssløyfer

Manøvre

- * "I drift"/"Ut av drift"
- * Nødfrakoblingsutløsning for alle sløyfer

Jording

Alt utstyr skal jordes iht. FEF, FEB og FEJ 92.

Jordledningene skal være av fleksibel type med gulgrønn isolasjon iht. forskriftene. Jordnettet i bygninger skal være utført som trestruktur.

Leverandøren plikter å utarbeide prinsipp for jording av alle anlegg. Dette skal godkjennes av byggherren.

Jordingsmiljøet skal oppfylle IEC publ. 801-4 for elektronikkutrustning. Stasjonsjordingen skal tilknyttes en sentral hovedjordsamleskinne. Hovedjordsamleskinnen vil bli tilknyttet jernbaneskinnejord via returskinnen.

Hovedjordsamleskinne og andre jordsamleskinner skal monteres slik at de er lett tilgjengelige.

Jordingsmotstanden må dimensjoneres spesielt med tanke på at overharmoniske driftsstrømmer skal ledes til god jord, slik at de overharmoniske strømmene ikke forstyrrer øvrig utstyr i og i nærheten av omformerstasjonen. Utstyr som normalt skal lede strømmer (overstrømmer) til jord samt komponenter som ved enkelte feilsituasjoner vil lede store strømmer til jord, skal i tillegg til å jordes radielt til hovedjordsamleskinne også jordes separat. Jordplater (spyd) legges i marken så nær terminalene som mulig.

Hovedjordinger og jordinger til større kraftobjekt skal forlegges så nær tilhørende kraftkabler som mulig, men ikke nærmere enn 30 mm. Hovedjordinger skal legges minst 30 mm fra brennbart materiale.

Hovedjordinger til kraftelektronikkenheter og andre hoveddeler som vil inneholde støystrømmer skal forlegges avskilt fra samtlige kabler og kabelstiger med en avstand større enn 300 mm.

Dypjording av hovedjordsamleskinne og overspenningsvern skal ha en jordmotstand mindre enn 15Ω til sann jord. Andre jordelektroder/spyd skal ha en jordmotstand mindre enn 30Ω til sann jord.

Jordingssystemet skal deles opp i flere klasser, med henblikk på støynivå, eventuelle støtspenninger og høye strømmer.

Komplett anlegg for etablering av arbeidsjord på skinneføringer, kabler og anleggsdeler forøvrig skal leveres (inkl. også jordingsstenger, jordingslisser, spenningsindikatorer, oppheng for jordingsutstyr og jordingsplansjer). Det skal anordnes innkoblingssikre jordingsbrytere (dvs. anlegget skal ikke ta skade dersom en ved et uhell skulle legge inn en jordingsbryter mot en spenningsførende anleggsdel) på innkommende 3-faseinjer og på 1-faseside for hver omformerenhet og for kabelavgangene for hver utgående linjefelt.

Kabelskjerm for inngående 66 kV og 230 V, 50 Hz vil bli utisolert ved omformerstasjonen og skal ikke tilkobles jord ved omformerstasjonen. For alle andre kabler til omformerstasjonen vil kabelskjerm bli jordet ved omformerstasjonen.

Høyspenningsrom utføres med egen jordsamleskinne som er tilknyttet hovedjordsamleskinne. Høyspenningsskapene skal ha tilkoblingspunkt for manuell jording i front.

230 V-fordelingen utføres med egen jordsamleskinne som er tilknyttet hovedjordsamleskinne.

Fjernkontrollunderstasjon utføres med egen jordsamleskinne som er tilknyttet hovedjordsamleskinne. Skjermer til kabler fra anlegget til krysskoblingsskap skal jordes ved anleggsdel (maleverdiomformer terminal e.l.). Skjermene på kabler føres så langt som mulig ut mot signallederens endepunkt i krysskoblingsskapet uten ytteligere tilkoblinger.

Fjernkontrolltilpassing

Generelt

Omformerstasjonen skal implementeres mot og i eksisterende fjernkontrollsystem på Fron

Omformerstasjonen skal inkludere nødvendig antall mellomreléer for manøvrering, potensialfrie kontakter for stillingsindikeringer og feilsignaler. Nødvendig antall

måleverdiformere for fjernmåling skal også inngå.

Mellomreleer og indikeringskontakter mates med hjelpespenning fra fjernkontrollunderstasjon. Hvilket spenningsnivå samt lengde på manøverbuss som vil bli benyttet, må avklares på et senere tidspunkt. Det skal være slukke-diode eller tilsvarende over samtlige mellomrele-spoler.

For manøvre benyttes det et trådbar pr. mellomrelé. Når det gjelder indikeringen skal det benyttes ett par (to ledere) pr. enkelindikering og to par (fire ledere) pr. dobbelindikering. For måleverdier kreves det ett par pr. måleverdi.

Fjernkontrollomfang

Generelt skal alle feilmeldinger, indikeringer, målinger og manøvre som blir tatt inn i kontrollrommet fjernoverføres. Som et utgangspunkt gjelder følgende:

Feilsignaler

LOKALT:

- * Feil fjernkontrollutrustning
- * Sambandsfeil

FJERNT:

- * Felles feil ventilasjon
- * Alle feilsignaler som vises lokalt unntatt:
 - Jordfeil 230 V AC
 - Utløst automatsikring 230 V AC
 - Nullspenning 230 V AC
 - Høy fuktighet i omformerrum
 - Alle feil ventilasjon

Målinger

- * Sum energi 50 Hz for omformerstasjonen
- * Alle målinger som vises lokalt unntatt:
 - Produsert 1-fase-energi, 16% Hz for hver omformerenhet (kWh X 100)
 - Alle målinger på 230 V AC anlegget

Indikeringer

- * Alle indikeringer som vises lokalt unntatt:
 - Driftstilling 110 V DC
 - Driftstilling 230 V AC vekselretter
 - Driftstilling 230 V AC fordeling

Manøvre:

- * For alle nødfrakoblingssøyfer; Utmating/Gjennomgaende
- * Alle manøvre nevnt under lokalt, unntatt:
 - Lokal/Fjern
 - Observasjon av indikeringer
 - Alle spjeld resettes/åpnes

Fjern/Lokal-vender

Det skal settes opp en "Fjern/Lokal"-vender i kontrollrommet som bestemmer om omformerstasjonen skal kunne styres/manøvreres lokalt eller fjernt. Ved fjernkontrollert drift skal det ikke være mulig å foreta lokal manøvrering. Når venderen står i "Fjern" og nedenfor nevnte vender, "Observasjon av indikeringer" står i AV, skal ingen av indikeringslampene kunne tennes. Med venderen i "Lokal" skal styringen av lampene og alarmklokke være i drift uavhengig om "Observasjon av indikeringer" er AV eller PA.

"Fjern/Lokal"-venderen skal ikke påvirke fjernoverføringen av måleverdier, indikeringer og feilindikeringer.

Vender for "Observasjon av indikeringer"

Med denne venderen skal indikeringslamper og alarmklokke kunne kobles inn for å gi en oversikt over bryterstillinger og eventuelle feillamper selv om "Fjern/Lokal"-venderen ligger i "Fjern". Venderen skal gjelde for hele stasjonsutrustningen.

Vern

Generelt

Omformerstasjonen skal ha vern som forhindrer at personer og komponenter tar skade og hindrer følgefeil. Leverandør skal utføre prosjekteringen og ha ansvaret for totalanlegget og dermed også hvilke vern som skal brukes. Følgende vern skal minimum leveres:

Vern generelt

- Lysbuevern for alle kapslete høyspenningsanlegg.
- Dersom spenningen på 1-fase hovedsamleskinne synker under et innstillbart nivå (minimum 8 - 16 kV) ved strømbegrensning, skal omformerstasjonen løse ut.

Vern ved bortfall av manøverspenning

- Effektbryter skal løse ut dersom spenningen for bryterens utkoblingskretser eller dens verneutrustning faller bort.

Vern innkommende linjeutrustning

- Jordfeilsvern for innkommende 3-faselinje.
- Vern som utløser aktuell høyspenningstilførsel ved tilbakemating av effekt til 3-fasenettet når 3-fasenettets kraftforsyning samtidig er ute av drift (ved feil eller arbeid på 3-fase høyspenningstilførselen).
- Overspenningsvern på innkommende høyspenningstilførsel

Vern utgående linjeutrustning

Linjevern:

Som utrustning til hvert utgående linjefelt og reservefelt skal det monteres:

- Det skal anordnes et vern som kobler ut aktuell utgående linjebryter dersom en enkeltfrekvens i frekvensområdene 93 - 97 eller 103 - 107 overstiger 2 A i mer enn 2 sek.
- Stillbart vern for overstrøm. Innstillingsområde 0,7 - 2,5 kA. Totaltid fra feil oppstår til effektbrytere har seksjonert bort feilsted må maks være 60 ms. Vernet skal være retningsfølsomt slik at det kun virker for strøm i retning ut fra omformerstasjonen.
- Retningsfølsomt distansevern med minst 2 soner, og med separat strømsprangsoner. Laststrømmen i kontaktledningsanlegg kan være i samme størrelsesorden som kortslutningsstrømmen. Belastningsstrømmer og feilstrømmer skilles ved at strømmen ved kortslutning uten overgangsmotstand er ca. 45° induktiv, mens normale belastningsstrømmer er mer resistive. Sone 1 skal ha en fasevinkel følsomhet som er tilpasset dette. Fasevinkelkarakteristikken for sone 2 skal kunne innstilles separat slik at denne blir relativt mer følsom for mer resistive strømmer uten at følsomheten for strømmer med lavere induktiv effektfaktor øker tilsvarende. Følsomhet overfor strøm som flyter fra kontaktledningen og inn i samleskinna er uønsket. Linjenes impedans endres ofte ved koblinger ute i nettet. Vernet må derfor lett kunne stilles om. I tilknytning til vernet skal det monteres en vender med 3 stillinger:
 - 1 Normal
 - 2 Prøving: Vernet kobles ut, men kan testes ved hjelp av reléprøveapparat eller lignende.
 - 3 Midlertidig driftssituasjon.

Distansevernets sone 1 og sone 2 er utkoblet,
men med
strømsprangdelen innkoblet.

- Sone 1 skal innstilles slik at den dekker 80 % av strekningen mot nærmeste matestasjon på strekningen. Sone 2 skal innstilles på 20 % av strekningen. Innstillinger må samordnes mot kontaktledningsanlegget.
- Stillbart underspenningsvern for linjeavgangen. Innstillingsområde minimum 6 -16 kV med justerbar tidsforsinkelse minimum 1 - 5 sek. som skal løse effektbryteren i utgående linjefelt.
- Det skal monteres overspenningsvern på alle utgående kabelavganger.

Vernene skal uavhengig av hverandere løse ut effektbryteren dersom betingelsen er oppfylt. Tilkobling til felles sett med måletransformatorer for hver effektbryter aksepteres.

Samleskinnevern:

- Stillbart underspenningsvern. Innstillingsområde minimum 6 -16 kV med justerbar tidsforsinkelse minimum 1 - 5 sek. som skal løse samtlige effektbrytere mot linjeavgangene.

Vern ved innkobling:

- Innstillbart vern som hindrer innkobling ved stor fasevinkel- eller spenningsforskjell når både hovedsamleskinne og utgående kabelavgang er spenningssatt.
- Hvert utgående linjefelt skal før utgående linjebryter (effektbryter) legges inn, teste hovedsamleskinnen og linjeavgangen for eventuelle kortslutninger, dersom de ikke allerede før innkoblingen er spenningssatt. Testen skal ikke mate mer enn 25 A mot kontaktledningen i normalt maks 2 s. Det skal innstilles reservevern som sikrer utkobling av denne testen etter maks 6 sek.

Ved feil på 1-fasenettet skal omformerstasjonenstasjonen kun koble ut den linjen som det er feil på.

Automatisk gjeninnkopling:

Opptil 3 automatiske gjeninnkoblingsforsøk skal foretas dersom effektbryteren er utløst av overstrømsvern, distansevern eller underspenningsvern på et utgående linjefelt. Gjeninnkopling foretas 5 sek. etter at effektbryteren er utløst og deretter henholdsvis 25 og 145 sek. etter at forutgående gjeninnkoblingsforsøk er avsluttet. Ved mislykket innkoblingsprosedyre skal bryteren deretter blokkeres slik at ny innkopling bare kan gjøres etter en deblokkering/reset og en ny inn-kommando er gitt fra kontrolltavle/fjernkontroll.

Et innkoblingsforsøk ansees som mislykket dersom:

- * vern mot stor fasevinkel- eller spenningsforskjell. hindrer innkobling.
- * test av hovedsamleskinnen og kabelavgangen for eventuelle kortslutning utføres uten at effektbryteren legges inn.
- * effektbryteren på nytt løses av et vern (overstrømsvern, distansevern eller underspenningsvern på et utgående linjefelt) innen en stilbar tidsforsinkelse (0 - 100 sek.).

Deblokkering av en bryter som er gått i blokkade skal kunne gjøres ved å gi utkommando, enten lokalt eller fjernt, til bryteren som allerede ligger ute. En deblokkering skal ikke forårsake start av nytt gjeninnkoblingsforsøk. Gjeninnkoblingsenhetene for de forskjellige utgående linjefeltene skal være separate.

Verneutrustningen skal være oppbygd selektivt slik at bare den feilbefengte delen av anlegget blir satt ut av drift.

Nødfrakobling

Nødfrakoblingsutrustningenes hensikt er at CTC-operatørene (de som overvåker og styrer togbevegelsene) eller personer som er på den aktuelle strekningen, raskt og sikkert skal kunne fjerne spenningen til togene på den aktuelle strekningen, dersom det oppdages farlige situasjoner.

Prinsippet for nødfrakoblingsutrustningen er:

- Mellom matestasjoner som mater en bestemt strekning føres en fysisk strømsløyfe i en telekabel. Sløyfenes strekning bestemmes av beliggenheten til omformer-stasjoner og koblingshus. Sløyfestrømmen på 12 mA DC mates fra en matestasjon.
- Brytes en nødfrakoblingssløyfe skal alle effektbrytere som mater effekt mot den aktuelle banestrekningen løse ut og gjøre strekningen spenningsløs. Dersom det mates "unormalt" f.eks. fra en reservebryter, så skal også denne løses ut. Strømsløyfen skal kunne brytes av CTC-operatør, elkraftsentralen og med trykknapper i alle matestasjoner og på alle betjente stasjoner på aktuell strekning.

Den nye omformerstasjonen skal forberedes for 2 stk. nødfrakoblingssløyfer med tilhørende nødfrakoblingsutrustning.

Nødfrakoblingsutrustningen i omformerstasjonen må anordnes slik at alle strømsløyfer både kan mates fra utrustningen og være gjennomgående. Det monteres en vender for hver sløyfe, slik at det raskt kan endres fra matende til gjennomgående sløyfe. Det er ikke sikkert at utrustningen til enhver tid vil være koblet til så mange sløyfer som den er bygd for.

Hver nødfrakoblingsutrustning skal kunne settes "i drift"/"ut av drift" lokalt i omformerstasjonen og fjernkontrollert uten at noen utgående linjebrytere på den aktuelle nødfrakoblingsstrekningen løses ut. Det skal være mulig å sette "i drift"/"ut av drift" alle sløyfene uavhengig om de mates fra omformerstasjonen eller ikke. Utløsning av nødfrakobling skal være uavhengig av fjern-/lokal venderen.

De manuelle nødfrakoblingsknappene skal monteres direkte inn i strømsløyfen uten noe mellomrele.

Av øvrige krav:

- Dersom et sløyferele blir liggende ute i mer enn 10 sek. (stående feil), skal det settes opp et feilsignal (aktuelle effektbrytere løser momentant).
- Ved kortvarig brudd på sløyfa (ved normalt nødfrakoblingstilfelle 5 sek.), så skal utløspulsen på effektbryteren ligge inne i 5 min (blokkering av bryterne), hvorefter den automatisk fjernes.
- Ved fast feil på en nødfrakoblingssløyfe skal man etter 5 min. kunne legge inn igjen den utløste effektbryteren.
- Sløyfene skal brytes 2-polig ved utløsning (2 stk. sløyfereleer per sløyfe).
- Nødfrakoblingssløyfen skal ha en slik kvalitet at det ikke vil oppstå induksjon eller brudd i sløyfen som medfører utilsiktede utløsinger av nødfrakoblingen.
- Sløyfereleene (primærreleene) skal ha en slik kvalitet at de medfører en sikker utkobling av sløyfen (releene skal ikke klebe).

Grensesnitt

Alle grensesnitt er grensesnitt for omformerstasjonanlegget ut mot andre anlegg.

Innkommende linjeutrustning:

Kraftleverandør legger frem høyspenningstilførsel til omformerstasjonen. Skillebryterarrangement og ventilavledere på innkommende 3-fase høyspenningstilførsel inngår i omformeranlegget. Kraftleverandør skal koble seg til skillebryteres A side.

Utgående linjeutrustning:

Grensesnittet er skinne for tilkobling av kontaktledningskabler i kabelavgang. Fastmontering og tilkobling av kabler ligger under kontakledningsanlegget.

230 V Stasjonsfordeling:

Lokalt e-verk legger 230 V AC tilførsel frem til omformerstasjonen og tilkobler kabelen på inntakssikring/inntaksklemmer. E-verket holder og monterer måler på oppsatt målerbrett. Tilkoblingskabler til måler og målerbrett inngår i omformeranlegget.

Kontrollutrustning:

Grensesnitt for telelinjer til telefon og energiregistrering er i list i teleskap. Teleleveransen holder skap, lister og annet utstyr som er nødvendig for teleanlegget. Teleleverandør fører inn egen telekabel og avslutter på list i teleskap, og legger bytelefon inn til kontrollrom.

Retur:

Grensesnitt for retur er returskinne i omformerstasjonen. Legging av returkabler og kobling av returkablene på returskinne inngår ikke under omformeranlegget.

Fjernkontrolltilpassing:

Grensesnittet er rekkeklemme i krysskoblingsskap for fjernkontroll. Krysskoblingsskap inngår ikke under omformeranlegget. Legging av jordleder fra hovedjordskinne frem til fjernkontrollskap inngår i omformerdelen.

Nødfrakobling:

For nødfrakoblingssløyfer er grensesnitt mot teleleverandør i koblingslist i teleskap.

Kapasitet

All strømforsyning, 230 V AC, 110 V DC, likeretter, vekselretter o.l. skal dimensjoneres for minst 20 % økning i effektforbruket. Alle delkomponenter skal dimensjoneres for en mulig økning på 20 % i kapasiteten.

Utbyggbarhet

Omformerstasjonen skal generelt bygges slik at alle deler av systemet har plass til mindre ombygginger/utvidelser uten at man trenger å gjøre bygningsmessige endringer.

Det skal byggteknisk settes av plass til utvidelse med to ekstra linjefelt. Alle celler må utarbeides slik at det er plass til mindre endringer/utvidelser av cellene.

For 230 V stasjonsfordelingen skal minimum være 2 stk. 3X25 A, 3 stk. 3X16 A og 3 stk. 2X16 A ledige reservekurser ved idriftsettelse.

Returskinner skal ha 8 ledige tilkoblingspunkt for returkabler (95mm² Cu).

Alle jordskinner skal ha 25 % ledige tilkoblingspunkter ved idriftsettelse.

Krav til systemkomponenter

Skillebrytere

Alle skillebrytere skal være i henhold til IEC Publ.256. Alle skillebrytere med motormanøvermaskin skal kunne håndmanøvreres. Håndmanøvrerte brytere skal utstyres med forriglingsmagnet på 110 V DC. Alle brytere skal utstyres med hjelpekontakter for indikering (min. 4 for ute og 4 inne). Alle hjelpekontakter skal føres frem til rekkeklemmer i styresøyle.

Transformatorer

Transformatorer skal bygges etter følgende normer : IEC Publ.76, IEC Publ.137, IEC Publ.185, IEC Publ.186, IEC Publ.214 og Norske Normer for Krafttransformatorer.

Automatsikringer med signalkontakt skal monteres i spenningstransformatorenes sekundærkretser. Samtlige sekundærviklinger legges fram og kobles til plint.

Strømtransformatorer:

- Strømtransformatorer for 16 2/3 og 50 Hz skal benyttes
- Omsetningsforholdet skal være xxx/5/5A
- Samtlige strømtransformatorer skal være kretsseparert for måle- og vernviklinger
- Verneviklinger skal minst ha klasse 10P15
- Måleviklinger skal minst ha klasse 0,5 og $F_s < 5$
- Målevikling for 3-fase energi skal minst ha klasse 0,2 og 20VA
- Total sekundær last skal belaste sekundærviklingen med mellom 25 og 75% av merkelast

Spenningstransformatorer:

- Spenningstransformatorer for 16 2/3 og 50 Hz skal benyttes
- Omsetningsforhold skal være xxx/110 V
- Samtlige sekundærviklinger legges fram og kobles til plinter
- For hovedsamleskinne transformatorer skal målende vikling kunne overlastes med 3 kVA i 15 sek. uten at spenningsenkningen påvirker målinger eller vern merkbart
- Spenningstransformator for energimåling: 3-fase, 110 V/√3 sekundært, 50 Hz, kl 0,2, 20 VA
- Måleviklinger skal minst ha klasse 0,5
- Total sekundær last skal belaste sekundærviklingen med < 75% av merkelast

Energimåler

For sum mottatt 3-fase, 50 Hz-energi fra kraftleverandør for hver omformerenhet.

- Statisk presisjonsmåler kl. 0.2S, 50 Hz
 - Telleverk for 2 energiretninger
 - Telleverkavlesning: kWh x 1000
 - Sendekontakt, potensialfri for hver energiretning
 - Senderelè for begge energiretninger
 - Impulsutgang 20 kWh/imp
 - Hjelpespenning 110 V, 50 Hz
 - Leveres med selvovervåking med optokoblerutgang
 - Hus for veggmontasje, tavlemontasje el. innebygd i 19" rack

Måleverdiomformere

Alle måleverdiomformere skal være i henhold til IEC Publ.688. Måleverdiomformerne skal minimum ha klasse 0,5, og de skal ha utgang på 0 - 10 mA. Alle måleverdiomformere utføres i RMS-standard unntatt de for spenning utgående linjer, der også lavere klasse aksepteres.

Overspenningsavledere

Overspenningsvern skal være av type metalloksydaavledere.

Overspenningsavledere skal være i h.h.t. IEC Publ. 99.

Jordingsbryter

Jordingsbrytere skal være i h.h.t. IEC Publ. 129. Jordbrytere skal ha momenttilslagning, være forriglet over minst tilhørende skillebryter.

1-faseeffektbryter

1-fase, 16 2/3 Hz effektbrytere skal være av type ABB Calor Emag type V30 nc, Siemens 3AF eller tilsvarende.

Alle 1-fase effektbryterene skal:

- være utført for innendørs utførelse
- ha nullspenningsutløsning
- ha mekaniske trykknapper for ut/inn manøver av bryteren montert på drivmaskinen
- ha manuell anordning for spenning av til/fraslagsfjær
- ha manøver/inndikeringskretser for 110 V DC
- være kassettmontert eller montert på truck
- ha mekanisk indikering av spent/uspent fjær
- ha hjelpekontakter for minimum 4 inne- og ute indikeringer. Alle kontakter skal tilkobles rekkeklemmer
- ha antipumperele
- være typegodkjent. Typeprøveprotokoll leveres med tilbudet
- ha en elektrisk og en mekanisk indikering av brytestilling
- manøvermaskin skal være konstruert for en levetid >30år
- ha elektrisk manøvrering av bryteren på cellefronten
- være konstruert i h.h.t. IEC Publ.56
- ha mekanisk regneverk for summering av antall koblinger

Dersom det benyttes truck- eller kasettbryter som kombinert effektbryter og skillebryter skal følgende stillinger kunne inntas:

- 1 Driftstilling: Helt tilkoblet.
- 2 Fraskilt stilling (prøvestilling): Gir forskriftmessig skilleavstand, men er fremdeles mekanisk og elektrisk forbundet med cellen.
- 3 Frigjort stilling: Bryteren er helt utenfor kapslingen og er elektrisk fraskilt.

Manøvreringen av effektbryteren til skillestilling skal kunne utføres uten andre verktøy enn manøversveiv.

Motoren skal fungere korrekt for spenninger mellom 80 % og 120 % av merkespenning og være overspenningsbeskyttet. Motoren skal dimensjoneres for kontinuerlig drift, og skal minst klare å spenne fjæren 10 ganger etter hverandre uten at temperaturen stiger utover det normale for motoren.

Fjærspenningsmotoren skal ha en motorvern-bryter som skal kunne manøvreres ut/inn for hånd og ha to-polig kontaktfunksjon. Vernet skal ikke være montert på bryterens manøvermaskin.

Manøvermaskinen skal ha 1 stk. tilslagsmagnet og 2 stk. uavhengige utslagsmagneter. Den ene utslagsmagneten skal være en hurtigmagnet, slik at total brytertiden minus lysbuetiden blir < 20 ms. Magneter og reléer i fraslagskretsen skal fungere korrekt for spenninger mellom 70 og 130 % av merkespenningen. Tilslagskretsen skal funksjonere korrekt for spenninger mellom 80 og 120 % av merkespenningen.

Alle brytere skal utstyres med hjelpekontakter for indikering (min. 4 for ute

og 4 for inne). Alle hjelpkontakter skal føres frem til rekkeklemmer i styresøyle.

3-fase effektbryter

3-fase effektbrytere skal være av SF6 eller vakum type. Effektbrytere skal være konstruert i h.h.t. IEC Publ.56.

Prøvebryter

Prøvebryter skal være type Gardy FSH 1003 eller tilsvarende.

Prøvemotstand

Prøvemotstand skal være på minst 640 ohm, og skal tåle minst to gjenninnkoblingssykluser rett etter hverandre.

Jording

All beskyttelsesjord som er direkte tilkoblet til jordskinne skal være av gjennomgående kobber med minimum 120 mm². Strømtettheten i jordlederen får ikke overstige 200 A/mm² ved jordtilfeller.

110 V DC Batteri

Batteriene skal ha en livslengde på minimum 10 år. Hvert batterisett dimensjoneres for å forsyne hele omformerstasjonen. Det kreves batterikapasitet tilstrekkelig for 10 timers drift av den leverte utrustningen inkludert energiforbruk i fjernkontrollen samt 3 effektbryterkoblinger i utgående linjefelt pr. time. Bryterkoblingene i den siste timen forutsettes å foregå umiddelbart før tiden med batteridrift utløper. I løpet av disse koblingene med påfølgende opptrekking av effektbryterfjærer, skal batterispenningen ikke være under den minstespenningen hvor tilkoblet utstyr ifølge spesifikasjonen garanteres å fungere. Batterianlegg velges med tanke på å minimalisere utgifter fordelt på forventet levetid.

Vekselretter

Vekselrettere skal minimum tåle en belastning på 15 A kontinuerlig, og skal kunne stå for driften av hele omformerstasjonen alene. Vekselretteren skal synkronisere seg mot eksisterende bygdenett. En deformering av sinuskurven på bygdenettet (f.eks. ved motorstart) en kort stund skal ikke virke inn på vekselretterens drift. Vekselretteren må også tåle en spenningsdifferanse i bygdenettet på 10% av innstilt nivå.

Likeretter

Likerettere til 110 V DC fordelingen må dimensjoneres slik at en likeretter kan mate hele omformerstasjonen og samtidig lade begge batteriene.

Fjernoverføring av energiforbruk

For fjernmåling av 3-fase energi skal en kWh-innsamlingsenhet av type MAXIGYR 2.4 eller tilsvarende benyttes. Overføring av kWh-verdier skjer på NSB's telenett med oppringning og dataprogram som kommuniserer med DATAGYR iQ.

DC-DC omformer for nødfrakobling

Isolasjonsniva mellom inngang og utgang:	2500 V
Isolasjonsniva mellom inngang og jord:	2500 V
Isolasjonsniva mellom utgang og jord:	2500 V

DC/DC omformeren må kunne fungere med en matespenning mellom 80 - 140 V DC.

Spenningen på sekundærsiden skal kunne justeres mellom 30 til 110 V DC.

Overspenningvern skal monteres på +utgang, -utganger og mot jord, med

en tennspenning på ca. 500 V.

DC/DC omformeren skal ha en strømbegrenser på alle utganger, som er justerbar nedad til 20 mA.

MTBF skal for DC/DC omformeren være bedre enn 300 000 timer.

Mekaniske krav

Mekaniske montasjeeenheter skal følge retningslinjer gitt i NS 3421 (J41 og J42).

Alle ståldetaljer skal være utført i varmgalvanisert stål. Dersom det er fare for korrosive gasser i luften, skal ståldetaljer være utført etter SIS 2343 (også skruer og bolter). For å unngå strømmer og varmegang, skal det benyttes ikke magnetiske materialer der det ligger 1-fase høyspenningskabler i nærheten (spesielt kabelstiger og klammer).

Mekaniske krav for enkeltkomponenter skal være i henhold til IEC publ. 56, 76, 99, 129, 137, 146, 185, 186, 214, 265, 289, 298, 420, 529, 688 og 694.

Utgående linjefelt skal være i kapslet utførelse. Anlegget skal minst deles opp i følgende celler:

- Effektbryter
- Instrumentdel
- Hovedsamleskinne med anleggsdeler som kan være spenningssatt når det aktuelle linjefeltet er frakoblet
- Eventuell prøvebryter og prøvemotstand
- Hovedsamleskinne 15 kV anlegg
- X-bryterutrustning med kabelavgang

Alle celler unntatt celler for hovedsamleskinne og kabelavgang skal ha egen dør mot manøvergang.

For benyttede kapslete anlegg skal:

- Kapslingsgraden mellom cellene minst være av klasse IP 3X.
- Kapslingsgraden mellom delcellene skal minst være av klasse IP 2X.
- Skapene skal ha tett trykksikker bunn mot eventuell kabelbrann.
- Brytercellene være lysbueprøvet etter PEHLA Richtlinie nr. 2, SATS eller tilsvarende retningslinjer.
- Protokoller for typegodkjenning fremlegges med tilbudet.
- Utrustningen utføres med trykkavlastningssystem som skal håndtere overtrykk og røygasser.
- Det skal ikke være mulig å åpne noen dører, gitter el. slik at en kan komme i farlig nærhet av spenningsførende deler.
- Celledører som ikke kan forrigles skal avlås med hengelås.
- Trykkavlastningen skje oppover og ut i friluft.

Batterianleggene skal være i tett utførelse og monteres på stativer.

Brannanlegget skal utføres i henhold til FG - krav.

Kabelanlegg

Kabling skal utføres iht. Norsk Standard for installasjoner (NS 3421 J51), FEJ og REF 1 JAK Jordkabelanlegg [1/85] utgitt av NOR ENERGI.

Kabler utendørs skal tilstrebes forlagt i kabelkanal. Der hvor dette ikke er mulig skal kablene forlegges i rør.

Alle kabler til 15kV, 16 2/3 Hz skal være i 36 kV utførelse.

Kabler for returkretsen skal minimum ha en isolasjonsholdfasthet på 1000 V.

Kabler skal merkes entydig iht. kapittel 3.7.

Alle kabler som er avgjørende for redundans i anlegget, skal ikke ligge nærmere en annen enn 30 cm uten mekanisk skille i mellom.

Det skal installeres godkjente ledige trekkerør i alle brannskiller der det legges kabel. Minimum indre diameter skal være 30 mm.

Alle signalkabler, dvs. kabler for overføring av signaler internt i omformerstasjonen og styrekabler skal være med flettsverkskjem (hvis ikke annet er angitt). Fiberkabel kan også benyttes der hvor det er formålstjenlig.

Alle ledere som er i bruk i en kabel skal avsluttes på rekkeklemme.

Fra batteri til batterisikringer skal det benyttes kabel av type RCXP.

Kabler til 110 V fordelingen, 230 V stasjonsfordeling, ventilasjon og kjøling, totalstopp trenger generelt ikke flettsverkskjem (untak der hvor det er forbindelse til datarelatert utstyr).

Kabel til alt brannutstyr skal være i henhold til FG-krav.

Returkabler skal ha en isolasjonsholdfasthet på minimum 1 kV, og skal dimensjoneres ut fra anleggets merkestrøm.

All tilknytning til rekkeklemmer i fjernkontroll krysskoblingsskap skal være av kabeltype FKAR-PG (eller tilsvarende).

Følgende ulike signaltyper skal ikke gå i samme kabel: Indikeringer, målinger og manøvre.

Merking, terminering

Merking og terminering skal utføres iht. Norsk Standard for installasjoner (NS 3421 J51), FEF 88, FEB 91 og FEJ 92.

Alle åpne høyspenningsskinner skal merkes med følgende farger:

-	3-fase	røde
-	1-fase	blåe
-	Skinner for retur	hvite

Merking og terminering av kabler og ledninger skal utføres iht. REF-publikasjon nr. 1 JAK [1/85] og NVEs "Retningslinjer for brannvern og redningstjeneste i kraftforsyningen".

Samtlige styre-, overvåkings-, måle-, brann-, 230 V-, 110V- og fiberkabler påføres kabelnr. i begge ender av kabelen.

Høyspenningskabler i mark (kabelkanal) og på kabelstiger merkes med spenningsnivå, bruker, kabeltype og anleggsdel (Eks. 1 kV NSB 1X400 PEX SKI-OSLO) for hver meter.

All kabelmerking skal kunne leses uten at andre kabler eller andre anleggsdeler

må flyttes.

Alle ledere som forbinder ulike nivåer i samme skap skal merkes med eget nummer i begge ender.

Alle styre- og signalkabler merkes for hver leder med kabelnr., partnr. og rekkelemmer. i preget eller trykket tekst.

All fiberkabel må merkes slik at de skiller seg klart ut fra andre signalkabler.

Jordtilknytninger på spenningstransformatorers primærside på 1-fasesiden, skal merkes slik at det ikke er tvil om hvilke kabler en står overfor.

Alle apparater skal gis et unikt apparatnummer/betegnelse. Anleggsmerking skal være tydelig. Alle apparater skal ha anleggsmerking i sol og værbestandig type. For apparatmerkingen skal gul bunn med sort tekst benyttes. Det må benyttes anleggsmerking i henhold til IEC publ. 750 og 617.

Merking av kabler til lys, stikk og varme trenger kun å utføres i 230 V AC fordelingsskap. Alle stikkontakter og brytere skal merkes med kursnummer.

Alle kabler som er en del av brannutrustningen skal merkes på en slik måte at de tydelig skiller seg fra annen kabel.

Alle kabler og kabelparter i tilknytning til totalstoppfunksjonen skal tydelig merkes med teksten "TOTALSTOPP". Totalstoppknapper skal merkes med "TOTALSTOPP" med hvit tekst på rød bunn.

Returkabler skal merkes etter samme prinsipp som høyspenningskabler.

Ved returskinne skal det settes opp eget skilt som informerer om at ingen ledere må frakobles skinnen før man har totalstopp i omformerstasjonen.

Jordledere skal merkes med klassifiseringsklasse ved hver avgrening og ved begge ender. Beskyttelsesjording skal merkes med gul/grønne farver.

Alle kabler og kabelparter i tilknytning til nødfrakoblingsutstyret skal merkes tydelig med teksten "NØDFRAKOBLING" og sonen den dekker (f.eks. OSLO - SKI). Nødfrakoblingsknapper skal merkes med "NØDFRAKOBLING" med hvit tekst på rød bunn.

Omgivelser og miljø

EMC

- For elektromagnetisk immunitet skal utstyret fungere i et industrielt miljø slik det er identifisert i Cenelec prEN 50082-2, og testes i henhold til denne spesifikasjonen
- For elektromagnetisk utstraling skal utstyret følge kravene satt til et vanlig referansemiljø slik det er identifisert i Cenelec prEN 50081-1, og testes i henhold til denne spesifikasjonen.

Temperaturer

Anlegget skal dimensjoneres for de stedlige temperaturer anlegget kan bli utsatt for. Temperaturen i omformerrom og eventuelle innendørs transformatorrom skal normalt kunne reguleres mellom 15 og 25 °C +/- 2 °C kontinuerlig. Ved utetemperaturer over 20 °C aksepteres dog temperatur i omformerrom og eventuelt transformatorrom opp mot 40 °C, men temperaturvariasjonen skal være mindre enn +/- 2 °C pr time. Temperaturen i kontrollrommet og øvrige rom skal kunne reguleres mellom 15 og 25 °C med en nøyaktighet på +/- 2 °C kontinuerlig. Omformerenheterens maksimale utmatede effekt som funksjon av utetemperatur

skal legges ved tilbudsleveransen.

Luftkvalitet

Følgende oppgitte luftmengder er minimum friskluftmengder. Leverandør må selv vurdere om luftmengder må økes på grunn av eventuelle kjølebehov:

- Kontrollrom	15 m ³ /h pr.m ²
- Spiserom	15 m ³ /h pr.m ²
- Øvrige sosialrom og verksted	10 m ³ /h pr.m ²
- Omformerrom	10 m ³ /h pr.m ²

Maksimal lufthastighet i oppholdsonen er 0,15 m/s.

Dersom det er nødvendig skal dampfukter med kontinuerlig trinnløs regulering av dampkapasitet benyttes.

Kontrollskap skal konstrueres slik at det hindrer støv og smuss å trenge inn i skapene.

Anlegget skal tilfredstille de krav og miljøbeskrivelser som er gitt i IEC Publ. 801-4.

Utvendig anlegg må ha tilstrekkelig sikring, slik at det er meget vanskelig for uvedkommende å komme inn til utstyret, skade seg på utstyret eller ødelegge utstyret.

Akustisk støy

Krav som arbeidsmiljøloven setter til akustisk støy skal overholdes inne i omformerstasjonen. Akustisk støy overfor naboer skal være iht. de anbefalinger som "Støybok for saksbehandling i kommunene" setter.

Oljeoppsamlingsanlegg

Oljegrube med steinfilter og oppsamling anordnes for apparater som inneholder over 1000 liter olje. Steinfilteret bør rekke minimum 1 m utenfor transformatorboksens ytterkanter, eller til minimum ytterkant av kjøleribber om disse går lenger ut enn 1 m utenfor kassen. Betonggulvet i rommet for øvrig skal ha en helning på minimum 1:20 mot steinfiltret.

I steinfilteret, som skal ha en tykkelse på minimum 0,4 m, skal det benyttes reinvasket stein med størrelse 60-90 mm. For apparater som inneholder mer enn 300 liter olje, anordnes oljeoppsamling enten iform av eget kar, eller ved renne/drenering til nærliggende oljegrube. Selvløsende utstyr for utendørs oljegruber skal inngå.

Vedlikehold

Leverandør skal utarbeide en plan for forebyggende vedlikehold for alle produkter og systemer.

Anlegget skal utformes slik at vedlikeholdsbeskrivelser kan følges uten store inngrep i anlegget.

Alt håndverktøy, alle instrumenter og alt annet utstyr som er nødvendig for å drive nødvendig og effektivt vedlikehold av levert anlegg/utstyr skal leveres.

Leverandør skal utarbeide liste over nødvendigt utstyr for vedlikehold og feilretting.

System og systemkomponenter skal velges med tanke på å minimalisere behov for vedlikehold.

Anlegget skal utføres slik at det i minst mulig grad er nødvendig å demontere andre deler av anlegget for å utføre vedlikehold.

Elektronikken skal utstyres slik at servicepersonalet raskt og effektivt skal kunne lokalisere og rette feil. Feilindikeringsutrustning må bygges opp på en slik måte at det letter feilsøkingarbeidet. Det skal være måleuttak for strøm, spenning, temperaturer o.l. på fronten av skap eller elektronikkort. Tilkoblinger til elektronikkort skal være pluggbare.

Delbare rekkeklemmer skal benyttes.

Vedlikeholdsfrie 110 V-batterier skal benyttes.

Ventiler i luftfordlingsutstyret skal kunne demonteres for rengjøring. Aggregater skal ha inspeksjonsdeler mellom alle funksjonsdeler slik at alle deler av aggregatet er tilgjengelig for inspeksjon og vedlikehold.

Kurs og opplæring

Opplæring, kursmateriell og kompendier skal være på norsk.

Opplæringen skal i størst mulig grad tilpasses de forkunnskaper som NSBs personale besitter.

Opplæringen skal være direkte relatert til det utstyret, de programmer og verktøy som er levert til kunden og gi NSBs personale den nødvendige kompetanse for å ivareta og utnytte dette.

Leverandøren skaffer til veie de nødvendige ressurser for å kunne gjennomføre opplæring av følgende målgrupper:

- Operatører
- Driftspersonell og vedlikeholdspersonell
- Teknisk ansvarlig

Alle nødvendige ressurser skal være inkludert i kursprisen og vil normalt omfatte:

- Instruktører
- Lokaler for utdanning
- Undervisningsmateriell som f.eks. fotografier, tegninger, dias etc.
- Skrivemateriell for deltakere.
- Kursdokumentasjon i form av operatør-, drifts- og vedlikeholdshåndbøker
- Spesiell kursdokumentasjon.
- Utstyr for den praktiske opplæring.

Opplæringen skal tilpasses forkunnskaper innen grunnleggende elektrokunnskap tilsvarende sertifikat gruppe A, L og H.

Operatør- og driftspersonellkurs skal være for 10 personer, mens kurs for teknisk ansvarlig skal legges opp for 3 personer.

Krav til opplæring av operatører

Leverandøren skal utarbeide et fullstendig opplæringstilbud for operatører. Her skal inngå opplæring til å betjene anlegget både manuelt og fra kontrollrom.

Opplæringen skal omfatte alle funksjoner i systemet og skal gi operatørene nødvendig kompetanse, for å kunne stå for daglig betjening av anlegget ved normal og redusert drift.

Krav til opplæring av driftspersonell og vedlikeholdspersonell

Leverandøren skal utarbeide et fullstendig opplæringstilbud for driftspersonell. Denne opplæringen skal være tilstrekkelig omfattende til å gi driftspersonell fullgod

kjennskap til hvordan systemet fungerer, og hvordan det håndteres ut fra driftspersonellets synspunkt.

Opplæringen skal gi driftspersonell nødvendig kompetanse for å kunne stå for daglig drift, vedlikehold og feilretting av anleggets primær- og sekundæranlegg. Det skal også gis anleggsrelatert opplæring i å takle nødsituasjoner, som kan oppstå.

Krav til opplæring av teknisk ansvarlig

Leverandøren skal utarbeide et fullstendig opplæringstilbud for teknisk ansvarlig. Denne opplæringen skal være tilstrekkelig omfattende til å gi teknisk ansvarlig fullgod kjennskap til hvordan systemet fungerer og hvordan det skal håndteres.

Avsluttet kursvirksomhet skal gi godkjent kompetanse til å drive opplæring av operatør- og driftsansvarlige.

Det skal holdes kurs som spesielt omhandler vedlikehold og revisjon av vern.

Reservedeler

Det skal leveres reservedeler for alle vitale deler av anlegget, unntatt vanlig hylleware/handelsvare som ikke skal leveres av leverandør. Reservedelsleveransen skal være av en slik størrelse at det skal dekke beregnet reservedelsbehov for 10 år.

Reservedelsbeholdningen skal lagres i database hvor opplysninger om enhetens status er oppført. Opplysningene skal lagres i en slik form at det kan danne grunnlag for statistisk bearbeiding.

Reservedeler skal lagerføres av leverandør i min. 10 år fra overtagelse. Når reservedeler går ut av lager skal NSB underrettes og gis mulighet for innkjøp.

For alt uteanlegg skal det minst leveres en komplett reservedelsutrustning for en omformerenhet.

Reservedeler skal leveres på modul/anleggsdelnivå. Dvs. hele reléer, elektronikkort, effektbrytere osv.

Det skal leveres vedlikeholdssatser for vedlikehold for 8 år i henhold til vedlikeholdsinstruks.

Utpøving idriftsettelse, prøving verifikasjon og overtakelse

Leverandør utprøver og igangsetter anlegget og forestår eventuelle tilpasninger mot eksterne enheter. Leverandør meddeler NSB skriftlig når hver omformer er klar til å gå ut på nettet.

Når omformeren er klar til å gå ut på nettet har NSB driftsansvaret. (Dvs. NSB har ansvaret for når omformeren kan startes/stoppes, når linjebrytere kan legges inn/ut o.l.)

Prøvedrift kan starte når omformeren kan kjøres kontinuerlig på nettet uten driftsforstyrrelser og uten uakseptabel høy feilfrekvens (mindre enn 1 timers driftsstans i anlegget over en 14 dagersperiode)

Prøvedriften for hver omformer er 6 mnd. I denne tiden dekker leverandør alle utgifter som skyldes feil i anlegget. Dersom feilfrekvensen i anlegget er uakseptabelt høy i prøvedriftsperioden og dette fører til forsinkelser i togtrafikken, vil det bli forlangt at feilretter fra leverandør oppholder seg i umiddelbar nærhet av

omformerstasjon, slik at driftsforstyrrelsene i størst mulig grad kan reduseres. Ved prøvedriftens slutt skjer overtakelsen av anlegget, og garantien starter.

Kravspesifikasjon skal verifiseres av leverandør gjennom målinger. Det må i samarbeid mellom leverandør og NSB utarbeides et måleprogram for å teste kravspesifikasjonene. NSB skal være med som observatør under gjennomføringen av måleprogrammet.

Dokumentasjon

All dokumentasjon skal leveres på norsk.

All dokumentasjon som leveres skal leveres i A4 permer, dersom annet ikke er angitt. Det vil si at tegninger skal leveres i brettet A4.

Leverandøren skal revidere dokumentasjonen før garantitiden utløper.

All dokumentasjon skal være i henhold til IEC Publ. 617 og 750, dersom annet ikke er spesifisert.

All dokumentasjon skal i tillegg leveres på følgende format på diskett:

- tegninger i AutoCad-format
- tekst i Word-format.

Der annet ikke er angitt skal dokumentasjonen leveres i 5 eksemplarer.

Operatørdokumentasjon

Operatørdokumentasjon skal:

- Ha en tolkning av feilmeldinger og tiltak for retting av feil.
- Gi en beskrivelse av alle funksjoner og funksjonssammenhenger.
- Være funksjonsorientert.
- Vise fremgangsmåte for bruk av utstyret, og være beskrevet på en enkel og logisk måte.
- Omfatte betjening av omformerstasjon manuelt og fra kontrollrom for alle anleggsdeler.
- Lede operatører gjennom menyer, skjermbilder og funksjoner. Dokumentasjonen skal være illustrert med de aktuelle skjermbilder/operatørpaneler og gi veiledende forklaring. Dokumentasjonen skal omfatte forklaring for alle tegn, systemer og tolkninger av meldinger i systemet (for skjermbasert løsning på kontrollutrustningen).
- Være bygd opp slik at det tar hensyn til forriglinger og andre sikkerhetsregler.
- Være så detaljert at personer som ikke har stor lokalkunnskap skal kunne operere anlegget.
- Lett skille seg ut fra andre dokumenter i stasjonen (eks.gul perm).
- Angi spesielt hvordan man skal takle nødsituasjoner.

All dokumentasjonen vedrørende brannutstyr for stasjonen, skal settes inn i egen mappe merket "BRANN" med rød farve. Operatørdokumentasjon for brann kan settes inn i denne felles permen, men under eget kapittel.

I dokumentasjon for totalstopp skal det være en oversikt over alle trykknapper, og hvilke brytere som går ut ved betjening. Det skal gjøres plass til varslingsliste ved utløsning og feil på anlegget.

Det skal være en plan over alle jordingspunkter i stasjonen (med nr. og navn), og en lettfattelig jordingsliste som forteller hvor det skal jordes når det skal

betjenes/arbeide med enkelte anleggsdeler.

For nødfrakobling skal det utarbeides en lettfattelig oppstilling over hvor man finner alle utløserknapper, hvilke brytere som går ut ved betjening og strekninger som blir spenningsløse ved de forskjellige utløserknappene. Det skal gjøres plass til varslingsliste for utløsning og feilsituasjoner.

Driftsoperatørdokumentasjon

Driftsdokumentasjonen skal inneholde logisk og oversiktlig beskrivelse av alle funksjoner som er nødvendig for drift av systemet.

Driftsoperatørdokumentasjon skal :

- Omfatte betjening av omformerstasjonen manuelt og fra kontrollrom for alle anleggsdeler.
- Angi hvordan man skal takle feilsituasjoner. Feilrettingsprosedyrer skal inngå.
- Angi spesielt hvordan man skal takle nødsituasjoner.
- Inneholde omfattende prosedyrer for å takle feilsituasjoner og nødsituasjoner.
- Lede operatører gjennom menyer, skjermbilder og funksjoner. Dokumentasjonen skal være illustrert med de aktuelle skjermbilder/opertørpaneler og gi veiledende forklaring. Dokumentasjonen skal omfatte forkaring for alle tegn, systemer og tolkninger av meldinger i systemet (for skjermbasert løsning på kontrollutrustningen).
- Være funksjonsorientert.
- Vise fremgangsmåte for bruk av utstyret, og være beskrevet på en enkel og logisk måte.
- Være bygd opp slik at det tar hensyn til forriglinger og sikkerhetsregler.
- Være så detaljert at personer som ikke har stor lokalkunnskap skal kunne operere anlegget.
- Lett skille seg ut fra andre dokumenter i stasjonen (f.eks. grønn perm).

Driftsoperatørdokumentasjonen må samordnes med operatørdokumentasjonen.

Systemdokumentasjon

Det skal for alle anleggsdeler leveres følgende dokumentasjon:

- Oversikt som beskriver systemets oppbygging og virkemåte, med referanser til mer detaljert beskrivelse.
- Alarm- og signalplaner, lokalt og for fjernkontroll
- Koblingsbetingelser og forriglinger
- Benyttede programvarer

Teknisk vedlikeholdsdokumentasjon

Leverandøren plikter å dokumentere følgende i forbindelse med vedlikehold:

- Hvordan vedlikehold skal foretas. Vedlikeholdsinstrukser skal være detaljerte med nødvendig tegninger, komponent- og apparatspesifikasjoner med datablad og sertifikater.
- Beskrive hvordan utstyret skal plasseres, for å få et mest mulig rasjonelt vedlikehold.
- Hva som legges til grunn ved valg av utstyr for å få et enklest mulig vedlikehold.

Leverandør skal dokumentere vedlikeholdsplan ut ifra MTBF-tall og feilstatistikk for systemkomponenter.

Vedlikeholdsplanen må inneholde minimum følgende punkter:

1. Nødvendige måleinstrumenter.
2. Måleprosedyrer.
3. Tolleransekrav.
4. Intervall mellom målinger.
5. Kontroll av alarmer.
6. Funksjonstester.
7. Visuell kontroll.
8. Måleskjema.

Planen skal inneholde nødvendige tiltak for sikker drift av anlegget. Planen skal ha vekt på kontroll av at gitte tekniske krav ligger innenfor toleransegrensene.

MTBPM (Mean Time Between Preventive Maintenance/Gjennomsnittstid mellom forebyggende vedlikehold) skal fremlegges for totalanlegget og delkomponenter ved tilbudsleveranse. Timeverk for alt vedlikehold skal dokumenteres.

Dokumentasjonen skal være overlevert ved overtagelse, bortsett fra MTBPM og timeverk for vedlikeholdet iht. vedlikeholdsplanene, som skal oppgis/dokumenteres ved innlevering av tilbud.

Dokumentasjonen skal enkelt og logisk beskrive fremgangsmåte for alt vedlikehold på primæranlegget og alle sekundæranlegg.

Dokumentasjonen skal være detaljert på modul/kretskortnivå, og omfatte både programvare og utstyr.

Installasjonsdokumentasjon

Installasjonsdokumentasjon skal være et selvstendig dokument som beskriver installasjonen i detalj for den som utfører montasjen. Dokumentet skal inneholde alle punkter som er nødvendig for korrekt utførelse av installasjonen.

Tegningene skal til gjennomgåelse hos byggherren min. 5 uker før anleggene kommer til utførelse.

Det skal benyttes liggende A3 format for kretsskjemaer. Alle målsatte tegninger skal leveres i original størrelse.

Alle tegninger skal ha kryssreferanser til andre tegninger i stasjonen med påført tegningsnummer, sidenummer og rekkeklemmenummer. Kryssreferanser skal være i begge retninger.

Installasjonsdokumentasjon for omformerstasjonen skal minimum inneholde følgende punkter:

1. Forutsetninger
2. Installasjonsplan med tidsplan
3. Produktbeskrivelse
 - Koblingsskjemaer (kretsskjema) for all elektrisk kobling
 - Kabelplaner (kabelister og parttabeller)
 - Beskrivelse av montasjen, mekanisk installasjon
 - Kabelstiger
4. Programvare med versjonsnr.
5. Geografiske tegninger
 - Målsatte tegninger som beskriver plassering av utrustning i stasjonene
 - Skjematisk plan

- Detaljetegninger
 - Plassering av kabelstiger
 - Målsatte kabelplaner for uteanlegget
6. Beskrivelse av utstyr
 7. Jordingsplan
 8. Tegningslister

Det skal til enhver tid finnes korrekte arrangementstegninger, kretsskjema, kabellister og parttabeller under hele bygge/anleggsperioden og under prøvedriften i stasjonen.

Klassifiseringsklasse for jordingen skal føres inn i kabeltabeller.

Akseptansetestdokumentasjon

Leverandøren skal levere testplaner og testprosedyrer for akseptprøver (FAT og SAT). Disse skal omfatte test av funksjoner, feilmeldinger, alarmer, ytelse, tilgjengelighet og stabilitet.

Akseptansetestplan og prosedyrer skal på forhånd godkjennes av Byggherren.

Dokumentasjonen skal minimum inneholde følgende:

1. Vise at alle anleggsdeler og funksjoner oppfyller alle stilte krav til korrekt funksjon.
2. Vise at alle anleggsdeler og funksjoner oppfyller alle nasjonale og eventuelt internasjonale godkjenningskrav til drift.
3. Vise at alle anleggsdeler og funksjoner overholder spesifiserte krav til omgivelser og miljø.
4. Vise at produktene er montert og idriftsatt i henhold til inngåtte kontrakter mellom leverandøren og Byggherren.

Akseptansetestplanen skal være tilgjengelig for 1 måned før leveranse.

Akseptansedokumentasjon skal utarbeides slik at den dokumenterer alle FAT og SAT tester.

As built dokumentasjon

Grunnlaget for "As built dokumentasjonen" er detaljprosjektering. Denne dokumentasjonen skal utføres etter at installasjon er utført og være oppdatert og revidert etter at anlegget er godkjent av Byggherren for idriftsettelse.

Dersom det oppstår endringer i garantitiden skal dokumentasjonen revideres i henhold til endringene.

As built dokumentasjonen skal være et selvstendig dokument som beskriver hvordan anlegget er montert, innjustert og vil bli idriftsatt. Dokumentet skal inneholde alle punkter som det er nødvendig å kjenne til for korrekt utførelse av anlegget.

I tillegg skal "As built" dokumentasjonen dokumentere forskjell i installasjonsdokumentasjon og overtatt anlegg.

Transformator del for omformerstasjon m/trafo 25 MVA

Generell standard på transformator delen skal bygge på nivå beskrevet under omformerstasjoner.

- Merkeeffekt: 25 MVA

- Omsetningsforhold: 16/66 kV

- 1-fase

- Stasjonen skal bygges etter "klasse 1 for transformatorstasjoner" som angitt i NVE's "Retningslinjer for sikring av kraftforsyningsanlegg"

- Det skal ikke bygges inn redundans i transformatorleddet

- 66 kV-linjeavganger i 2 retninger

- 66 kV-anlegget tillates bygd som utendørsanlegg

- Det skal minimum være 1 skillebryter og 1 effektbryter for hver 66 kV-linjeavgang

- Hovedvern for 66 kV-overføringen skal være et distansevern ned 2 soner (skal dekke 85% og 150 % av strekningen). 66 kV-siden skal også ha jordfeilsvern, overstrømsvern og underspenningsvern

- Transformatoren skal ha overspenningsvern/ventilavlede, differensialvern, overstrømsvern, innebygget gassvakt og oljetemperaturvakt

Transformatorstasjon

Generell standard på transformatorstasjonen skal bygge på nivå beskrevet under omformerstasjoner.

- Merkeeffekt: 16 MVA
- Omsetningsforhold: 16/66 kV
- 1-fase

-Stasjonen skal bygges etter "klasse 1 for transformatorstasjoner" som angitt i NVE's Retningslinjer for sikring av kraftforsyningsanlegg"

-Det skal ikke bygges inn redundans i transformatorleddet

-Utgående linjeutrustning skal bygges for 2 stk. utgående linjeavganger med et reservefelt

-Det er ingen krav til kontinuelig spenningsregulering som funksjon av belastning (for å oppheve spenningsstap i overføringslinjen)

-66 kV-anlegget på transformatorstasjonen tillates bygd som utendørsanlegg

-Det skal minimum være 1 skillebryter og 1 effektbryter før transformatorleddet

-Hovedvern for 66 kV-overføringen skal være et distansevern ned 2 soner(skall dekke 85% og 150 % av strekningen). 66 kV-siden skal også ha jordfeilsvern, overstrømsvern og underspenningsvern

-Transformatoren skal ha overspenningsvern/ventilavleder på innkommende kabler, differensialvern, overstrømsvern, innebygget gassvakt, og oljetemperaturvakt

Vedlegg 4.5

**Mekanisk beregning av kontaktledningsmaster
med mateledning.**

VEDLEGG 4.5 Mekanisk beregning for kontaktledningsmast med mateledning

Det er foretatt mekaniske beregninger på kontaktledningsmast av typen H3 for å kontrollere mastens styrke/holdbarhet når det monteres mateledning i toppen av masten. For alle beregninger som er utført og som er gjengitt her, er det tatt noen forutsetninger. Disse er bekrevet i dette kapitlet.

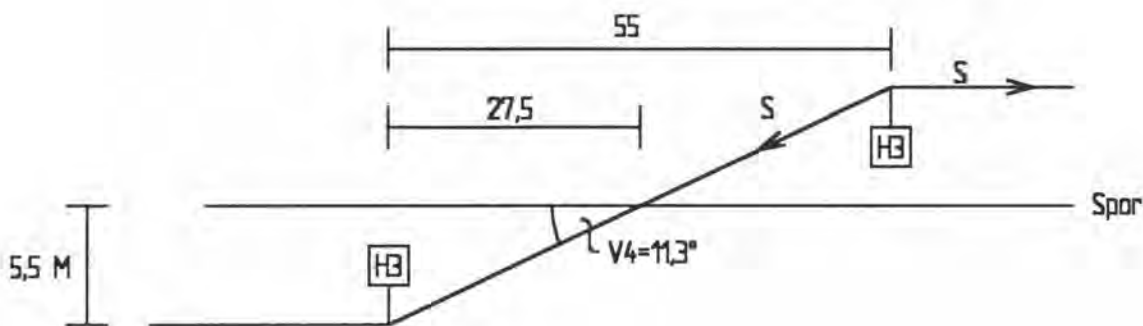
H3-mast forhøyes for å bære mateledning. Masta kontrolleres med de nye kreftene.

Forskriftene for elektriske forsyningsanlegg (FEF 1988) §40503 tabell 4.5 sier at høyspennings luftledninger skal ha en minimumshøyde over jernbane og sporvei på $10,5 \text{ m} + s$ der s er et høydetillegg som følge av høyspenningsledningens driftsspenning. For driftsspenning på 66 kV er $s = 0$. Dette kravet medfører at kontaktledningsmaster som påmonteres mateledning må ha en høyde på 12 m. som er det lengste en slik mast leveres.

Da denne løsningen eller lignende med mateledning på kontaktledningsmaster ikke er benyttet på eksisterende anlegg hos NSB, er den pr. dags dato ikke godkjent for bruk i NSB's anlegg. Alle anleggstyper som benyttes skal være godkjent av NSB Teknisk kontor.

Generelt om belastninger

A) Mateledningen får størst retningsendring i de tilfeller hvor 2 nabomaster står på motsatt side av sporet. Det er forutsatt at dette bare skjer på rettstrekningslinjer. Det forutsettes at det for nabomaster som flyttes til andre siden av sporet påmonteres bardun for å ta opp noe av kreftene som oppstår på grunn av retningsendringen på lederne i masta. Ved minste kurveradius (180m) er det benyttet spennlengder på 25m. (Ihht. prosjekteringsregler for



NSB system 20 A)

Fig.1 Mast bytter side på rett linje

Vertikale laster

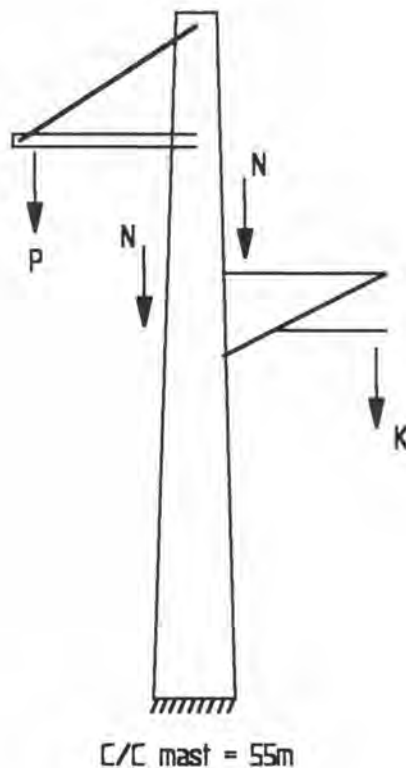


Fig. 2 Vertikale laster på mast ved oppheng av mateledning.

På rette spor vil også kontaktledningen få noe retningsendring pga. siksak-mønsteret for oppheng av kontaktledningen.

Dimensjonerende lastbilde

En får størst belastning på masta da kreftene fra A (mateledningen) og B (kont.ledn., returledn. og forst.ledn.) virker i samme retning, dvs. innover mot sporet. På rett linje vil V fra B være nærmere 180° enn $V_{maks} = 170^\circ$. I beregningene brukes likevel 170° , dette er til sikker side. Vinkel V er angitt på skisse "rett linje, mast bytter side".

$$\text{Mateledning: } P = 2 * (0,00611 \frac{kN}{m} * 55m) = 0,67 kN \sim 0,70 kN$$

$$\text{Kontaktledning: } K = 0,014 \frac{kN}{m} * 55m = 0,77 kN \sim 1,00 kN$$

Vekt av returledning og forsterkningsledning neglisjeres pga. liten egenvekt i forhold til strekkraft.

Horisontale laster

For horisontale oppspenningskrefter er det regnet inn en sikkerhetsfaktor på 2.5 (ihht. FEF 1988, § 40301 c og d)

Oppspenningskraften er beregnet ved hjelp av formelen:

$$S = \frac{p \cdot l^2}{8 \cdot f}$$

Der S = horisontal strekkraft [N]
 p = lederens tyngde [N/m]
 l = spennlengde [m]
 f = pilhøgde [m]

A) Mateledning: S_m = strekkraft i mateledning

$p = 6,11 \text{ N/m}$
 $l = 55 \text{ m}$
 $f = 0,40 \text{ m}$

$$S_m = \frac{6,11 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 55 \text{ m}^2}{8 \cdot 0,40 \text{ m}} = 5,78 \text{ kN} \sim 5,8 \text{ kN}$$

$$S_m = 5,8 \text{ kN} \cdot 2 \text{ ledere} \cdot 2,5 (\text{sikkerhetsfaktor}) = \underline{29 \text{ kN}}$$

B) Kontaktledning: S_k = strekkraft i kontaktledning

$$S_k = 2 \cdot 10 \text{ kN} = 20 \text{ kN} \quad (10 \text{ kN i kontakttråd og } 10 \text{ kN i bæreline})$$

Returledning: S_r = strekkraft i returledning
 $p = 6,33 \text{ N/m}$
 $l = 55 \text{ m}$
 $f = 1,5 \text{ m}$

$$S_r = \frac{6,33 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 55 \text{ m}^2}{8 \cdot 1,5} = 1,6 \text{ kN}$$

$$S_r = 1,6 \text{ kN} \cdot 2 \text{ ledere} \cdot 2,5 (\text{sikkerhetsfaktor}) = \underline{8 \text{ kN}}$$

Forsterkningsledning:

S_f = strekkraft i forsterkningsledning
 $p = 10,94 \text{ N/m}$
 $l = 55 \text{ m}$
 $f = 0,50 \text{ m}$

$$S_f = \frac{10,94 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 55 \text{ m}^2}{8 \cdot 0,50 \text{ m}} = 3,2 \text{ kN}$$

$$S_f = 3,2 \text{ kN} \cdot 2,5 (\text{sikkerhetsfaktor}) = \underline{8,0 \text{ kN}}$$

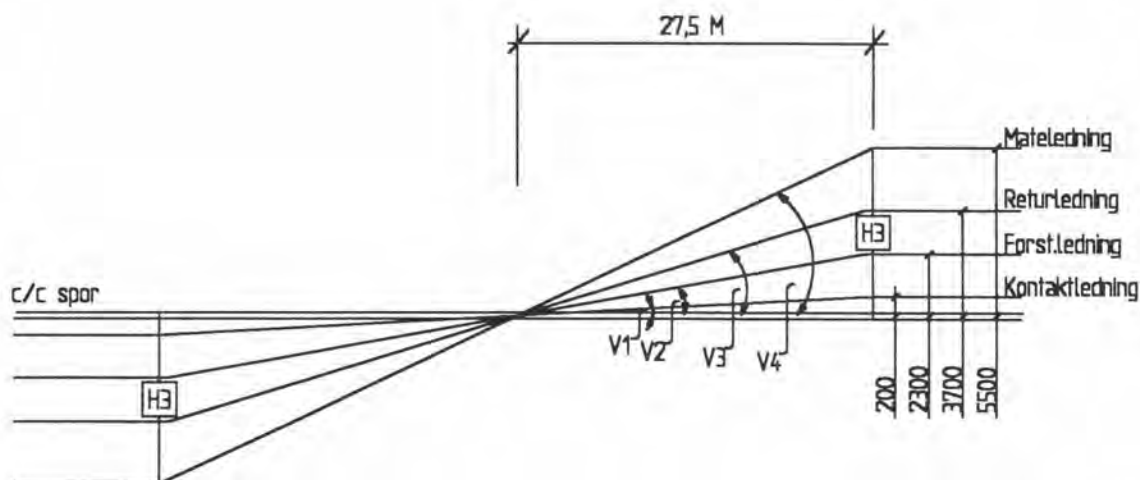


Fig. 3 Vinkler når mast bytter side av linjen.

Vinkelen V er definert i skisse	A) Rett linje, mast bytter side	B) Kurve, overgang kurve / rettlinje	C) Kurve, mast plassert i kurven
V_1	0,4°	8°	8°
V_2	6,8°	8°	8°
V_3	7,7°	8°	8°
V_4	11,3°	8°	8°

Tab. 1 Sammenstilling av vinkler, verdier i tabellen er regnet ut med utgangspunkt i skisse " rettlinje, mast bytter side"

Dimensjonerende laster (inkludert lastfaktor, $\gamma = 1,6$)

Lastfaktor γ er tabellverdi fra NS 3479. For dimensjonering i bruddgrensetilstanden skal den karakteristiske last multipliseres med en koeffisient som i verdi avhenger av lasttype. Den karakteristiske last defineres som den last som har en fastlagt sannsynlighet p, basert på årseksstremer, for at den ikke overskrides et enkelt år. For laster som er spesifisert med maksimalverdier som ikke tillates overskredet. benyttes maksimalverdien som karakteristisk last.

Vertikale laster:

Mateledning: $P_y = 0,56 \text{ kN} * 1,6 = 0,9 \text{ kN}$

Kontaktledning med tilbehør: $K_y = 1,0 \text{ kN} * 1,6 = 1,6 \text{ kN}$ (inkludert utliggerne)

Horisontale laster, for tilfelle A) rett linje mast bytter side:

Mateledning: $V_4 = 11,3$ grader

Resulterende kraft i x-retning: $\Delta S_{mx} = 29 \text{ kN} * (1 - \cos 11,3^\circ) = 0,56 \text{ kN}$

Resulterende kraft i y-retning: $\Delta S_{my} = 29 \text{ kN} * \sin 11,3^\circ = 5,7 \text{ kN}$

Returledning: $V_3 = 7,7$ grader

Resultierende kraft i x-retning: $\Delta S_{rx} = 14 \text{ kN} * (1 - \cos 7,7^\circ) = 0,13 \text{ kN}$

Resultierende kraft i y-retning: $\Delta S_{ry} = 14 \text{ kN} * \sin 7,7^\circ = 1,9 \text{ kN}$

Forsterkningsledning: $V_2 = 6,8^\circ$

Resultierende kraft i x-retning: $\Delta S_{fx} = 8 \text{ kN} (1 - \cos 6,8^\circ) = 0,06 \text{ kN}$

Resultierende kraft i y-retning: $\Delta S_{fy} = 8 \text{ kN} * \sin 6,8^\circ = 0,9 \text{ kN}$

Kontaktledning: $V_1 = 0,4$ grader

Resultierende kraft i x-retning: $\Delta S_{kx} = 20 \text{ kN} (1 - \cos 0,4^\circ) = 0 \text{ kN}$

Resultierende kraft i y-retning: $\Delta S_{ky} = 20 \text{ kN} * \sin 0,4^\circ = 0 \text{ kN}$

X-retning er horisontalt og Y-retning er vertikalt.

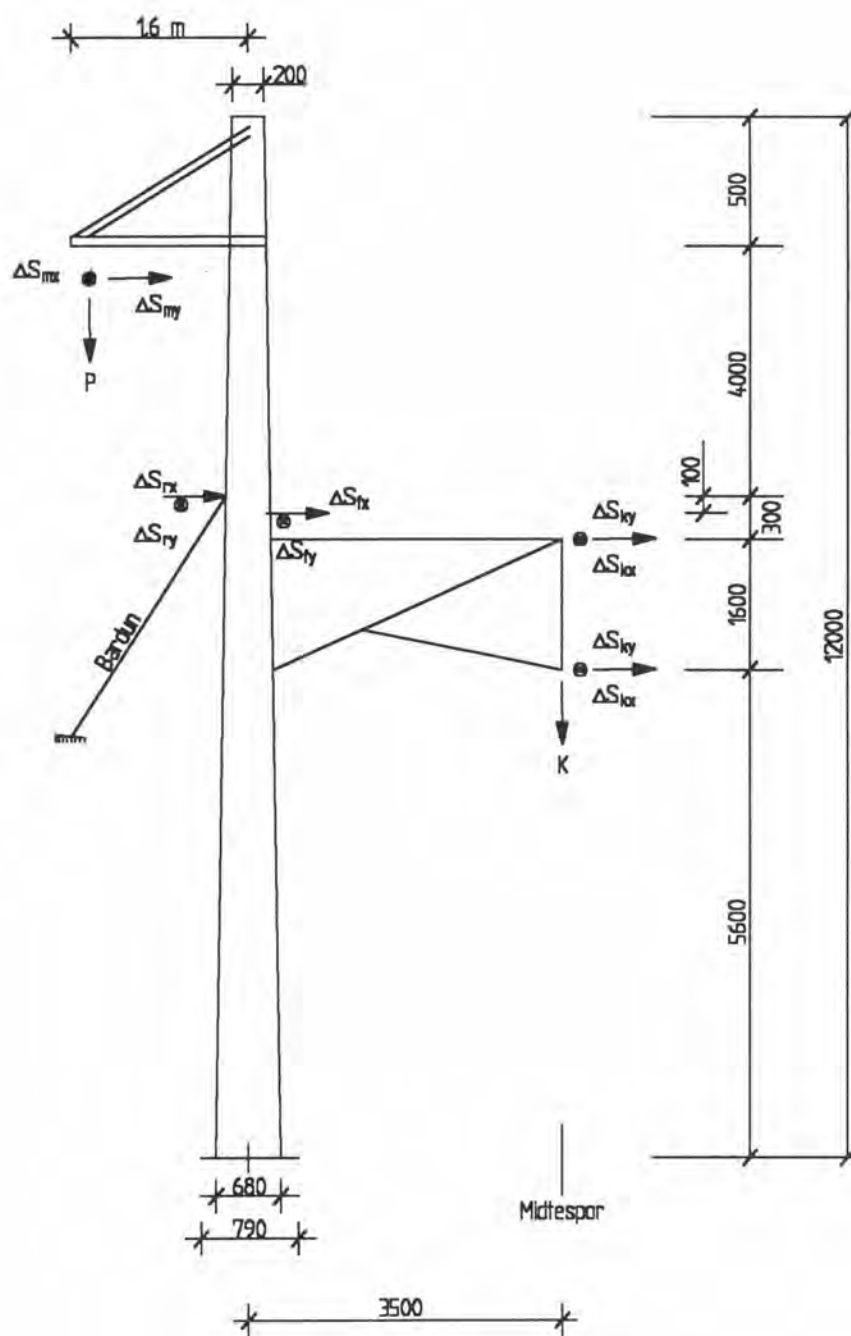


Fig 3. Skisse over lastbilde, målsatt, mål uten benevning er gitt i mm.

Tilfelle A) rettlinje, mast bytter side

Det antas at masta er fast innspent ved bardunfestet (se skisse av opphengsløsning)

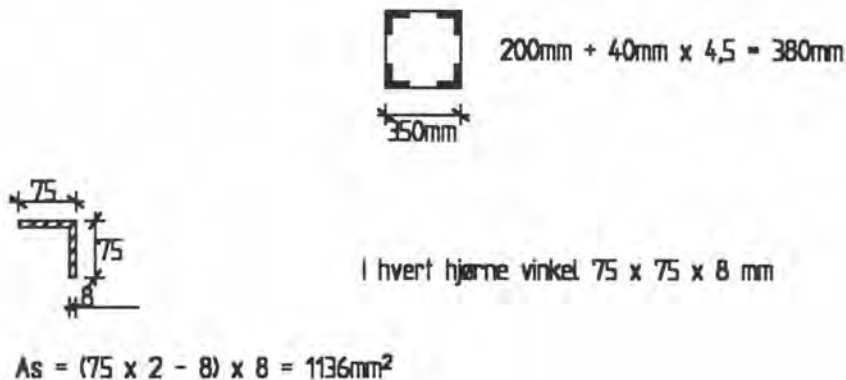
Bøyemomentet ved "innspenning": M_{yb}

$$M_{yb} = \Delta S_{my} * 3,0m - P_y * 1,6 = 5,7 \text{ kN} * 4,0m - 0,9 \text{ kN} * 1,6 \text{ m} = 21,4 \text{ kNm}$$

Torsjonsmomentet ved "innspenning": M_{yt}

$$M_{yt} = \Delta S_{mx} * 1,6m = 0,56 \text{ kN} * 1,6 \text{ m} = 0,90 \text{ kNm}$$

Geometri ved "innspenning"



Figur 4 Geometri ved "innspenning".

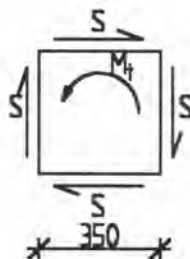
Bøyemoment:

Spenning i vinkelstålene: f_s

$$f_s = \frac{M_{yb}}{350 \text{ mm} * 2 * A_s} = \frac{21,4 * 10^6 \text{ Nmm}}{350 \text{ mm} * 2 * 1136 \text{ mm}^2} = 26,9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Torsjonsmoment:

Torsjonsmoment



Figur 5 Torsjonsmoment

$$S = M_T / 350 \text{ mm} * 2 = 0,90 * 106 \text{ Nmm} / 350 \text{ mm} * 2 = 1,29 \text{ kN}$$

Kraft i lengdeprofil (antar 45° diagonaler) = $S = 1,29 \text{ kN}$

Spennings: $f_s = 1290 \text{ N} / 1136 \text{ mm}^2 = 1,1 \text{ N} / \text{mm}^2$

I lengdeprofil: $f_s = \sqrt{(26,92 + 1,12)} = 27 \text{ N} / \text{mm}^2 < 200 \text{ N} / \text{mm}^2$ OK!!

200 N/mm² er gitt tabellverdi for stålets strekkfasthet for den stål kvalitet som benyttes i kontaktledningsmaster.

B) Kurve (overgang kurve / rettlinje)

Regner ikke på tilfelle B) da dette er et "snillere" tilfelle enn C)

C) Kurve (mast plassert i kurven)

Antar et masta er innspent ved bardunfestet

$\Delta S_{mx} = 29 \text{ kN} * (1 - \cos 80^\circ) = 0,28 \text{ kN}$ tilnærmet lik 0.

$\Delta S_{my} = (29 \text{ kN} * \sin 80^\circ) * 2 = 8,0 \text{ kN}$

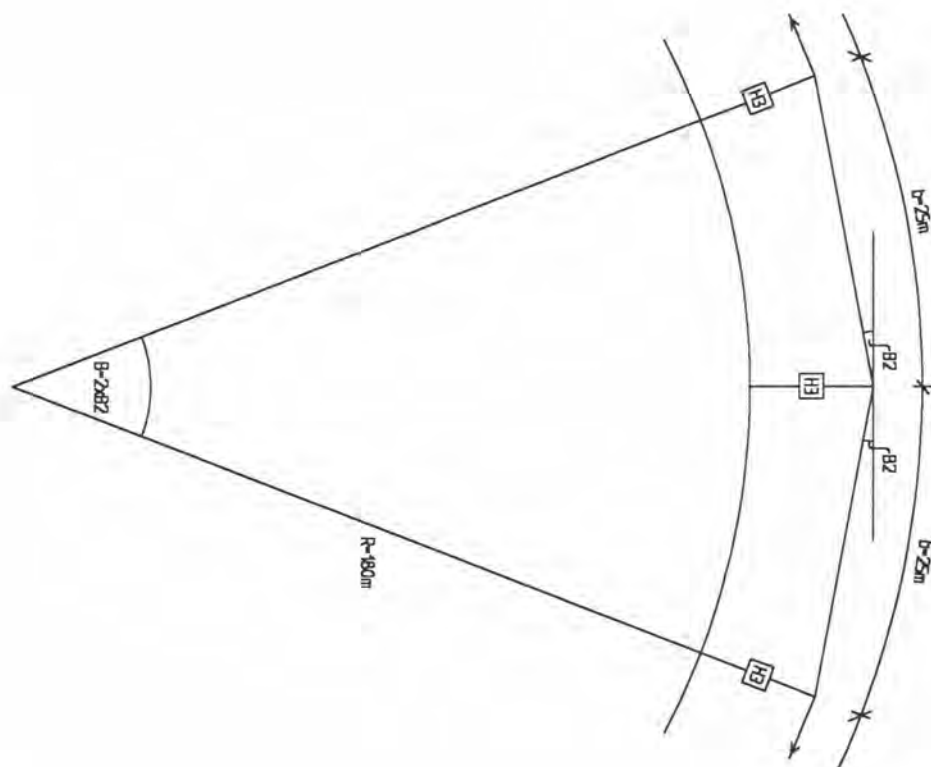
Bøyemomentet ved "innspenning": $M_y = 8,0 \text{ kN} * 3,0 \text{ m} = 24,0 \text{ kNm}$

Spennings i vinkelstål f_s :

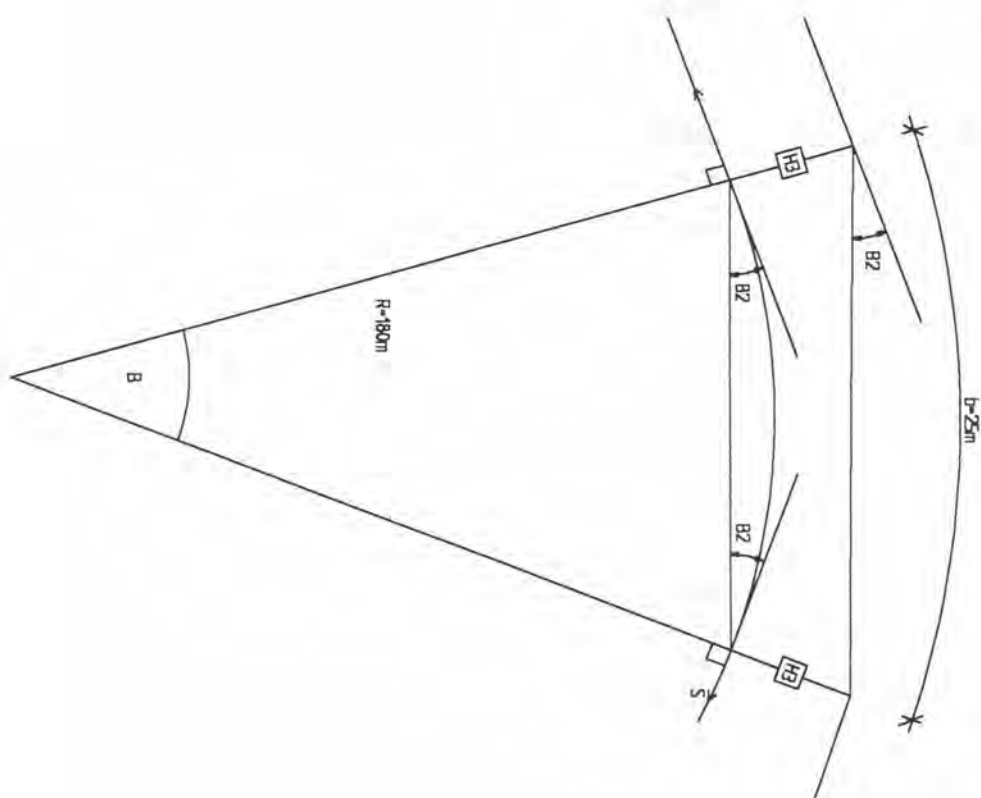
$$f_s = \frac{M_y}{350 \text{ mm} * 2 * A_s} = \frac{24 * 10^6 \text{ Nmm}}{350 \text{ mm} * 2 * 1136 \text{ mm}^2} = 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 200 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \text{ OK! !}$$

neste side er da skissert hvilke masteplasseringer for master i kurve som det er utført beregninger på i dette kapitlet.

Kurve (mast i kurven)



Kurve (overgang kurve/rethline)



Figur 6 Skissering av vinkler på kontakttråd ved master i kurve og ved overgang fra kurve til rethline.

Vedlegg 4.6

**Oversikt over lengder på kraftkabel og kabelkanal
til mateledning forlagt i tunnel.**

VEDLEGG 4.6: Oversikt over lengder på kraftkabel og kabelkanal til mateledning lagt i tunnel.

Det er antatt at avstand tunnel og nærmerste mast er 15 m på hver side av tunnelen, og at det trengs 15 m kabel fra mastefot og opp mot tilknytningspunkt. Gjelder for strekningen Røra - Hell - Tevladalen.

Tunnel	Tunnel- lengde [m]	T i l l e g g kabel [m]	T i l l e g g Kabelkanal [m]	kabellengd [m]	Kanal- lengde [m]
Eidum - Røra					
Værnes	155.4	120	30	440	180
Gruggåsen	74	120	30	270	105
Koabjorgen	103.6	120	30	290	125
Eidum - Tevla					
Gudå	114.4	120	30	350	145
Totale lengder	447.4			1350	555

Vedlegg 4.7

**Oversikt over lengder på kraftkabel og kabelkanal
til mateledning forlagt over bru.**

1548

**VEDLEGG 4.7 Oversikt over lengder på kraftkabel og
kabelkanal til mateledning lagt over bru.**

Det er antatt at avstand bru og nærmerste mast er 15 m på hver side av bruene, og at det trenges 15 m kabel fra mastefot og opp mot tilknytningspunkt. Gjelder for strekningen Røra - Hell - Tevladalen.

Bro	Brolengde [m]	Tillegg kabel	T i l l e g g kabelkanal	Kabellengde [m]	Kanallengde [m]
Eidum - Røra					
Sandfærhus	37.9	120	30	2 X 97.9	67.9
Ved Sandfærhus	45	120	30	2 X 105	75
Ved Værnes	26.5	120	30	2 X 86.5	56.5
Ved Gråbrekk	25	120	30	2 X 85	55
Ved Vold	19	120	30	2 X 79	49
Vold	70	120	30	2 X 130	100
Skatval	9	120	30	2 X 69	39
Alstad	23.7	120	30	2 X 83.7	53.7
Langstein	90	120	30	2 X 150	120
Grennemarken	19	120	30	2 X 79	49
Grennebakken	16.7	120	30	2 X 76.7	46.7
Holtemoen	33	120	30	2 X 93	63
Tilfredshet	9.2	120	30	2 X 69.2	39.2
Korsbakken	9	120	30	2 X 69	39
Nossum	40	120	30	2 X 100	70
Halsan	40	120	30	2 X 100	70
Levanger	58.5	120	30	2 X 118.5	88.5
Himmelbrua	25.5	120	30	2 X 85.5	55.5
Sæter	19	120	30	2 X 79	49
Rinnan	20	120	30	2 X 80	50
Ved Bergsgrav	12.5	120	30	2 X 72.5	42.5
Verdalsøra	28	120	30	2 X 88	58
Ved Fleskhus	68	120	30	2 X 128	98
Ved Røra		120	30	2 X 60	30
Ved Røra	7	120	30	2 X 67	37
Salberg	25	120	30	2 X 85	55
Stjørdalsbrua		120	30	2 X 60	30
Lendge Eidum - Røra					1586.5

Eidum - Tevla					
Bjørnøy bru	17	120	30	2 X 77	47
Hegra bru	187	120	30	2 X 247	217
Gårdsveg	12.8	120	30	2 X 72.8	42.8
Mølksnes	14.5	120	30	2 X 74.5	44.5
Sørnes	14.2	120	30	2 X 74.2	44.2
E14 ved Gudå	77	120	30	2 X 137	107
Skogsveg	9.7	120	30	2 X 69.7	39.7
Gårdsveg	7.3	120	30	2 X 67.3	37.3
Skogsveg	7.3	120	30	2 X 67.3	37.3
Skogsveg	11	120	30	2 X 71	41
Skogsveg	12	120	30	2 X 72	42
Evjen	21.1	120	30	2 X 81.1	51.1
Skogsveg	20.1	120	30	2 X 80.1	50.1
Skogsveg	7	120	30	2 X 67	37
Skogsveg	8	120	30	2 X 68	38
Skogsveg	8	120	30	2 X 68	38
Gårdsveg	8	120	30	2 X 68	38
Skogsveg	8.3	120	30	2 X 68.3	38.3
Kopperå st.	12.6	120	30	2 X 72.6	42.6
Tevla pumpekr.verk	9	120	30	2 X 69	39
Skogsveg	9.7	120	30	2 X 69.7	39.7
Lengde Eidum - Tevla					1111.6
Total lengde [m]	1258.1	5760	1440	8272.2	

Vedlegg 5.1

**Detaljert avgivelse av tilleggskostnadene for
kontaktledningsanlegg på stasjoner.**

OVERSIKT OVER KOSTNADSTILLEGG FOR KONTAKTLEDNINGSANLEGG PÅ STASJONER							
Stasjon: Ranheim, 563m med 2 elektrifiserte spor				Stasjon: Hegra 1140m. med 2 elektrifiserte spor			
Materiell	antall	Enh.pris	Tot.pris	Materiell	antall	Enh.pris	Tot.pris
Seksjonsutligger	2	12000	24000	Seksjonsutligger	2	12000	24000
Master type B3	11	6000	66000	Master type B3	21	6000	126000
Master type H3	2	8000	16000	Master type H3	2	8000	16000
Fundament, B3	11	7000	77000	Fundament, B3	21	7000	147000
Fundament, H3	2	8000	16000	Fundament, H3	2	8000	16000
Åk	0			Åk, type 11	0		
Hengemast	0			Hengemast	0		
Fix. punkt	0			Fix. punkt	1	6000	6000
Normalutligger	11	5000	55000	Normalutligger	21	5000	105000
Loddavspenning komplett	2	60000	120000	Loddavspenning komplett	2	60000	120000
Avsp.barduner	4	2500	10000	Avsp.barduner	6	2500	15000
KI-bryter	3	15000	45000	KI-bryter	3	15000	45000
Motor for fj.styring	2	8000	16000	Motor for fj.styring	2	8000	16000
Kontaktledning/ kompl.	600	250	150000	Kontaktledning/ kompl.	1160	250	290000
Tilleggs kostnad f/stasjon			595000	Tilleggs kostnad f/stasjon			926000
Investeringsavgift			92225	Investeringsavgift			143530
Tilleggs kostnad			687225	Tilleggs kostnad			1069530

Stasjon: Vikhamar, 767m med 2 elektrifiserte spor				Stasjon: Flornes 1100m. med 2 elektrifiserte spor			
Materiell	antall	Enh.pris	Tot.pris	Materiell	antall	Enh.pris	Tot.pris
Seksjonsutligger	2	12000	24000	Seksjonsutligger	2	12000	24000
Master type B3	14	6000	84000	Master type B3	20	6000	120000
Master type H3	2	8000	16000	Master type H3	2	8000	16000
Fundament, B3	14	7000	98000	Fundament, B3	20	7000	140000
Fundament, H3	2	8000	16000	Fundament, H3	2	8000	16000
Åk, type 11	0			Åk, type 11	0		
Hengemast	0			Hengemast	0		
Fix. punkt	0			Fix. punkt	1	6000	6000
Normalutligger	14	5000	70000	Normalutligger	20	5000	100000
Avsp.barduner	4	2500	10000	Avsp.barduner	6	2500	15000
Loddavspenning komplett	2	60000	120000	Loddavspenning komplett	2	60000	120000
KI-bryter	3	15000	45000	KI-bryter	3	15000	45000
Motor for fj.styring	2	8000	16000	Motor for fj.styring	2	8000	16000
Kontaktledning/ kompl.	800	250	200000	Kontaktledning/ kompl.	1120	250	280000
Tilleggs kostnad f/stasjon			699000	Tilleggs kostnad f/stasjon			898000
Investeringsavgift			108345	Investeringsavgift			139190
Tilleggs kostnad			807345	Tilleggs kostnad			1037190

Stasjon: Midtsandan, 1083m. med 2 elektrifiserte spor				Stasjon: Gudå 1140meter med 2 elektrifiserte spor			
Materiell	antall	Enh.pris	Tot.pris	Materiell	antall	Enh.pris	Tot.pris
Seksjonsutligger	2	12000	24000	Seksjonsutligger	2	12000	24000
Master type B3	20	6000	120000	Master type B3	21	6000	126000
Master type H3	2	8000	16000	Master type H3	2	8000	16000
Fundament, B3	20	7000	140000	Fundament, B3	21	7000	147000
Fundament, H3	2	8000	16000	Fundament, H3	2	8000	16000
Åk, type 11	0			Åk, type 11	0		
Hengemast	0			Hengemast	0		
Fix. punkt	1	6000	6000	Fix. punkt	1	6000	6000
Normalutligger	20	5000	100000	Normalutligger	21	5000	105000
Avsp.barduner	6	2500	15000	Avsp.barduner	6	2500	15000
Loddavspenning komplett	2	60000	120000	Loddavspenning komplett	2	60000	120000
KI-bryter	3	15000	45000	KI-bryter	3	15000	45000
Motor for fj.styring	2	8000	16000	Motor for fj.styring	2	8000	16000
Kontaktledning/ kompl.	1100	250	275000	Kontaktledning/ kompl.	1160	250	290000
Tilleggs kostnad f/stasjon			893000	Tilleggs kostnad f/stasjon			926000
Investeringsavgift			138415	Investeringsavgift			143530
Tilleggs kostnad			1031415	Tilleggs kostnad			1069530

Stasjon: Hommelvik, 760m. med 3 elektrifiserte spor				Stasjon: Kopperå 1150m. med 2 elektrifiserte spor + lastespor på 500 m.			
Materiell	antall	Enh.pris	Tot.pris	Materiell	antall	Enh.pris	Tot.pris
Seksjonsutligger	4	12000	48000	Seksjonsutligger	3	12000	36000
Master type B3	0	6000	0	Master type B3	30	6000	180000
Master type H3	18	8000	144000	Master type H3	3	8000	24000
Fundament, B3	0	7000	0	Fundament, B3	30	7000	210000
Fundament, H3	18	8000	144000	Fundament, H3	3	8000	24000
Åk, type 11	14	60000	840000	Åk, type 11	0		
Hengemast	14	2000	28000	Hengemast	0		
Fix. punkt	0	6000	0	Fix. punkt	1	6000	6000
Normalutligger	28	5000	140000	Normalutligger	29	5000	145000
Avsp.barduner	8	2500	20000	Avsp.barduner	10	2500	25000
Loddavspenning komplett	4	60000	240000	Loddavspenning komplett	4	60000	240000
KI-bryter	3	15000	45000	KI-bryter	4	15000	60000
Motor for fj.styring	2	8000	16000	Motor for fj.styring	2	8000	16000
Kontaktledning/ kompl.	800	250	200000	Kontaktledning/ kompl.	1700	250	425000
Tilleggs kostnad f/stasjon			1865000	Tilleggs kostnad f/stasjon			1391000
Investeringsavgift			289075	Investeringsavgift			215605
Tilleggs kostnad			2154075	Tilleggs kostnad			1606605

Stasjon: Muruvik 2 elektrifiserte lastespor				Stasjon: Hell 670m. med 3 elektrifiserte spor + buttspor			
Materiell	antall	Enh.pris	Tot.pris	Materiell	antall	Enh.pris	Tot.pris
Seksjonsutligger	2	12000	24000	Seksjonsutligger	5	12000	60000
Master type B3	12	6000	72000	Master type B3	16	6000	96000
Master type H3	1	8000	8000	Master type H3	18	8000	144000
Fundament, B3	12	7000	84000	Fundament, B3	16	7000	112000
Fundament, H3	1	8000	8000	Fundament, H3	18	8000	144000
Åk, type 11	0	60000	0	Åk, type 11	13	60000	780000
Hengemast	0	2000	0	Hengemast	13	2000	26000
Fix. punkt	0	6000	0	Fix. punkt	1	6000	6000
Normalutligger	12	5000	60000	Normalutligger	29	5000	145000
Avsp.barduner	8	2500	20000	Avsp.barduner	12	2500	30000
Loddavspenning komplett	2	60000	120000	Loddavspenning komplett	5	60000	300000
KI-bryter	2	15000	30000	KI-bryter	4	15000	60000
Motor for fj.styring	0			Motor for fj.styring	2	8000	16000
Kontaktledning/ kompl.	650	250	162500	Kontaktledning/ kompl.	1000	250	250000
Tilleggs kostnad f/stasjon			588500	Tilleggs kostnad f/stasjon			2169000
Investeringsavgift			91217,5	Investeringsavgift			336195
Tilleggs kostnad			679717,5	Tilleggs kostnad			2505195

Stasjon: Stjerdal 820m. med 2 elektr. spor + 1 buttspor				Stasjon: Skatval 1560m. med 2 elektr. spor			
Materiell	antall	Enh.pris	Tot.pris	Materiell	antall	Enh.pris	Tot.pris
Seksjonsutligger	3	12000	36000	Seksjonsutligger	4	12000	48000
Master type B3	24	6000	144000	Master type B3	26	6000	156000
Master type H3	3	8000	24000	Master type H3	4	8000	32000
Fundament, B3	24	7000	168000	Fundament, B3	26	7000	182000
Fundament, H3	3	8000	24000	Fundament, H3	4	8000	32000
Åk, type 11	0	60000	0	Åk, type 11	0	60000	0
Hengemast	0	2000	0	Hengemast	0	2000	0
Fix. punkt	1	6000	6000	Fix. punkt	0	6000	0
Normalutligger	15	5000	75000	Normalutligger	26	5000	130000
Avsp.barduner	10	2500	25000	Avsp.barduner	8	2500	20000
Loddavspenning komplett	4	60000	240000	Loddavspenning komplett	4	60000	240000
KI-bryter	4	15000	60000	KI-bryter	3	15000	45000
Motor for fj.styring	2	8000	16000	Motor for fj.styring	2	8000	16000
Kontaktledning/ kompl.	1350	250	337500	Kontaktledning/ kompl.	1600	250	400000
Tilleggs kostnad f/stasjon			1155500	Tilleggs kostnad f/stasjon			1301000
Investeringsavgift			179102,5	Investeringsavgift			201655
Tilleggs kostnad			1334603	Tilleggs kostnad			1502655

Stasjon: Langstein 440m. med 2 elektr. spor				Stasjon: Åsen 800m. med 2 elektr. spor			
Materiell	antall	Enh.pris	Tot.pris	Materiell	antall	Enh.pris	Tot.pris
Seksjonsutligger	2	12000	24000	Seksjonsutligger	2	12000	24000
Master type B3	8	6000	48000	Master type B3	15	6000	90000
Master type H3	2	8000	16000	Master type H3	2	8000	16000
Fundament, B3	8	7000	56000	Fundament, B3	15	7000	105000
Fundament, H3	2	8000	16000	Fundament, H3	2	8000	16000
Åk, type 11	0	60000	0	Åk, type 11	0	60000	0
Hengemast	0	2000	0	Hengemast	0	2000	0
Fix. punkt	0	6000	0	Fix. punkt	1	6000	6000
Normalutligger	8	5000	40000	Normalutligger	15	5000	75000
Avsp.barduner	4	2500	10000	Avsp.barduner	6	2500	15000
Loddavspenning komplett	2	60000	120000	Loddavspenning komplett	2	60000	120000
KI-bryter	3	15000	45000	KI-bryter	3	15000	45000
Motor for fj.styring	2	8000	16000	Motor for fj.styring	2	8000	16000
Kontaktledning/ kompl.	460	250	115000	Kontaktledning/ kompl.	820	250	205000
Tilleggs kostnad f/stasjon			506000	Tilleggs kostnad f/stasjon			733000
Investeringsavgift			78430	Investeringsavgift			113615
Tilleggs kostnad			584430	Tilleggs kostnad			846615

Stasjon: Ronnlan 420m. med 2 elektr. spor				Stasjon: Skogn 770m. med 2 elektr. spor			
Materiell	antall	Enh.pris	Tot.pris	Materiell	antall	Enh.pris	Tot.pris
Seksjonsutligger	2	12000	24000	Seksjonsutligger	2	12000	24000
Master type B3	8	6000	48000	Master type B3	14	6000	84000
Master type H3	2	8000	16000	Master type H3	2	8000	16000
Fundament, B3	8	7000	56000	Fundament, B3	14	7000	98000
Fundament, H3	2	8000	16000	Fundament, H3	2	8000	16000
Åk, type 11	0	60000	0	Åk, type 11	0	60000	0
Hengemast	0	2000	0	Hengemast	0	2000	0
Fix. punkt	0	6000	0	Fix. punkt	0	6000	0
Normalutligger	8	5000	40000	Normalutligger	14	5000	70000
Avsp.barduner	4	2500	10000	Avsp.barduner	4	2500	10000
Loddavspenning komplett	2	60000	120000	Loddavspenning komplett	2	60000	120000
Kl-bryter	3	15000	45000	Sugetransformator	0	180000	0
Motor for fj.styring	2	8000	16000	Kl-bryter	3	15000	45000
Kontaktledning/ kompl.	440	250	110000	Motor for fj.styring	2	8000	16000
Tilleggs kostnad f/stasjon			501000	Kontaktledning/ kompl.	880	250	220000
Investeringsavgift			77655	Tilleggs kostnad f/stasjon			719000
Tilleggs kostnad			578655	Investeringsavgift			111445
				Tilleggs kostnad			830445

Stasjon: Levanger 740m. med 3 elektr. spor				Stasjon: Bergsgrav 780m. med 2 elektr. spor			
Materiell	antall	Enh.pris	Tot.pris	Materiell	antall	Enh.pris	Tot.pris
Seksjonsutligger	4	12000	48000	Seksjonsutligger	2	12000	24000
Master type B3	0	6000	0	Master type B3	14	6000	84000
Master type H3	4	8000	32000	Master type H3	2	8000	16000
Fundament, B3	0	7000	0	Fundament, B3	14	7000	98000
Fundament, H3	4	8000	32000	Fundament, H3	2	8000	16000
Åk, type 11	14	60000	840000	Åk, type 11	0	60000	0
Hengemast	14	2000	28000	Hengemast	0	2000	0
Fix. punkt	0	6000	0	Fix. punkt	0	6000	0
Normalutligger	28	5000	140000	Normalutligger	14	5000	70000
Avsp.barduner	8	2500	20000	Avsp.barduner	4	2500	10000
Loddavspenning komplett	4	60000	240000	Loddavspenning komplett	2	60000	120000
KI-bryter	3	15000	45000	KI-bryter	3	15000	45000
Motor for fj.styring	2	8000	16000	Motor for fj.styring	2	8000	16000
Kontaktledning/ kompl.	1520	250	380000	Kontaktledning/ kompl.	800	250	200000
Tilleggs kostnad f/stasjon			1821000	Tilleggs kostnad f/stasjon			699000
Investeringsavgift			282255	Investeringsavgift			108345
Tilleggs kostnad			2103255	Tilleggs kostnad			807345

Stasjon:Verdal 450m. med 2 elektr. spor				Stasjon:Røra 1090m. med 2 elektr. spor			
Materiell	antall	Enh.pris	Tot.pris	Materiell	antall	Enh.pris	Tot.pris
Seksjonsutligger	2	12000	24000	Seksjonsutligger	4	12000	48000
Master type B3	8	6000	48000	Master type B3	18	6000	108000
Master type H3	2	8000	16000	Master type H3	4	8000	32000
Fundament, B3	8	7000	56000	Fundament, B3	18	7000	126000
Fundament, H3	2	8000	16000	Fundament, H3	4	8000	32000
Åk, type 11	0	60000	0	Åk, type 11	0	60000	0
Hengemast	0	2000	0	Hengemast	0	2000	0
Fix. punkt	0	6000	0	Fix. punkt	1	6000	6000
Normalutligger	8	5000	40000	Normalutligger	18	5000	90000
Avsp.barduner	4	2500	10000	Avsp.barduner	6	2500	15000
Loddavspenning komplett	2	60000	120000	Loddavspenning komplett	2	60000	120000
Kl-bryter	3	15000	45000	Kl-bryter	3	15000	45000
Motor for fj.styring	2	8000	16000	Motor for fj.styring	2	8000	16000
Kontaktledning/ kompl.	470	250	117500	Kontaktledning/ kompl.	1110	250	277500
Tilleggs kostnad f/stasjon			508500	Tilleggs kostnad f/stasjon			915500
Investeringsavgift			78817,5	Investeringsavgift			141902,5
Tilleggs kostnad			587317,5	Tilleggs kostnad			1057403

Stasjon:Mære 740m. med 2 elektr. spor				Stasjon:Steinkjer alle spor elektr. samt spor 6 og 12			
Materiell	antall	Enh.pris	Tot.pris	Materiell	antall	Enh.pris	Tot.pris
Seksjonsutligger	2	12000	24000	Seksjonsutligger	12	12000	144000
Master type B3	14	6000	84000	Master type B3	6	6000	36000
Master type H3	2	8000	16000	Master type H5	9	9000	81000
Fundament, B3	14	7000	98000	Fundament, B3	6	7000	42000
Fundament, H3	2	8000	16000	Fundament, H5	9	8000	72000
Åk, type 11	0	60000	0	Åk, type 11	9	60000	540000
Hengemast	0	2000	0	Hengemast	15	2000	30000
Fix. punkt	0	6000	0	Fix. punkt	1	6000	6000
Normalutligger	14	5000	70000	Normalutligger	36	5000	180000
Avsp.barduner	6	2500	15000	Avsp.barduner	26	2500	65000
Loddavspenning komplett	2	60000	120000	Loddavspenning komplett	12	60000	720000
KI-bryter	3	15000	45000	KI-bryter	3	15000	45000
Motor for fj.styring	2	8000	16000	Motor for fj.styring	2	8000	16000
Kontaktledning/ kompl.	760	250	190000	Kontaktledning/ kompl.	2250	250	562500
Tilleggs kostnad f/stasjon			694000	Tilleggs kostnad f/stasjon			2539500
Investeringsavgift			107570	Investeringsavgift			393622,5
Tilleggs kostnad			801570	Tilleggs kostnad			2933123

Vedlegg 5.2

**Kostnadsberegning av kontaktledningsanlegg på
Fiborgtangen sidespor.**

Stasjon: Fiborgtangen lastespor, tilknytning Skogn st.								
Materiell	antall	Enh.pris	Tot.pris					
Seksjonsutligger	8	12000	96000					
Master type B3	86	6000	516000					
Master type H3	16	8000	128000					
Fundament, B3	86	7000	602000					
Fundament, H3	16	8000	128000					
Åk, type 11	0	60000	0					
Hengemast	0	2000	0					
Fix. punkt	3	6000	18000					
Normalutligger	86	5000	430000					
Avsp.barduner	16	2500	40000					
Loddavspenning komplett	5	60000	300000					
Sugetransformator	1	180000	180000					
KI-bryter	1	15000	15000					
Motor for fj.styring	1	8000	8000					
Kontaktledning/ kompl.	5000	250	1250000					
Tilleggskostnad f/stasjon			3711000					
Investeringsavgift			575205					
Tilleggskostnad			4286205					

Vedlegg 7.1

Spesifiserte kostnader for likestrømfelt.

VEDLEGG 7.1

Spesifiserte kostnader for likestrømsfelt:

Antall	Utstyr	Pris pr. enhet	Totalpris
2	Sporfeltrelè JRK 10470	7.200,-	14.400,-
3	Filter	333,-	1.000,-
1	Trafo	1.300,-	1.300,-
1	Likleretter	600,-	600,-
1	Motstand	100,-	100,-
1	Motstand	80,-	80,-
2	Overspenningsvern	80,-	160,-
2	Holder for overspenningsvern	80,-	160,-
2	Festeplate for overspenningsvern	140,-	280,-
4	Sikring, 25 A 1 polet treg	160,-	640,-
2	Kiosk	28.000,-	56.000,-
1	Batteribackup med lader	30.000,-	30.000,-
1	Isolerte skjøter	5.000,-	5.000,-
	Div kabler (tilførsel/retur)	RS	3.000,-
1	Transformator m/div utstyr	23.500,-	23.500,-
1	Omformer	60.000,-	60.000,-
	Sum		196.220,-
	Arbeid		
2	Nedgraving av Kiosk/fundamenter	3.900,-	7.800,-
2	Oppsetting/montering av kiosk + div	9.000,-	18.000,-
1	Montering av isolerte skjøter	5.000,-	5.000,-
	Sum		30.800,-
	SUM		227.020,-

Vedlegg 7.2

Pris på lenkningsbaliser for Meråkerbanen.

VEDLEGG 7.2

Pris på Lenkningsbaliser for Meråkerbanen:

Antall		Pris per enhet	Totalpris
20	Fast kodet balise	6510	130.200,-
20	Monteringsutstyr, balise	800	16.000,-
60	Balisepropper	240	14.400,-
20	Montering per balise	1200	24.000,-
10	Markeringsstolper	1500	15.000,-
	Pris		199.600,-

Vedlegg 7.3

**Spesifiserte kostnader for utvendig sikringsanlegg
pr. stasjon, Meråkerbanen.**

VEDLEGG 7.3

Spesifiserte kostnader for utvendig sikringsanlegg pr. stasjon, Meråkerbanen:

Antall	Utstyr	Pris pr. enhet	Totalpris
2	5 lyssignal	45.000,-	90.000,-
2	3 lyssignal	33.000,-	66.000,-
4	2 lyssignal	30.000,-	120.000,-
2	Sporveksel drivmaskin	135.000,-	270.000,-
8	As-skap	19.000,-	152.000,-
2	Sveivskap	10.000,-	20.000,-
6	Isolerte skjøter	5.000,-	30.000,-
2	Lokalstiller	2.200,-	4.400,-
2	Avsp.indikator	5.500,-	11.000,-
4	Dvergsignal	10.000,-	40.000,-
2	Høyt skiftesignal	25.000,-	50.000,-
1	Div. kabel	RS	750.000,-
1	Relehus	RS	250.000,-
	Sum		1.853.400,-
	Arbeid		
1	Legging av kabel	RS	108.000,-
6	Mont. av isolerte skjøter	5.000,-	30.000,-
8	Nedgraving av skap/fund	3.900,-	31.200,-
10	Nedgraving av sign/fund	740,-	7.400,-
1	Personalkost. mont. div	RS	600.000,-
	Sum		776.600,-
	TOTALSUM		2.630.000,-

Kabelkanal er tatt med under Tele.

Vedlegg 7.4

Pris for ATS pr. stasjon på Meråkerbanen.

VEDLEGG 7.4

Pris for ATS pr. stasjon på Meråkerbanen

Antall		Pris per enhet	Totalpris
18	Styrt balise	7500	135.000,-
25	Fast kodet balise	6510	162.750,-
43	Monteringsutstyr, balise	800	34.400,-
6	AS.ATS-skap, lite	7100	42.600,-
24	Koderkretskort, 12V (VK,HSK)	4620	110.880,-
24	Boks for koderkretskort	720	17.280,-
14	Montasjeplate	180	2.520,-
48	Kodekort	260	12.480,-
110	Balisepropper	240	26.400,-
43	Montering per balise	1200	51.600,-
6	Markeringsstolper	1500	9.000,-
6	Oppsett/Montering av AS.ATS-skap, lite	7000	42.000,-
	Prosjektering		15.000,-
	Pris		661.910,-

m	Kabeltype	Pris per meter (kr)	Totalpris
1000	Kabel 4*1,5	20	20.000,-
600	Balisekabel 18*0,5	50	30.000,-
	Pris		50.000,-

Kostnad, pr.stasjon : 711.910,-

Vedlegg 9.1

**Utkast til plassering av
Stasjoneringssted.**

