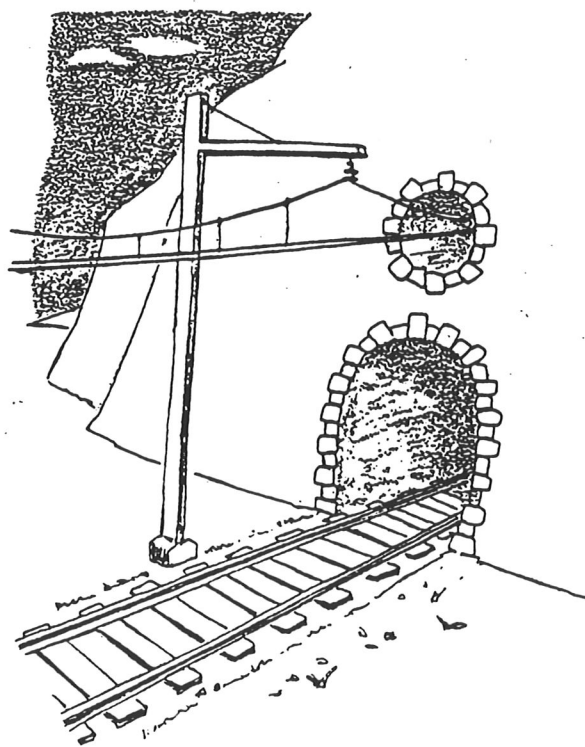


BEHOV FOR RETURLEDNING



Arbeten måste samordnas
med övriga tjänstegrenar

AUGUST 91

RETURLEDNING

INNHOLDSFORTEGNELSE		Side
1	SAMMENDRAG/KONKLUSJONER	1
2	INNLEDNING	4
2.1	Bakgrunn for prosjektet	4
2.2	Mandat/kontrakt	4
2.3	Organisering og gjennomføring av prosjektet	5
3	PROBLEMDEFINISJON	7
3.1	Forstyrrelser	7
3.1.0	Generelt	7
3.1.1	Forstyrrelse i kabel	8
3.1.2	Forstyrrelse på utstyr	9
3.2	Anlegg som forstyrres	10
3.2.1	Utstyr for signalanlegg	10
3.2.2	Utstyr for teleanlegg	12
3.3	Feilsymptomer og årsaker	13
3.3.0	Oversikt over feilsymptomer	13
3.3.1	Signalanlegg	14
3.3.2	Teleanlegg	18
4	GJENSTÅENDE LEVEALDER	24
4.1	Signalanlegg	24
4.2	Teleanlegg	25
5	TILTAK FOR Å ØKE IMMUNITETEN	26
5.0	Generelt	26
5.1	Signalanlegg	26
5.1.1	Dagens situasjon	26
5.1.2	Tiltak signalanlegg - kortsiktige/langsiktige	27
5.1.3	Kostnadsoverslag	31
5.1.4	Tiltak på baneprioritet 2-strekninger	33
5.2	Teleanlegg	35
5.2.1	Kvalitetsnormer - Teleanlegg	35

	Side	
5.2.2	Tiltak teleanlegg - kortsiktige/langsiktige	35
5.2.3	Kostnadsoverslag	36
5.2.4	Konklusjon	36
6	TILTAK FOR Å REDUSERE FORSTYRRELSER	41
6.0	Sammendrag	41
6.1	Innledning - begreper og definisjoner	41
6.2	Forslag til tiltak	43
6.2.1	Teletransmisjon	43
6.2.2	Signalsystem	43
6.2.3	Jordinger	43
6.2.4	Returstrømkretsen	44
6.2.5	Tiltak i returstrømkretsen	45
7	RETURLEDNING I RETURSTRØMKRETSEN	
	TEKNISK OG ØKONOMISK VURDERING	49
7.1	Generelle forutsetninger og begrensninger	49
7.2	Teknisk oversikt	50
7.3	Konklusjon	52
7.3.1	Teknisk vurdering	53
7.3.2	Koordinering	53
7.3.3	Kostnadsoverslag	54
8	TEKNISKE OG ØKONOMISKE SLUTTIVURDERINGER	55

BILAGSLISTE

- 3.3.2 Induksjonsmålinger Oslo - Lillestrøm
- 3.3.3 Induksjonsmålinger Oslo - Lillestrøm-Eidsvoll
- 3.3.4 Induksjonsmålinger Ganddal - Sira

- 4.1, s. 1-8 Typer og alder for sikrings- og CTC-anlegg
- 4.2, s. 1-5 Teknisk og økonomisk levealder for teleanlegg

- 5.1.1 Forsinkelsesstatistikk for persontrafikk 1990
- 5.1.2 Feilfrekvens i de forskjellige distrikter for 1984
- 5.1.3 Feilfrekvens i de forskjellige distrikter for 1985
- 5.1.4 Vedlikehold signalanlegg

- 7.2 Sporets reduksjonsfaktor

- 8.1 A-F Tiltaksalternativ for de enkelte strekninger
- 8.2 A-F Tiltaksalternativ for de enkelte strekninger.
Mer detaljert.

1 SAMMENDRAG/KONKLUSJONER

Prosjektgruppen har vurdert følgende problemområder som viktigst i forbindelse med forstyrrelser som elektrisk banedrift påfører elektriske installasjoner i sporet og langs linjen:

- Metning i en eller flere komponenter i sporfeltkretsen.
- Vagabonderende strømmer.
- Overspenninger direkte inn i anleggene via sporforbindelser.
- Forstyrrelser i sporfeltene pga. overharmonisk støy i skinnene (100 Hz \pm 10 %).
- Induserte spenninger i telekabler.
- Induserte spenninger i signalkabler.
- Spenningsfall over isolerte skjøter.
- Jording av elektronisk utstyr og også andre komponenter i infrastrukturen.

Problemområdene er forsøkt satt opp i prioritert rekkefølge. Dette ut i fra en skjønns- og erfaringsmessig vurdering og ut fra den kvantifisering av problemenes størrelse det har vært mulig å framskaffe innenfor prosjektets ramme.

De tiltak som har vært vurdert for å rette på disse problemene er:

- Innkorting av sporfelter.
- Bedre kontroll av kontaktledningens returkrets.
- Tilpassing av komponenter i returkretsen til reell belastning.
- Sugetransformatorer i overgangen mellom enkelt og dobbelt isolerte sporfelt bør flyttes i fra steder hvor tog under normale driftsforhold kan få stopp.
- Systematisk bruk av jordavledere.
- Strengere krav til filtre i traksjonmateriell og omformerutstyr.
- Redusert lengde på signalkabler.
- Utskifting av blymantelede telekabler.

- Systematisk bruk av skilletrafoer på parene.
- Tonefrekvensoverføring ved RCTC.
- Bruk av PLS basert CTC.
- Redusert banestrøm ved forkorting av matestrekninger utover KL-anlegget.
- Utarbeidelse av koordinerte retningslinjer for jording av utstyr.
- Større bruk av fiberkabel til tele- og signalkommunikasjon.
- Benytte returledning.
- Utskifting fra RCTC til ECTC.
- Utskifting av likestrømsimpulsert blokktelefonsystemer.

Ut i fra

- kvalitets- og tilgjengelighetskrav for signal- og teleanlegg
- reduisering av driftsfeil pr. år for baneregionene vedrørende signalanlegg. Målet er en reduisering på 10 % pr. år.
- tilgjengelige tekniske løsninger.
- økonomiske vurderinger

vil prosjektgruppen foreslå at følgende tiltak blir gjennomført:

- Bygging av returledning på nye anlegg og over stasjoner.
- Bygging av returledning i enkelte tunneler.
- Bygging av returledning, som et prøveprosjekt på deler av strekningen Otta - Dombås (ev. Kongsvinger - Charlottenberg).
- Ulike støyimmuniserende og internstøyreduserende tiltak.
- Gjennomføring av videre studier av jordinger, returkrets, krav til komponenter i returkrets, krav til støy i fra traksjonsmateriell og omformerutstyr.

De konkrete tiltak for de enkelte strekninger er angitt i kapittel 8.

Arbeidsgruppen vil peke på at de problemer som returstrømmen påfører stasjonære anlegg normalt øker med økt banestrøm. Egen returledning vil senke nivået for forstyrrelser, men ikke fjerne disse helt. De fleste av de foreslåtte tiltakene må gjennomføres uansett innføring av returledning.

Vurderinger av problemområdene og aktuelle tiltak er gjort ut i fra tilgjengelige driftsdata og utførte målinger. Der dette ikke har vært tilstrekkelig, har skjønnsmessige og erfaringsmessige vurderinger blitt benyttet. Dette fordi vi innenfor kontraktsrammen ikke har sett muligheter for å kvantifisere problemene ut i fra nye målinger eller en reell statistisk analyse av de angitte driftsproblem.

Det har heller ikke vært mulig innenfor rammen av prosjektet å eksakt kvantifisere verdien av de tiltak vi har foreslått, verken kvalitetsmessig eller i forhold til banestrømmen.

Oslo den 30.08.91

Tom Myhrvold

Per Skure

Erik Andersen

Per Andersen

Arvid Solheim

Fredrik Luit

2 INNLEDNING

2.1 Bakgrunn for prosjektet

Forstyrrelser i fra banestrømmen influerer på kvalitet og tilgjengelighet på tele- og signalanlegg. I strategisk rammeplan for Banedivisjonen er det vurdert bygging av returledning på baneprioritet 2 strekningene for å redusere problemene.

Dette prosjektet ble etablert for å vurdere også andre tiltak enn bygging av returledning.

2.2 Mandat

Gruppen har fått i oppgave å utarbeide en konsekvensanalyse for å kartlegge behovet for å bygge returledning. Analysen gjøres for strekninger med baneprioritet 2. Mandatet er nedenfor sitert.

"Formålet med analysen er å kartlegge de forstyrrelser som elektrisk banedrift uten returledning forårsaker i tele- og signalanleggene, for derved å kunne fastlegge om det er lønnsomt å forbedre tele- og signalanleggene, slik at forstyrrelsene blir akseptable, eventuelt skifte anleggene ut med ny teknikk, alternativt å bygge returledning for banestrømmen.

Analysen gjøres i følgende etapper:

- 1) Det utarbeides en oversikt over de forstyrrelser som elektrisk banedrift uten returledning påfører eksisterende elektriske installasjoner i sporet og langs linjen. I denne forbindelse må kartlegges hvilke anlegg og installasjoner som forstyrres under dagens driftsforhold og hvilke marginer man opererer med mht. økt banestrøm pga. økt trafikk etter endret struktur i togframføringen.
- 2) Det utarbeides en oversikt over gjenstående teknisk/økonomisk levealder på de anlegg som blir forstyrret av

banestrøm.

- 3) Det utarbeides kostnadsoverslag i dagens prisnivå for nye immuniserte anlegg som alternativt kan erstatte de støypåvirkede anleggene.
- 4) Det utarbeides forslag til kortsiktige tiltak som kan redusere forstyrrelsene på eksisterende anlegg, med anslag over kostnader.
- 5) Det utarbeides kostnadsoverslag i dagens prisnivå for bygging av returledning på de aktuelle strekninger.

Ut fra kostnadsbetraktninger og vurdering av driftsforutsetningene på kort og lengre sikt gir Engineering en tilråding om å bygge returledning eller forbedre ev. skifte ut de anlegg som blir forstyrret av banestrøm.

Alle vurderinger gjøres på hovedplannivå med kostnadsnøyaktighet ca. 20 %."

Gruppen har i samråd med oppdragsgiver gjort følgende presisering:

- Lillestrøm-Eidsvoll inngår i de strekninger som vurderes. Kortsiktige løsninger er definert til tidsrommet 1991-1995/96. Langsiktige løsninger er definert til å vare utover dette.

2.3 Organisering og gjennomføring av prosjektet

Prosjektet ble opprinnelig bemannet med følgende deltakere:

Erik Andersen
Per Sture
Fredrik Schumann
Arvid Solheim
Tore Myhrvold

I løpet av prosjektets gang har J.K. Danielsen erstattet F. Schumann og i tillegg har K. Bergem og F. Lervik bidratt med ressurser i prosjektet.

I følge reforhandlet avtale skal prosjektet slutføres innen 01.08.91 med et forbruk på ca. 950 timer.

Gruppen avsluttet sitt arbeid 30.08.91 med et forbruk på ca. 1000 timer.

Gruppen har gjennomført et møte med representanter fra alle regioner og fra oppdragsgiver for å kartlegge problemer og mulige løsninger, og i tillegg gi kommentarer til rapporten.

3 PROBLEMDEFINISJON

3.1 Forstyrrelser

3.1.0 Generelt

Begrepet forstyrrelse kan bety både årsak og virkning. I det etterfølgende defineres "forstyrrelse" som en uønsket påvirkning (støy) som begrenser eller hindrer en forutsatt funksjon i et nærmere angitt anlegg (system).

I kapittel 1 er de aktuelle forstyrrelser angitt i prioritert rekkefølge.

Som det er vist omfatter forstyrrelser både interne påvirkninger i et system f.eks. mellom parene i en kabel, eller eksterne påvirkninger som f.eks. skjevspenninger inn til signalutstyr pga. enkeltisolerte sporfelt eller at skinnene har forskjellig avledning til jord. Videre har kravene til de enkelte installasjoner økt utover merkeverdiene. Dette gjelder bl.a. økt strømbelastning i matekretsen (16 2/3 Hz).

Manglende tilpassing av enkeltelementer som sugetransformatorer og impedanser vil derfor her betraktes som en årsak til forstyrrelsen. Tilsvarende vil spenningshøyning på grunn av likestrømsimpulsene for RCTC, være en årsak til uønskede forstyrrelser.

Totalsystemet "elektrisk jernbanedrift" influeres av godheten og koordinering mellom delsystemene: Signalanlegg, Teleanlegg, Matestasjoner, Kontaktledningsanlegg og Trekkraftmateriell.

Eventuelle forstyrrelser eller støy i ett av disse delsystemene vil reflekteres i totalsystemet.

I dette prosjektet er oppgaven knyttet til "installasjoner i sporet og langs sporet". Men da traksjonsmateriellet som produsent av overharmoniske har en relativt stor andel av problemområdet, er dette også tatt med her. Det er tidligere satt kvantitative grenser for disse forstyrrende over-

harmoniske. Dette gjelder også for andre "produsenter" av overharmoniske som trekkaggregater og statiske omformere for 16 2/3 Hz.

Selv om det i tittelen på de enkelte punkter er nyttet selve den fysiske del som f.eks. kabel så omfatter punktet også de funksjoner denne har.

Betegnelsen "kvalitativ" er mest dekkende for den etterfølgende opplisting. Den kvantitative vurdering og oppgave over de forstyrrelser vi har, er gjort i kapitlet (punkt 3.3 Feilsymptomer).

3.1.1 Forstyrrelser i kabel

Her skilles mellom induisert støy og intern støy samt overspenninger.

Ut fra "årsak - virkning" tanken er det riktigst å starte med indusert langsspenning. Denne er definert som den spenning som opptrer mellom leder og jord som følge av induksjon fra en annen, paralleltgående strømførende ledning. Sammen med tverrspanningene (se nedenfor) danner den induisert langsspenninger, det vi har kalt indusert støy.

Tverrspanning mellom ledere forårsakes av den induserte langsspenning og av at to ledere alltid vil ha forskjellig kapasitet og avledning til jord. I tillegg skal nevnes at den primært skyldes de overharmoniske i banestrømmen. Ved anlegg/trekraftmateriell hvor det nyttes thyristorer (generelt halvledere) i kontroll- og styringskretsene vil overtoneinnholdet spre seg over en vesentlig del av det hørbare frekvensområde. Her vil tverrspanningen bli mere fremtredende.

Den interne støy skyldes i vesentlig grad kapasitiv påvirkning mellom par i samme kabel. For vanlig tale og ved små signalspenninger er den neppe merkbar. Men når det gjelder overføring av ufiltrerte likestrømpulser med stort overtone-

innhold og signal spenninger av størrelsesorden 100 - 250 V, er den interne støy begrensende for transmisjonskvaliteten. Dette gjelder ved tradisjonell RCTC, pulsimpulserte blokk-telefonanlegg og enkelte fjernkontrollanlegg for kontakt-ledningsbrytere.

Overspenninger mellom leder-jord er i hovedsak forårsaket av likestrømpulserte overføringssystemer. Utladningstidskonstanten for en aktuell strekning kan gi en for lang utladningstid for likestrømsimpulsen. I denne perioden (før utladning har skjedd) kan et nytt signal (en ordre) føre til at overspenningslederne i CTC-utstyret tennes og brenner. Det samme kan skje hvis utladningstiden for den induerte langsspenning blir for stor. Dette kan rettes ved å begrense strekningen med likestrømsimpulser. Dette kan gjøres ved å dele opp parene, og derved få lavere induert langsspenninger og tverrspenninger.

3.1.2 Forstyrrelser på utstyr

Når det gjelder signalutstyret er det skjevspenningene mellom skinnene, som kan gi driftsforstyrrelser i sporfeltene.

Uriktig jording er tatt med her.

Skjevspenning kan oppstå bl.a. ved forskjellig avledning til jord fra de to skinnene til jord i et sporfelt eller ved ulik ledningsevne i skinnene ved dårlige skjøter.

I dobbeltisolerte sporfelte vil vi ved forskjellige strømmer i de to skinner få skjevspenninger som da oppstår i impedansspolene. Ved 20-30 V 16 2/3 Hz mellom skinnene vil impedansene og signaltrafo gå i metning. Derved vil impedansspolen sperre for signaler med en frekvens på 95-105 Hz. For returstrømmen vil den virke som en kortslutning mellom de to skinner. Derved mister man styringen med signalstrømmen i sporet.

Banestrøm, det vil si sum av skinnestrøm og jordstrøm, som utilsiktet kommer inn i svakstrøm- og signalutstyr og/eller som vil følge kabelmantel kan ødelegge utstyr slik at driften

hindres. Her må vi også være merksom på elementer i returstrømkretser som har for lav merkeverdi (sugetransformatorer, impedanser etc.), og som øker faren for vagabonderende strømmer.

Videre vil en manglende koordinering av isolasjon og jording for installasjoner langs sporet være årsak til feil og forstyrrelser. Ved å få en totalvurdering av de delsystemer som er tilknyttet sporet, vil man bl.a. bedre kunne styre eventuelle overspenninger i mot punkter/deler hvor overslag ikke betyr forstyrrelse på den ønskede funksjon.

Det samme gjelder jordinger. Det siste (f.eks. ved jording av en kryssende bro til en skinne) kan gi utilsiktede skjevspenninger i sporfeltene.

3.2 Anlegg som forstyrres

3.2.1 Signalanlegg

Signalanlegg kan inndeles i følgende typer anlegg:

SIKRINGSANLEGG

Tekniske anlegg som sikrer togbevegelser på stasjonsområder. Disse er i dag hos NSB stort sett relebaserte og bygges ut med kobberkabel. I nyere releanlegg er bl.a. rene styrefunksjoner uten krav til sikkerhet realisert ved hjelp av PLS (Programmerbare Logiske Styringer). Nye elektroniske anlegg vil i tiden fremover bli tatt i bruk i større grad og som erstatning for relebaserte anlegg. Optisk fiberkabel kan her være et alternativ til kobberkabel.

AUTOMATISK LINJEBLOKK

Tekniske anlegg som sikrer togfremføringen på linjen mellom stasjoner. Med linjeblokk kan også linjen deles i kortere strekninger for å utnytte linjen bedre kapasitetsmessig. Ved NSB er disse anleggene i dag realisert i releteknologi og med kobberkabel som transmisjonsmedie langs linjen, såkalt blokkabel. Nye elektroniske løsninger er nå tilgjengelige på markedet. Disse inkluderer bruk av optisk fiber som alternativt transmisjonsmedie. Implementering i NSBs nett krever derimot godkjenning.

CTC (FJERNSTYRING)

Tekniske anlegg for fjernstyring av stasjoner og strekninger. Disse anlegg finnes i to hovedtyper hos NSB: Relebasert CTC (R CTC) og Elektronisk CTC (E CTC). Begge systemer bygges ut med kobberkabel som transmisjonsmedie men benytter helt forskjellige prinsipper for transmisjon. Vi har også CTC basert på PLS, med fiberkabel som transmisjonsmedie.

VEGSIGNALANLEGG

Tekniske anlegg for å sikre planoverganger for vei. Disse anlegg er i dag realisert i releteknologi og benytter kobberkabel.

ATS (Automatisk TogStopp-system)

Anlegg som forhindrer feilaktig togpassasje av restriktivt signal. Anleggene er realisert med elektronikk og radio som transmisjonsmedie, og utgjøres av delsystemer både langs linjen og på rullende materiell.

3.2.2 Utstyr for teleanlegg

TRANSMISJONSUTSTYR

Utstyret benyttes for overføring av elektriske optiske signaler, for tele- og datakommunikasjon, samt for signal-systemer og fjernkontrollanlegg.

Dette omfatter både digitale og bærefrekvenssystemer tilkoblet parkabel og fiberoptisk kabel.

RADIOUTSTYR

Utstyret benyttes for radiokommunikasjon mellom driftspersonell og mellom togpersonell og togledelse. Radionettet er tilkoblet det kabelbaserte telenettet.

Radioutstyr omfatter vedlikeholdradiosystemet (VLR) og togradiosystemet (TLR), men derimot ikke geografisk begrensede systemer så som stasjonsradio og skifteradio. For VLR og TLR omfattes fast utstyr på basisstasjonene og mobile enheter, inkludert de i lokomotivene.

SENTRALER

Sentralene benyttes for svitsjing og ruting av tele- og data-trafikk.

Her vil vi ta for oss både analoge og digitale sentraler, linjesvitsjete og pakkesvitsjete.

BLOKKTELEFON

Dette er sikkerhetssystem som kan benyttes ved togframføring. Systemet gir mulighet for kommunikasjon mellom togleder og togpersonell.

Det eksisterer i nettet tre typer blokktelefonsystemer:

- det likestrømsimpulserte
- det toneimpulserte
- det helelektroniske

Systemene blir forstyrret av støy, og det likestrømsimpulserte forstyrrer andre systemer i kabelen.

Dette systemet omfatter hovedsentral, lokalsentral og utplasserte telefoner.

KABEL

Kabler benyttes som overføringsmedium for elektriske og optiske signaler.

Dette omfatter telekabel, både kobberkabel og fiberkabel, og kabel blant annet for blokkstyring og indikering.

3.3 Feilsymptomer og årsaker

3.3.0 Oversikt over feilsymptomer ut fra antatt årsak

Feilsymptomer angitt i det etterfølgende kan samles i følgende grupper:

- a) galvanisk påvirkning da "sender" og "mottaker" nytter de samme ledninger (rent fysisk). Dette kan bl.a. gi overspenninger pga. manglende tilpassing og jording mellom signaloverføringssystemer.

- b) induktiv/kapasitiv påvirkning pga. manglende tilpassing mellom signaltyper og signalspenninger i de forskjellige par i en kabel. Kan også betegnes som "intern støy".
- c) elektromagnetisk påvirkning fra bl.a. traksjonsmateriell og omformerstasjoner via kontaktledningsanlegg.
"Jordingssymmetri" sammen med stor prosent overharmoniske kan gi relativt store langsinduserte spenninger i kabelanlegg med dårlig reduksjonsfaktor.
- d) påvirkning fra vagabonderende strømmer. Disse kan vi få ved underdimensjonerte elementer i returkretsen og/eller ved lav motstand mellom jordingssystemer for signal-, telekommunikasjonsanlegg og kontaktledningsanlegg. Dette fordi vi mangler ofte koordinering av tiltak for ulike systemer.

3.3.1 Signalanlegg

SIKRINGSANLEGG OG LINJEBLOKK

Feil ved sikringsanlegg som kan skyldes påvirkning/forstyrrelser fra eksterne støykilder kan deles inn i følgende kategorier:

- A) Overspenninger direkte inn i anleggene via sporfeltforbindelser, strømforsyning eller andre kabler.

Symptomer: Ødelagte overspenningsvern, ødelagte komponenter, brann.

Denne typen feil oppstår som regel ved lynnedslag eller ved feil i faste tekniske anlegg som kortslutninger, ødelagte kobberforbindelser m.m.

B) Metning i en eller flere komponenter i sporfeltkretsen.

Årsaken er skjev avledning til jord fra skinnestrengene, herunder tilførsel/returtransformatorer, overdragstransformatorer og impedans-forbindelser (dobbeltisolerte sporfelt). Problemene øker med økning i banestrømmen. For dobbeltisolerte felt vil impedansspolene gå i metning før de andre komponentene. For enkeltisolerte sporfelt skyldes metningen stort spenningsfall i returskinnestreng.

Symptomer: Avfalte sporfeltreleer, driftsforstyrrelser.

C) Forstyrrelser i sporfeltene som skyldes overharmonisk støy.

Potensiell fare for falske tiltrekk av sporfeltreleer som medfører sikkerhetsfarlige feil.

Symptomer: Relevibrasjoner.

D) Forstyrrelser på anleggene som skyldes EMS (ElektroMagnetisk Støy).

Symptomer: Driftsforstyrrelser.

E) Induserte spenninger i (korte) signalkabler.

Symptomer: Driftsforstyrrelser, feilfunksjon, sikkerhetsfarlige feil ved feilttenning av signallamper.

For kategori A, D og E vil helt eller delvis elektroniske anlegg være mer sårbare enn relebaserte anlegg forutsatt at kobberkabel benyttes. Dette har bl.a. sammenheng med de spenningsnivåer og isolasjonsavstander som benyttes.

Dersom fiberoptikk benyttes som transmisjonsmedie vil problemet bli betraktelig mindre.

CTC (FJERNSTYRING)

De samme feiltyper og symptomer som for sikringsanlegg og linjeblokk gjelder også her. Den vesentligste feiltype (gjelder kun R-CTC) er at den induuerte langsspenning i svakstrømskabelen blir så høy at den sammen med likespenningspulser fra R-CTC gir overspenninger med betydelig amplitude og varighet ved høy banestrøm.

Symptomer: Driftsforstyrrelser, ødelagte overspenningsvern.

VEGSIGNALANLEGG

Ingen kjente symptomer ut over kategori A).

ATS (Automatisk TogStopp-System)

Ingen kjente symptomer utover kategori A), D) og E).

OPPSUMMERING

Generelt

De største problemene knyttet til påvirkning fra banestrøm på signalanlegg er i dag metning i sporfeltekretsens komponenter. Det er også problemer med CTC-overføringer på baner med høytrafikk i forbindelse med likestrømsoverføring på gammel kabel.

BANEPRIORITET 2-STREKNINGER

Dovrebanen

Lillestrøm - Eidsvoll

Eidsvoll - Hamar - Lillehammer

Disse strekningene har signalanlegg (både sikringsanlegg og Returledning

CTC) av en slik alder at det kan være aktuelt med utskifting i perioden før en eventuell utbygging av returledning. Strekningen vil bli revidert/oppgradert i forbindelse med OL-utbyggingen.

Lillehammer - Dombås - Trondheim

Redusere sporfeltlengdene, særlig på strekningen Lillehammer - Dombås. Også denne strekningen vil nå utskiftingsalder i perioden. Det vil kunne bli nødvendig med tiltak for å immunisere CTC-anleggene og forbedre sporfeltene.

Moss - Sarpsborg - Kornsjø

Strekningen Moss - Fredrikstad er under utstyring med returledning. Signalanleggene på strekningen Moss - Kornsjø vil sannsynligvis ikke bli utskiftet i den aktuelle periode. Det er problemer, særlig vedrørende midtmating av sporfelter.

Asker - Drammen - Hokksund - Hønefoss

Denne strekningen er ikke aktuell for utskifting pga. alder. Det er problemer, særlig med for lange sporfeltlengder Hokksund - Hønefoss.

Hønefoss - Bergen

Hele denne strekningen er bygget ut med ECTC og med sporfelt tilpasset TBS. Ytterligere tiltak ansees ikke nødvendig. Det er særlig problemer vedrørende sporfelter.

Egersund - Stavanger

Det er problemer pga. likestrømsimpulsert RCTC og lange sporfeltlengder på deler av strekningen.

Vestfoldbanen

Som for Egersund - Stavanger.

3.3.2 Teleanlegg

GENERELT

Symptomene i utstyret er forårsaket av støy i kabel og/eller direkte strålet elektromagnetisk støy forårsaket av bane-strømmen eller av annet elektronisk utstyr.

TRANSMISJONSUTSTYR (INKLUDERT TOGTELEFONSAMBAND OG BANETELEFONER)

Systemer som bruker optiske fiber som transmisjonsmedium er ikke utsatt for generende støy.

For de etablerte strekninger overholder NSB de internasjonale kvalitetskrav satt i CCITT Rec. G 821.

De digitale systemer som benytter parkabel som transmisjonsmedium overholder ikke de krav som er satt i overnevnte rekomendasjon eller som er nødvendig for datakommunikasjon.

Dette skyldes støy som er generert i kabel, både indusert og intern støy.

Støyen i disse kablene er så generende at man i NSB har besluttet at digitale PCM-systemer på parkabel ikke skal benyttes unntatt i de tilfeller der ingen andre alternativer foreligger. Togtelefon/banetelefon sambandene er også påvirket av støy og dårlig kvalitet (hørbare kval. forringelser). Dette skyldes generelt generert støy.

RADIOUTSTYR

Radiosystemene benytter kabelnettet som forbindelse mellom basisstasjonene. De forbindelsene er forstyrret av intern støy i kabelen. Talesambandene er i verste tilfellene helt blokkert, dvs. signal/støyforhold tilnærmet lik 0.

Virkingen av forstyrrende induerte langsspenninger er redusert ved bruk av skilletrafoer på paret.

Høyfrekvent EMC stråling har innvirkning på datasambandet på radioforbindelsen mellom basisseksjonen og mobile radioenheter. Målinger for å kvantifisere forringelsen er ikke gjennomført.

Ellers er jording til skinner i tunnelene et problem for radioutstyret, samt overspenninger i returstrømkretsen. Dette krever en grundig planlegging av oppdeling og jording av antennekabel og radioanlegget.

SENTRALER

Sentralene er knyttet sammen via 2 M bit/s forbindelser som overføres via transmisjonsutstyr.

Vedrørende abonnentforbindelsene er disse forstyrret av intern støy i kabelen.

BLOKKTELEFON

Blokktelefonsystemet blir forstyrret av induert støy, og den likestrømsimpulserte blokktelefonen forstyrrer andre systemer.

KABEL

Feilsymptomer i kobberkabelen vil være induerte langsspenninger (16 2/3 Hz) og tverrspenninger mellom lederne i paret som skyldes "høyfrekvente" langsspenninger, samt krysstale som forårsakes av andre interne forstyrrende signaler i kabelen. Se for øvrig kapittel 3.1.1.

De strekninger vi har kabel med blymantel vil induksjonsstøyen være størst. Dette gjelder strekningene:

- Lillestrøm - Hamar
- Lillestrøm - Magnor
- Hokksund - Hønefoss
- Sira - Egersund

OPPSUMMERING

Generelt

Intern impulsstøy er dominerende årsak til driftsproblemer på NSBs sambandsnett. Driftsforstyrrelser som skyldes induksjon fra kontaktledningen er mest dominerende på de strekninger der det ligger blymantlet kabel.

Feil på teleanlegg er ikke systematisk registrert. Det betyr at det ikke er mulig i ønskelig grad å "dokumentere" størrelsen av problemer. Et feilregistreringssystem er først etablert fra og med 1991.

Lillestrøm - Eidsvoll

På strekningen ligger det en blymantlet kabel som ble lagt 1952-53.

Kabelen er så dårlig at det stadig oppstår driftsfeil på strekningen. I 1989 ble det forsøkt etablert et 2 M bit/s systemet på kabler. Dette ble ikke vellykket da det ble for mye forstyrrelser på kabelen.

I og med at det er en blymantelkabel som benyttes er det å anta at induserte spenninger er store, men hovedårsaken til problemene er kabelens fysiske kvalitet og intern støyspenninger fra andre systemer. Dette vurdert ut fra målinger utført på tilsvarende kabel på strekningen Oslo - Lillestrøm. Se bilag 3.3.2 og bilag 3.3.3.

Moss - Sarpsborg - Kornsjø

På strekningen ligger det en aluminiumsmantlet kabel i fra 1971-74.

Feilsystemer på strekningen forstyrrelser på analoge og digitale telesamband som ikke oppnår de kvalitetkrav som er nevnt i kap. 5. Dette har sin årsak i intern støy i kabelen.

Andre feilsymptomer er direkte kabelskader. Disse kan ha sin årsak i vagabondende strømmer i fra returkretsen.

Drammen - Tønsberg - Skien (Vestfoldbanen)

På strekningen ligger det blymantlet kabel som ble lagt i midten av 1950-tallet.

Feilsymptomer på strekningen er forstyrrelser på analoge og digitale telesamband som ikke oppnår de spesifiserte kvalitetsnormer. Dette gjelder særlig togtelefon- og blokk-telefonsamband.

I og med at det benyttes en blymantlet kabel vil vi anta at feilene har sin årsak i en kombinasjon av intern og indusert støy i kabelen.

Andre feilsymptomer er direkte systembrudd som har sin årsak i direkte fysiske kabelskader og vagabondende strømmer.

Drammen - Hokksund - Hønefoss - Bergen

På strekningen Hønefoss - Bergen ligger det en aluminiumsmantlet kabel som er lagt i begynnelsen av 1960-tallet og i begynnelsen av 1980.

Bergensbanen er en av de strekningene som kvalitetsmessig er dårligst.

Dette har sin årsak i vanskelige jordingsforhold og intern støy i tillegg til at det på strekningen Haugastøl - Finse er en 16 kV 16 2/3 Hz forbigangsledning som ved visse situasjoner støyer inn på NSBs kabelnett.

Det har også vært store problemer med å få våre radioanlegg i tunnelen (Trollkona) til å fungere. Dette har sin årsak i at overspenninger i fra returstrøm kommer inn i radioanlegget.

På strekningen Drammen - Hokksund - Hønefoss benyttes en aluminiumsmantlet kabel som er lagt i begynnelsen av 1960-tallet.

Generelle internstøyproblemer gjelder også på denne strekningen.

Egersund - Stavanger

På strekningen er det etablert i 1956/57 et kabelnett bestående av blymantlet kabel.

Feilsymptomer på strekningen er forstyrrelser på analoge og digitale telesamband som ikke oppnår de spesifiserte kvalitetsnormer.

Dette antas å ha sin årsak i, i og med det benyttes blymantlet kabel, i høye induuerte spenninger samt intern støy på strekningen. Se bilag 3.3.4.

Bilaget viser hvordan overspenningsavledere kortslutter ved visse nivåer på banestrømmen.

Eidsvoll - Hamar - Dombås - Trondheim

På strekningen Eidsvoll - Hamar ligger det en blymantlet kabel som ble lagt i begynnelsen på 1950-tallet.

På strekningen er det store driftsforstyrrelser dels på grunn av induert og intern støy, men også på grunn av kabelens fysiske beskaffenhet.

Det ble forsøkt etablert ut 2 M bit/s system på parkabel på strekningen, men dette lyktes ikke pga. støy.

Mellom Hamar og Trondheim ligger det en aluminiumsmantlet kabel som ble lagt i midten av 1960 tallet. På denne strekningen greier man heller ikke å avholde de nevnte krav til telesamband. Dette antas å skyldes intern støy i fra RCTC.

4 GJENSTÅENDE LEVEALDER

4.1 Signalanlegg

SIKRINGSANLEGG, LINJEBLOKK OG CTC.

Det vises til bilag 4.1, side 1-8, med oppgave over typer og alder for sikrings- og CTC-anlegg ved NSB aktuelle baner.

Generelt regnes 30 år som teknisk levealder for signalanlegg, men fornyelse har bare i liten utstrekning blitt gjennomført ved denne grensen.

For alle hovedstrekningene gjelder det at utbygging av sikringsanlegg, linjeblokk og CTC stort sett har skjedd samtidig. Unntakene er enkeltstående, gjerne større, stasjoner, som kan ha anlegg som er vesentlig eldre enn anleggene på resten av strekningen. I visse tilfeller kan aldersforskjellen ha vært så stor at anleggene allerede er fornyet (f.eks. Oslo S, Drammen og Trondheim). De eldste anleggene finnes på Narvikbanen, men disse har nylig blitt grundig gjennomgått og delvis fornyet, slik at det neppe er aktuelt med øyeblikkelige tiltak her.

De øvrige banestrekninger vil nå 30 års alder i løpet av 90-årene; Østfoldbanen (Ski - Kornsjø) og Gjøvikbanen først noen år etter 2000.

De sist bygde strekninger: Hønefoss - Bergen
Oslo - Ski

ATS-ANLEGG

ATS-anleggene er bygget ut uavhengig av anleggenes alder på alle hovedstrekninger i løpet av 80-årene. Arbeidet følges opp med ATS-utstyr på alle nye anlegg på hovedstrekningene.

VEGBOMANLEGG

Utbygging av vegsikringsanlegg har stort sett skjedd uavhengig av annen utbygging på grunnlag av lokale behov. I dag er offentlige og en del private overganger sikret. Det er foreløpig ingen planer om fornyelse eller utskifting, anleggene følges opp og tekniske forbedringer er i stor utstrekning gjennomført på alle anleggene.

4.2 Teleanlegg

I henhold til leverandøren spesifikasjoner og garanti kan vi generelt si at teleutstyr har en teknisk levealder på 20 år men kabelen har en teknisk levealder på 25 - 35 år avhengig av anleggstype. Teknisk levealder er igjen avhengig av de funksjonelle krav som settes og kvalitet på disse.

Den reelle økonomiske levealder har vi definert som det tidspunkt i anleggets levetid der det er økonomisk gunstig å skifte ut anlegget fordi anlegget

- påføres store vedlikeholdsutgifter
- medfører viktige funksjonsbegrensninger.

Teknisk økonomisk levealder på baneprioritet 2-strekninger er vist i bilag 4.2, side 1-5.

5 TILTAK FOR Å ØKE IMMUNITETEN

5.0 Generelt

For å kunne vurdere tiltak for å øke immuniteten må vi bestemme hvilke kvalitetsnormer vi skal "legge" oss på. Det må defineres kvalitetskriterier for de "forstyrrede" anlegg og de anlegg som påvirker. Dette definert ved kvalitet og/eller prosentvis tilgjengelighet.

En forutsetning for tiltakene har vært at kvaliteten på signal- og teleanlegg høynes, men under forutsetning av at størrelsen på banestrømmen ikke blir vesentlig høyere enn dagens nivå. Det henvises til kapittel 1.

5.1 Signalanlegg

5.1.1 Dagens situasjon

Så vidt det er brakt på det rene finnes ingen tallfestede, tekniske krav til trafikkkvalitet ut over regularitetskravene:

80 % av nattog og regiontog	<	5'	forsinket
85 % av ekspresstog	<	5'	"
90 % av IC-tog	<	5'	"
90 % av lokaltog	<	3'	"
80 % av godstog	<	15'	"

Disse kravene er som kjent ennå ikke oppfylt, slik at en må regne med krav om forbedring.

Statistikken over forsinkelser med angivelse av årsaker for persontrafikk 1990 er gjennomgått og utdrag finnes i bilag 5.1.1.

Denne statistikken viser at den overveiende årsak til forsinkelser er driftsmessige forhold. Selv om statistikken ikke gir noen eksakt opplysning om forholdet mellom de

forskjellige årsakssammenheng, gir den likevel grunnlag for enkelte slutninger.

Av den totalt målte forsinkelse skyldtes bare 7,6 % signalanlegg. En nærmere gjennomgåelse av statistikken viser at bare ca. 25 % av feil ved signalanlegg kan være forårsaket av forstyrrelser fra kontaktledningen. Slike feil inntreffer vesentlig ved sporfelter og i CTC-utstyr.

Statistikken er ikke slik utformet at den gir mulighet for vurdering av feilfrekvens i avhengighet av trafikkens størrelse. Men i tidligere feilstatistikk for signalanlegg er det gjort beregninger for å skaffe sammenlignbare tall for feilfrekvens i de forskjellige distrikter. Alle anlegg er regnet om til "2-spors anlegg" og det er regnet ut antall feil pr. anlegg.

Bilag 5.1.2 og 5.1.3 viser tallene for 84 og 85. Det fremgår av tallene at det ikke er noen tydelig tendens til at de sentrale distriktene skiller seg ugunstig ut, selv om tallene for Oslo distrikt ligger en tanke over for en del rubrikker.

5.1.2 Tiltak signalanlegg - kortsiktige/langsiktige

GENERELT

De viktigste opplegg for vedlikehold og sikring av sikringsanleggenes funksjon er:

TBS 4-00-2: Rapportssystem for feil i sikringsanlegg og

TBS 4-90-4: Vedlikehold av sikringsanlegg. Instruks.

Vedlikeholdsopplegget etter TBS 4-90-4 er nå innført over hele landet, men enda er systemet ikke fullt gjennomført når det gjelder inspeksjonshyppighet og hurtig utbedring av påpekte svakheter.

I tillegg til strategiplanens målsetting om 2 % bedring av effektiviteten er det spesielt for sikringsanlegg forutsett en reduksjon av feilfrekvensen på 10 % pr. år. Det er grunn til å tro at grunnlaget for tilstrekkelig hurtig feilretting/vedlikehold da vil være tilstede.

Driftsikkerheten ved signalanlegg er i stor grad avhengig av det utvendige anlegg: signaler, sporvekseldrivmaskiner og sporfelter.

Deres funksjon er i sin tur sterkt avhengig av tilstanden i deler av infrastrukturen som ikke direkte hører til signalanleggene slik som skinnegang med sporveksler, vegoverganger og returstrømkretsen for kontaktledningen.

Brudd eller svake forbindelser i returkretsen har i en rekke tilfeller ført til branner i kabelinntak og -avslutninger, som har skadet både sikringsanlegg og teleanlegg. Dette har igjen ført til avbrudd både i telesamband og i fjernstyring som sikringsanlegg og kontaktlednings-brytere/omformere.

En gjennomgang av budsjett/regnskap for 91 viser at av en total styrke på ca. 135 mann er ca. 28 årsverk anvendt i beredskapstjeneste. Det vises til bilag 5.1.4. Beredskapsinnsatsen er sterkest i Region Øst, dette kan være en forklaring på at forsinkelsene er tilsynelatende uavhengig av trafikkens størrelse.

Med den forholdsvis begrensede virkning signalfeil har på toggangen i følge denne statistikken og den forholdsvis kostbare beredskapstjenesten, synes det som det er lite å oppnå ved forsterket beredskap eller ved økt vedlikeholdsinnsats.

CTC-ANLEGG

For relebasert CTC er svakheten impulseringen med likestrømpulser som både er langsom og dessuten overskrider de spenningskrav som gjelder for telekabler. På enkelte strek-

ninger med blymantelede telekabler er det dessuten problemer med forstyrrelser fra banestrømmen.

Alderen på eksisterende RCTC-anlegg varierer sterkt, men de eldste er økonomisk/teknisk modne for utskifting og er tatt med i B's strategiske plan. For nyere anlegg, da særlig i Østlandsområdet ligger fornyelsen så langt fram i tid at det kan bli aktuelt med tiltak for å forbedre forholdene tidligere.

RCTC-systemet har en løsning med tonefrekvensoverføring til fjernere strekninger, som vil redusere påvirkningen fra banestrømmen. Med våre kabler ligger den tekniske rekkevidde ved bortimot 140 km, og systemet er lite benyttet. Dessverre er slikt utstyr ikke lenger i produksjon, så det må i tilfelle lages av Engineering eller nye løsninger benyttes. En mulighet er en løsning tilsvarende den som er benyttet for OL-utbyggingen på strekningen Hamar - Eidsvoll. Her er det planlagt en utbygging av PLS-basert CTC og tilpasning av stasjonenes understasjoner.

SIKRINGSANLEGG OG LINJEBLOKK

Sporfelter

Enkelt/dobbelt-isolerte felt

For stasjonenes ytre felter (feltene mellom innkjørhovedsignal og krysningssporveksel) er det allerede prinsippavgjørelse på ombygning til dobbeltisolert sporfelt. Tiltaket er stort sett avsluttet, men noe gjenstår, særlig i Region Øst. Fullføring av dette tiltaket er et spørsmål om prioritering, og bør fullføres uavhengig av tiltak for returledning.

Lange sporfelter

Eldre sporfelter ble ofte utført over vesentlig større lengder enn dagens normer. Dette gjelder flere strekninger, strekningen Eidsvoll - Lillehammer er gjennomgått i forbindelse med OL-utbyggingen, og vil bli rettet forbedret i den forbindelse. For øvrig bør en slik gjennomgåelse foretas for alle aktuelle baner.

KABLER

Kabler for sikringsanlegg

Kabler for signalanlegg kan deles i to grupper:

- a. Kabler for CTC-anlegg
- b. Kabler for sikringsanlegg og aut. linjeblokk.
 - a. Den egentlige fjernstyring benytter som regel kanaler i tele-nettet. Andre funksjoner, som blokkstyring og blokk-indikering går i eldre anlegg også i tlf-kabler, men i nyere anlegg er det lagt egne blokkabler for disse, for blokk-indikering som regel tlf-kabler.

Blokkablene inneholder i tillegg strømforsyning for sporfeltene på blokkstrekningene.

I den utstrekning disse forbindelsene går i egne kabler betraktes de som kabler for sikringsanlegg.
 - b. Kabler for sikringsanlegg er lokale kabler, og feil får vesentlige konsekvenser for toggangen ved større stasjoner og forgreningsstasjoner.

Under dagens forhold er kabellengdene så korte at det ikke er grunnlag for spesielle tiltak, men gjennomføring av høyere hastigheter vil uten innføring av ny teknikk føre til vesentlig lengre kabler og dermed muligheter for forstyrrelser. Det bør vurderes innføring av optisk kommunikasjon også for slike

lokale forbindelser i fremtidige signalanlegg (jf. DSBs linjeblokksystem basert på fiberkabel).

Sikring av inntak til relehus

Som følge av brannen i relehuset på Ski st. ble det utarbeidet forskrifter for innføring av kabler til relehus for sikrings- og teleanlegg. Dette er tiltak som må følges opp uavhengig av om det etableres returledning, og utgiftene til dette er ikke tatt med i denne utredningen.

En prioritert oppgave må være å gjennomføre en kritisk vurdering og utbedring av disse forholdene for de kritiske linjene (se også avsn. 4.0.2).

VEGSIGNALANLEGG

Eldre anlegg ble utført med likestrømsporfelter med isolerte skjøter. På de aktuelle baneprioritet 2-strekningene er disse skiftet ut med 10 og 50 kHz-felter uten isolerte skjøter, stort sett i forbindelse med skinnebytte.

På stasjoner hvor planovergangene ligger i nærheten av sporveksler, lar høyfrekvensfeltene seg ikke avstemme og avgrense nøyaktig nok. Bortsett fra slike felt bør utskifting gjennomføres. Det er ikke foretatt noen beregning av kostnadene for dette.

5.1.3 Kostnadsoverslag

Immunisering av CTC-overføringene

Pga. produksjonsstopp for systemets tonefrekvensoverføring er det bare regnet med å anvende Pls-basert CTC-styring som kortsiktig løsning. Tonefrekvensutstyr vil imidlertid kunne produseres av Engineering etter nærmere avtale.

Ut fra tilbudene på strekningen i Eidsvoll - Hamar i forbindelse med OL-utbyggingen er det beregnet omkostninger for en tilsvarende tilpasning for de øvrige eldre CTC-strekningene.

Tiltak ved lange og midtmatede sporfelt

Kostnadene ved oppløsning av midtmatede sporfelt og tilpasning av sporfeltenes lengde er grovt anslått pr. blokkstrekning slik:

1. Fjerne midtmating uten andre tiltak:	kr 35 000
2. Avkorting av lange sporfelt (2 til 3)	kr 110 000
3. Kombinasjon av begge deler	kr 145 000

5.1.4 Tiltak på baneprioritet 2-strekninger

Lillestrøm - Eidsvoll

Strekning	Kostnad	Kort-/ langsiktig	Kommentar
- Avkorte sporfelter	2 200'	K	Utføres i forb. med OL
- Immunisere CTC-komm.	3 800'	L	Utføres i forb. med OL

Moss - Sarpsborg - Kornsjø

Strekning	Kostnad	Kort-/ langsiktig	Kommentar
- Oppløse midtmating	900'	K	
- Immunisere CTC-komm. (Fr.stad - Kornsjø)	4 000'	L	Returledn. Moss-Frstad.

Vestfoldbanen

Strekning	Kostnad	Kort-/ langsiktig	Kommentar
- Avkorte sporfelter	3 800'	K	
- Immunisere CTC-komm.	5 700'	L	

Drammen - Hokksund - Hønefoss

Strekning	Kostnad	Kort-/ langsiktig	Kommentar
- Avkorte sporfelt	2 000'	K	
- Immunisere CTC-komm.	3 800'	L	

Returledning

Egersund - Stavanger

Strekning	Kostnad	Kort-/ langsiktig	Kommentar
- Avkorte sporfelt	900'	K	Delvis gjort
- Immunisere CTC-komm.	4 900'	L	Inngår i Strat. plan

Eidsvoll - Hamar - Lillehammer

Strekning	Kostnad	Kort-/ langsiktig	Kommentar
- Avkorte sporfelt	4 500'	K	Inngår i OL- utbygg.
- Immunisere CTC-komm.	5 700'	L	Inngår i OL- utbygg.

Lillehammer - Dombås

Strekning	Kostnad	Kort-/ langsiktig	Kommentar
- Avkorte sporfelt	4 500'	K	
- Redusere spenning over isolerte skinneskjøter			
- Immunisere CTC-komm.	4 300'	L	

Dombås - Støren - Trondheim

Strekning	Kostnad	Kort-/ langsiktig	Kommentar
- Avkorte sporfelt	5 400'	K	
- Immunisere CTC-komm.	6 300	L	

Returledning

5.2 Teleanlegg

5.2.1 Kvalitetsnormer - teleanlegg

Teleutstyr/kabel	Kvalitet	Tilgjengelighet	Kommentarer
Transmisjonsuts. - fiber	BER=10 ⁻⁹	99.7 %	Ikke relevant
- parkabel	Ber=10 ⁻⁸	99.5 %	
Radioutstyr - VLR	S/N=40dB		
- TLR	S/N=40dB		
Sentraler			
Blokktelefon	S/N=40dB	99.8 %	
Kabel	Tv.sp=0.5mV Lang.sp.=		

5.2.2 Tiltak teleanlegg - kortsiktige/langsiktige

GENERELT

For å oppnå den kvalitetsnormen som er satt vil det bli foreslått kortsiktige og langsiktige tiltak som omfatter utstyrutskiftninger, systemendringer og også tiltak vedrørende drift- og vedlikeholdsrutiner. Dette vurdert uten å ta hensyn til om en eventuell returleder vil ha bedret situasjonen. Det må imidlertid vurderes ved kostnadsberegninger og i konklusjonsvurderingene. Prioritering av tiltakene må også gjøres ved trekking av konklusjonene.

OPPSUMMERING

Konklusjon - tiltak

- En vurdering med det mål å gi retningslinjer for jording av elektrotekniske anlegg må gjennomføres.
- Kabler med blymantel må skiftes ut.
- Det må gjennomføres en systematisk bruk av skilletrafoer på parene.
- Systemer som gir intern støy i parkablene må systematisk skiftes ut og det må ikke innføres nye.
- Hyppigheten av skinnebrudd forårsaker strøm på avveier og dermed kabelskader. Den må reduseres.

5.2.3 Kostnadsoverslag

Kostnadsoverslagene innbefatter materialkostnader, planlegging/prosjekteringskostnader og personalkostnader (anlegg). Beregningene er utført med nøyaktighet +/- 20 %. Kostnadsberegningene er utført for de aktuelle banepri. 2-strekninger og gjengitt i pkt. 5.2.4.

5.2.4 Konklusjon baneprioritet 2-strekninger

Aktuelle tiltak på baneprioritet 2 strekningene for å tilfredsstille tekniske krav og normer.

Lillestrøm - Eidsvoll

Tiltak	Kostnad	Kort/lang- siktig	Kommentarer
- Utskifting av blymantlet parkabel	11 000'	K	Pga. kabelens alder må dette gjøres uansett returleder
- Utskifting av like- strøms blokktelefon	2 100'	K	Gjøres i 1991
- Utbygging av fiber- kabelnett iht. "Nytt kabelnett konsept" (NKK)	(14 000')	L	Bruk av par- kabel er unødvendig
- Skilletrafoer/over- spenningsvern	300'	K	

Moss - Sarpsborg - Kornsjø

Tiltak	Kostnad	Kort/lang- siktig	Kommentarer
Skilletrafoer/over- spenningsvern	300'	K	
Utbygging av fiberkabel- nett iht. NKK	(30 000')	L	

Drammen - Tønsberg - Skien

Tiltak	Kostnad	Kort/lang- siktig	Kommentarer
- Utskiftning av bly- mantlet parkabel	32 000'	K	Pga. kabelens alder må dette gjøres uansett bruk av retur- ledning. Fiberkabel legges sam- tidig med par- kabel
- Skilletrafoer/over- spenningsvern	300'	K	
- Utbygging av fiber- kabelnett iht. NKK	(50 000')	L	Sees i sammen- heng med par- kabelutbygging

Drammen - Hokksund - Hønefoss - Bergen

Tiltak	Kostnad	Kort/lang- siktig	Kommentarer
- Utskiftning av like- strøms blokktelefon, Drammen-Hokksund	2 000'	K	Uavhengig av returlednings- utbygging
- Skilletrafoer, over- spenningsvern jordingstiltak	2 000'	K	
- Utbygging av fiber- kabelnett iht. NKK	(100 000')	L	Sees i sammen- heng med fiber- kabel utbygging i 91-98

Egersund - Stavanger

Tiltak	Kostnad	Kort/lang- siktig	Kommentarer
- Utskiftning av bly- mantlet kabel	7 500'	K	Pga. kabelens alder må dette gjennomføres uansett retur- leder. Sees i sammenheng med fiberkabelut- bygging
- Utskiftning av like- strømsblokktelefon	1 000'	K	Gjøres i 91-93
- Skilletrafoer/over- spenningsvern	300'	K	
- Utbygging av fiber- kabelnett iht. NKK	(15 000')	L	Sees i sammen- heng med kabelut- byggingen

Eidsvoll - Hamar - Dombås - Trondheim

Tiltak	Kostnad	Kort/lang- siktig	Kommentarer
- Utskiftning av bly- mantlet parkabel, Eidsvoll - Hamar	34 000'	K	Gjøres i for- bindelse med OL
- Utskiftning av like- strøms blokktelefon, Eidsvoll - Hamar Og Hamar - Lillehammer, Dombås - Trondheim	10 000'	K	Eidsvoll-Hamar gjøres i for- bindelse med OL
- Skilletrafoer/over- spenningsvern	500'	K	
- Utbygging av fiber- kabelnett iht. NKK	(100 000')	L	

6 TILTAK FOR Å REDUSERE FORSTYRRELSER

6.0 Sammendrag

Etter en oversikt over begreper og defineringer, har vi i et eget punkt inndelt feilsymptomene i 4 grupper. Kravene til signal- og telekommunikasjonssystemene er tatt med i punkt 6.3.

Punkt 6.4 omfatter både kortsiktige og langsiktige tiltak. Ved vurdering av disse kommer naturlig spørsmålet om en inndeling av NSBs nett i soner. Det er ikke snakk om å variere på kvalitetskravene til signalanlegg. Spørsmålet blir mere aktuelt når vi ser på kapasiteten. Forøvrig må punkt 6.4 leses i sammenheng med punkt 5 og 7.

6.1 Innledning - begreper og definisjoner

Med begrepet kortsiktig tiltak menes her tiltak som med liten ressursinnsats hindrer feilfunksjon eller funksjonsbortfall i signal- eller telekommunikasjonssystemer. Tiltakene er av prinsipiell karakter og/eller må tilpasses geografiske forhold som lavland, høyfjell, tunneler etc. og driftsmessige forhold på vedkommende strekning som f.eks. bruk av tyristormateriell. Videre må de foreslåtte tiltak vurderes ut fra akseptbar begrensning i den ønskede funksjon (funksjonsminsking). Her vises til punkt 6.3 "Normer og krav".

Vi har nyttet følgende begreper:

- Påvirkningsstørrelse: En elektromagnetisk størrelse, som kan ha en uønsket innflytelse eller påvirkning i en elektrisk innretning.
(Størgrøsse)
- Påvirkningskilde: Der hvor påvirkningsstørrelsen oppstår.
(Størquelle)
- Forstyrrelsesmottaker: Det område innenfor et system eller kobling hvor påvirkningsstørrelsen virker. Vi kan også si virkningsområdet for påvirkningsstørrelsene.
(Størsenke)
- Forstyrrelsesfasthet: Evnen i en elektrisk innretning til å motstå påvirkningsstørrelser av en bestemt størrelse uten feilfunksjon.
(Størfestighet)
- Funksjonsforstyrrelse: Uønsket begrensning av den funksjon som er tillagt en innretning.
(Funktionsstörung)
- Funksjonsminsking: Eventuell akseptert begrensning av/i en innretnings funksjon.
(Funktionsminderung)
- Feilfunksjon: En forbigående ikke akseptert begrensning av/i en innretnings funksjon.
(Fehlfunktion)
- Funksjonsbortfall: Blivende begrensning av/i en innretnings funksjon.
(Funktionsausfall)

6.2 Forslag til tiltak

Etterfølgende punkter er satt opp i uprioritert rekkefølge.

6.2.1 Teletransmisjon

Her er også signaloverføring for CTC, blokktelefonsystemer, kontakledningsbrytere, matestasjoner, kondensatorbatterier medtatt.

Målet er å koordinere signaltyper og -spenninger med å minimalisere gjensidig påvirkning mellom de forskjellige par slik at påvirkningen fyller kravet til forstyrrelsesfasthet.

6.2.2 Signalsystem

Isolasjonsnivået til/i utstyr koblet til sporet må legges på en akseptabelt verdi. 300 V burde være en verdi ved hardt belastede baner.

For CTC-anlegg bør kabler med bedre reduksjonsfaktor nyttes. Se også punkt 6.4.1 siste avsnitt.

For sporfeltene hvor skjevspenningen er hovedproblemet, må bl.a. jordinger koordineres. Se også punkt 6.4.3 Jordinger og 6.4.4 Returstrømkretsen.

6.2.3 Jordinger

Her må det skilles mellom driftsjord og beskyttelsesjord. Skinnene er som kjent driftsjord for returstrømmen og beskyttelsesjord ved gjenstander som er plassert nær sporet.

I våre signalanlegg blir reservestrømtransformatorene jordet til skinne samt til spyd eller brakettfot. Videre er det under hvert relehus et jordingsnett. Hva dette prinsipp betyr for

vagabonderende strømmer er ikke analysert. Men det er all mulig grunn til å si at der vi har reservestromtransformatorer og enkeltisolerte sporfelte bør det nyttes returledning.

Derved vil returstrømmer bli ledet forbi et enkeltisolert sporfelt. Det løser imidlertid ikke problemet med returstrøm som kommer fra traksjonsmateriell som kjører over eller starter på en stasjon (dvs. der vi har enkeltisolerte sporfelt).

Jordinger av kontaktledningsmaster har stor innvirkning på avledning fra skinne til jord. Ved NSB er det bare på ca 10 % av strekningene vi har stålmast som er isolert fra fundament. Svenske målinger sier at avledningen fra en skinne til jord ligger mellom 0.0004 S/km og 0.143 S/km hvis skinnen ikke er forbundet med kontaktledningsmaster. Når vi har denne forbindelse øker avledningen. Den vil da ligge mellom 0.02 S/km og 2.86 S/km. Til sammenligning er det i de samme målinger angitt en antatt verdi på maksimalt 0.5 S/km mellom skinnen, hvis vi ikke har sporveksler.

Disse tallverdier sier at det generelt bør nyttes isolerte jordledninger ved alle de enheter som skal ha beskyttelsesjord.

6.2.4 Returstrømkretsen

Det vises til punkt 7 hvor det er gitt en mere omfattende bakgrunn for de etterfølgende anbefalinger.

Sugetransformatorer i overgangen mellom enkeltisolerte og dobbeltisolerte sporfelt bør flyttes, eller sporfelte dobbeltisoleres.

Videre bør det som generell regel innføres returledning over/forbi enkeltisolerte sporfelt. På flere strekninger er sugetransformatorer og impedansspoler for lavt dimensjonert. Dette gir for store vagabonderende strømmer.

6.2.5 Tiltak i returstrømkretsen

Disse er ordnet etter kapittel 1, dvs. etter "problemprioritet" og baneprioritet 2-strekninger.

TILPASSING AV KOMPONENTER I RETURKRETSEN TIL REELL BELASTNING

Den foreslåtte utskifting vil også ha betydning for spenningsfallet fra matestasjon til belastning. Det forutsettes brukt sugetransformatorer 600/600 (A). Det samme for impedansspolene.

I overslaget er det nyttet enhetspris på kr 140 000 pr. punkt. Dette omfatter sugetransformator med tilhørende impedansspoler (2 stk.) samt bryterskap, alt ferdig montert. (Ex. isolerte skjøter). Ved å skifte annenhver fåes 23 500 (kr/km).

Strekning	Antall km	Kostnad (1 000 kr)
Lillestrøm-Eidsvoll	46,5	1 100
Fredrikstad-Kornsjø	76	1 800
Drm.-Tønsb.-Skien	154	3 600
Drm.-Hokksund	(18)	(Her er det gjort)
Hokksund-Hønefoss	54	1 300
Hønefoss-Haugastøl	185	4 400
Myrdal-Bergen	136	3 200
Egersund-Stavanger	74	1 750
Eidsvoll-Hamar	59	1 400
Hamar-Dombås-Tnd	427	10 050
Sum	1 212	28 600

BEDRE KONTROLL AV BANESTRØMMENS RETURKRETS

Kontrollen omfatter reelle rutinemålinger av isolerte skjøter både ved sugetransformatorene og mellom sporfeltene. Videre sjekk av koblingspunkter. Her bør en mann ved hvert utrykningssted bli tillagt ansvaret for dette arbeid. Vedkommende plikter da å melde fra ved enhver tilstandsending - både "oppover" og "nedover".

BYGGING AV RETURLEDNING

Kostnad pr. km er mellom 200 000 kr og 340 000 kr, avhengig av kostnader for nye master og fundament. Vi regner at enhetsprisen på 300 000 kr/km gir en dekkende kostnad innenfor eller med den nøyaktighetsgrad som skal brukes ved et forprosjekt. Det er denne enhetspris som er brukt i tabellene.

Strekning	Antall km	Kostnad (1 000 kr)	Merknad
Lillestrøm- Eidsvoll	46,5	14 000	
Moss-Sarp.- Kornsjø	110 (76)	33 000 (28 200)	Her bygges nå ca. 34 km returledning på strekn. Moss-Fredr. Beløpet kan red. med 4 800 (1 000 kr). Senere nyttes derfor tallene i parentes.
Drm.-Tønsb.- Skien	154	46 200	
Drammen- Hokksund	18	2 600	Det er regnet med at de "gamle" mastene kan be- nyttes. Dette må regionen selv undersøke.
Hokksund- Hønefoss	54	16 200	
Hønefoss- Haugastøl	185	55 500	
Myrdal-Brg	136	40 800	
Egersund- Stavanger	74	22 200	
Eidsvoll-Hmr	59	17 700	
Hamar- Dombås-Tnd	427	128 100	
Sum: Dovrebanen	486	145 800	

Derved må det på de angitte baner, som er på 1 263,5 km, nyttes 375 000 000 kr for investering, uten å ha fått løst primærproblemet - nødvendig utskifting av våre relativt gamle CTC - og øvrige kommunikasjonsanlegg.

OPPSUMMERING

Tilpassing av komponenter i returkretsen til reell belastning og bedre kontroll av kontaktledningens returkrets anbefales både av tekniske og økonomiske grunner. Økende belastninger gir at investering etter den første i alle tilfeller må foretas.

7 RETURLEDNING I RETURSTRØMKRETSEN TEKNISK OG ØKONOMISK VURDERING

Etter en generell innføring i punkt 7.1, er det en kortfattet teknisk oversikt i punkt 7.2. Kostnadene ved bygging av returledning er gitt i punkt 7.3 Konklusjon.

7.1 Generelle forutsetninger og begrensninger

I det aktuelle oppdrag er det fokusert på bruk av returledning i returstrømkretsen for å minimalisere den forstyrrelse den elektriske 16 kV / 16 2/3 Hz matekrets har på omgivelsene. Imidlertid har vi i konklusjonen (punkt 7.3) kort tatt med den økning av spenningsfall og energitap i matekretsen vi får ved å nytte returledning.

Bruk av jord som del av returstrømkretsen er nødvendig ved bygging av et elektrisk jernbaneanlegg. Uansett kobling av denne kretsen må signalsystemer og transmisjonsanlegg velges ut fra dette. Videre kan en godt isolert skinne gi farlige berøringsspenninger og da uavhengig av kobling i returstrømkretsen.

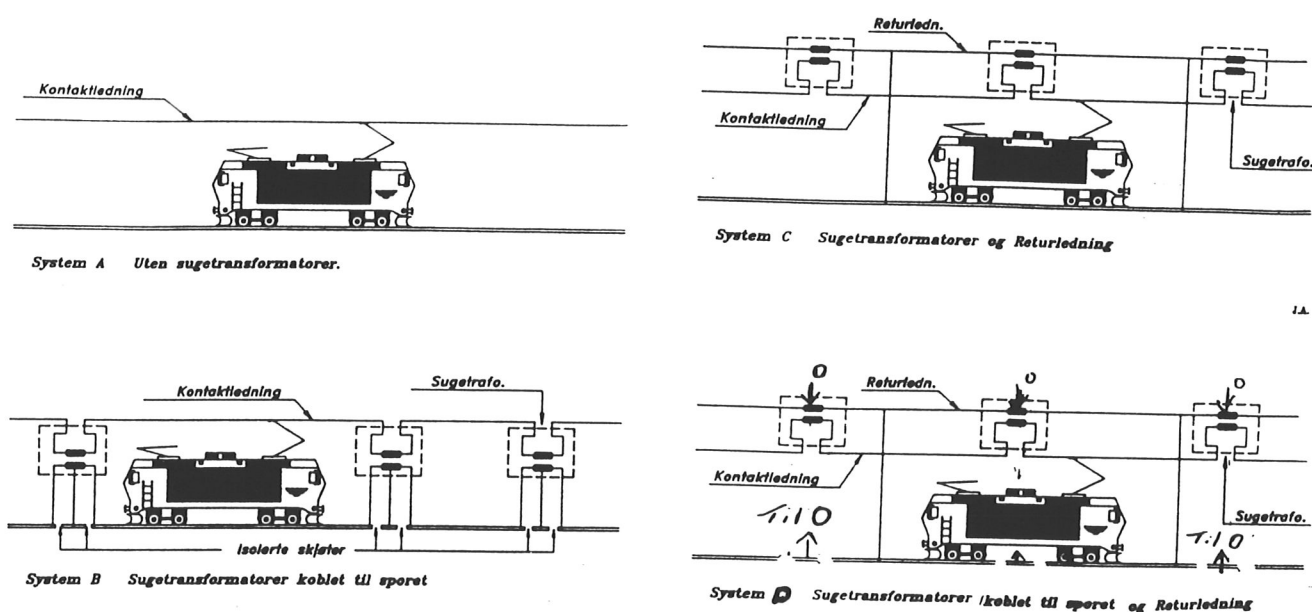
7.2 Teknisk oversikt

Vi har her ved en punktvis oppstilling forsøkt å gi en enkelt oversikt som bakgrunn for våre konklusjoner. Det er forøvrig innenfor rammen av det gitte mandat og tidsskjema ikke mulig å ta med en fullstendig og begrunnet gjennomgang av dette store problemkompleks.

1. I en vanlig driftssituasjon vil den induserende effekt på telekommunikasjonskretser bli betraktelig redusert ved bruk av sugetransformatorer.
2. Disse transformatorene som normalt er 1:1 har sin primær-
vikling koblet i serie med kontaktledningssystemet. Sekun-

dærviklingen er koblet til sporet eller til en egen returledning. Hvis det nyttes returledning, er det en forbindelse mellom skinner og returledning midt mellom hver sugetransformator. Denne såkalte nedføring er nødvendig for å føre matestrømmen som kommer fra kontaktledningen via lokomotiv til skinner, til returledningen. Brudd i denne forbindelse og/eller i returledningen, kan medføre at hele returstrømmen tvinges ut i jorden.

3. På figur 1 er det angitt fire ulike systemer for kobling av returstrømkretsen.



Figur 1: Ulike systemer

Ved NSB nyttes idag System B og System D. Ved System B utnyttes skinnene til returstrømmen. Vi regner med at ca. 98 % går i skinnene mens resten går i jorden. Ved alle systemer med sugetransformatorer og isolerte skjøter ved disse, går magnetiseringsstrømmen i jorden. For system D (og System C) må vi skille mellom belastet og ubelastet felt. Med felt menes her avstanden mellom to sugetransformatorer. Ved System D går matestrømmen minus magneti-

Returledning

seringsstrømmen i returledningen når feltet er ubelastet. Denne strøm vil ved System C også gå i returledningen, mens magnetiseringsstrømmen vil gå i skinnene. For returstrømmen brukes skinnene (System C og D) bare når vi har et belastet felt og da mellom belastning og nedføring.

4. Merk at vi må skille mellom skinner og spor. Med spor menes i denne sammenheng parallellkoblingen av skinner og jord.
5. Ved enhver togpassering vil en sugetransformator bli kortsluttet primært (System B, C og D), og sekundært (System B og D). Denne kan, ved kortslutning sekundært, bli av merkbar varighet ved lange tog. Ved System C derimot er den av relativ kort varighet. Plassering av sugetransformatorer på stedet hvor et tog ordremessig stopper eller kan bli stoppet, må unngås. En annen side er at det må så vidt mulig, unngås å få kortsluttet to sugetransformatorer som ligger i serie.
6. Ved dobbeltisolerte sporfelt skal returstrømmen fordeles med 50% i hver skinne. Dette forhold kan endres ved feil bruk av beskyttelsesjord. Som kjent er mastene isolert og forbundet til nærmeste skinne. Derved vil, spesielt når det nyttes isolerte jordledninger, masten få samme potensialet som skinnen. Spørsmålet er her om vi ved godt isolerte skinner vil få farlige berøringsspenninger. For å løse dette legges ved f.eks. DB, en egen jordledning parallelt sporet. Til denne jordledning kobles alle de påbudte beskyttelsesjordinger. Forøvrig er den tilkoblet skinnene over impedansspoler i avstander som er nødvendig av hensyn til andre systemer f.eks. linjeblokk eller sporfelt. Det blir lagt stor vekt på dette forhold spesielt ved nybygging hvor det er en relativ høy motstand mellom skinner og jord.
7. I tunneler kan vi oppleve at mye av returstrømmen går i fjellet eller tunnelveggene. Armeringer som legges ukritisk kan gi uønskede virkninger på de elektrotekniske anlegg.

8. For å få et bilde av hvordan de forskjellige systemer i figur 1 virker på sine omgivelser nyttes "sporets reduksjonsfaktor" (screening factor). Denne er som kjent definert som forholdet mellom induert spenning når vi har skinner, sugetransformatorer samt eventuelt returledning, og induert spenning når vi bare har kontaktledningen dvs. når hele returstrømmen går i jorden. For System B er denne vist i bilag 7.2.
9. Med denne parameter (sporets reduksjonsfaktor) kan det foretas en kvalitetsvurdering av returstrømkretsen sett fra de induerte langsspenninger i de "påvirkede" systemer. Det skal presiseres at denne side ved "kvalitetsvurderingen" er nødvendig, men ikke tilstrekkelig.

Ved målinger foretatt av SJ har man med en matestrøm på 300 [A], over en 35 [km] prøvestrekning og en sugetransformatoravstand på 5 [km], fått følgende induerte langsspenninger:

* System A	400 [V]	Satt lik	100	%
* System B	50 "	Bli	12,5	%
* System C	12 "	Bli	3	%

For de svenske systemer B og C nyttes bare en skinne i returstrømkretsen. Med bruk av begge skinner vil de angitte verdier for System B og C bli lavere. Når vi dertil tar hensyn til vår sugetransformatoravstand (ca 3 [km]), synes verdiene i tabellen for System B, meget forsiktig vurdert, å bli redusert til ca. 10 %.

7.3 Konklusjon

Ut fra kostnadsberegninger og vurdering av driftsforutsetningene på kort og lang sikt skal Engineering, ifølge avtalen, en tilråding om å bygge returledning eller forbedre, ev. skifte ut de anlegg som blir forstyrret av banestrøm.

Som "driftsforutsetninger" regnes her:

- a) Sikker føring av returstrømmen
- b) Sørge for en godtakbar jording slik at det ikke oppstår farlige berøringsspenninger eller at vi får utilsiktede spenningsforskjeller mellom de forskjellige anleggsdeler som fører til feil- eller driftsforstyrrelser.
- c) Forstyrrelser på telekabler, herunder kabler og/eller par som nyttes til signalanlegg.

7.3.1 En forenklet teknisk vurdering av System B kontra System C

For punktene a og b foran er System B og C stort sett likeverdige. Imidlertid synes System C å kunne gi større krav ved utkobling og jording ved vedlikeholdsarbeid. For punkt C er de induserte langsspenninger ved System C ca 1/3 av de vi har ved System B. Et problem som må avklares er hvor tett tilkoblingene mellom ev. returledning og skinner må være for at vi fortsatt skal sporbruddindikasjon. Før dette er klart kan det ikke konkluderes med at System C med en nedføring pr. sugetransformatoravstand teknisk sett kvalitetsmessig er bedre enn nåværende System B.

7.3.2 Koordinering av jordingssystemer og/eller forbedring av nåværende beskyttelsesjordinger

Her vises til punkt 7.2 under punkt 6 for returstrømkretsen. Situasjonen ved NSB med et jordingssystem pr fagområde, gir en dårlig løsning. Dog er det primære de farlige spenninger vi kan få. Videre synes anleggene mer utsatt for skader pga vagabonderende strømmer. Dessuten må det undersøkes om forskjellige jordinger med ulike potensialer kan gi feilfunksjoner.

Gruppen foreslår derfor at det sørges for:

- I. Felles forskrifter for jordinger for HELE infrastrukturen.
- II. Ansvarsliste for returstrømkretsen og jordinger.
- III. Bruk av egen banejord lagt parallelt sporet vurderes. Denne vil da også kunne nyttes som referanse for alle systemer.

7.3.3 Kostnadsoverslag

For bygging av returledning:

- * Ledning, isolatorer, festejern og nedføringer 140 000 (kr/km)
- * På den største del av vårt nett er mastene (tre) nå utnyttet ved øking av strekk i kontaktledningen og på en stor del av strekningen til fiberkabel. Disse (mastene) må ved montasje av returledning erstattes med nye. Derved må vi ha 20 master pr km. Enhetskostnad for disse har region Øst satt til 12-13 000 kr, mens region Sør mener 10 000 kr er mer sannsynlig. Sistnevnte pris benyttes.
Dvs. 200 000 kr/km.

Sum for bygging blir derved 340 000 kr/km. I totaloverslaget under punkt 6.2.5 er det nyttet 300 000 kr/km. Da ut fra den nøyaktighet vi nytter.

Ved egen returledning etter System D vil impedansen øke med ca 10 %, for System C derimot i størrelsesorden 5 % i forhold til nåværende System B. I 1989 ble det betalt ca 147 mill.kr. for elektrisk energi. Dette betyr en økning på ca 7 mill.kr. pr. år ved valg av System C og ca 14 mill.kr. pr. år ved fortsatt bruk av System D.

Gruppen vil foreslå at System B beholdes, men der vi har System D endres til System C. Dette medfører at funksjonen som detekterer skinnebrudd må låses ved System C.

Returledning

8 ØKONOMISKE OG TEKNISKE SLUTTVURDERINGER

Vi har i bilag 8.1 A-F foretatt en økonomisk sammenfatning av de ulike tiltaksalternativ.

Kommentar til bilag 8.1 A-F:

A. Kostnader ved bygging av returledning.

B. Kostnader ved tiltak som må gjøres uansett bygging av returledning eller ikke.

Hvis ikke det bygges returledning, så kan det i visse tilfeller være nødvendig å forsere tiltakene i tid. Men tiltakene må gjennomføres uansett av kvalitetsmessige, kapasitetsmessige og sikkerhetsmessige årsaker.

C. Tiltak som kun er unødvendig hvis bygging av returledning.

Vi har i bilaget tatt med kostnader for å bygge et komplett fiberoptisk tele- og telekommunikasjonsnett. Kostnadene må sees i sammenheng med parkabeltiltakene. Kostnadene for parkabeltiltakene kan sløyfes hvis fiberkabelkonseptet blir valgt. Nettkonseptet er ennå ikke ferdig planlagt, slik at kostnadsoverslagene ikke har den ønskede nøyaktighet.

KONKLUSJON

Ut i fra bilag 8.1 A-F og bilag 8.2 A-F ser vi at selv om vi benytter returledning, må de fleste av tiltakene gjennomføres uansett, kanskje noe forskjøvet i tid. Dette fordi mange av tiltakene har som hensikt å redusere den interne støyen i kablene som påvirker andre systemer. Andre tiltak går på å bedre teknisk kvalitet og kapasitet i henhold til de gitte kvalitetsnormer, se kapittel 5.1 og 5.2.

På stasjoner bygges det returledning pga. enkeltisolerte sporfelt i henhold til tidligere bestemmelser.

Det anbefales også bygging av returledning på nye anlegg fordi returledningskostnadene blir der forholdsvis lave. Dette må vurderes i hvert tilfelle.

I tunneler kan vi oppleve at mye av returstrømmen går i fjellet eller tunnelveggene. Armeringer som legges ukritisk kan gi uønskede virkninger på de elektrotekniske anlegg.

Det anbefales derfor at det benyttes returledning i tunneler.

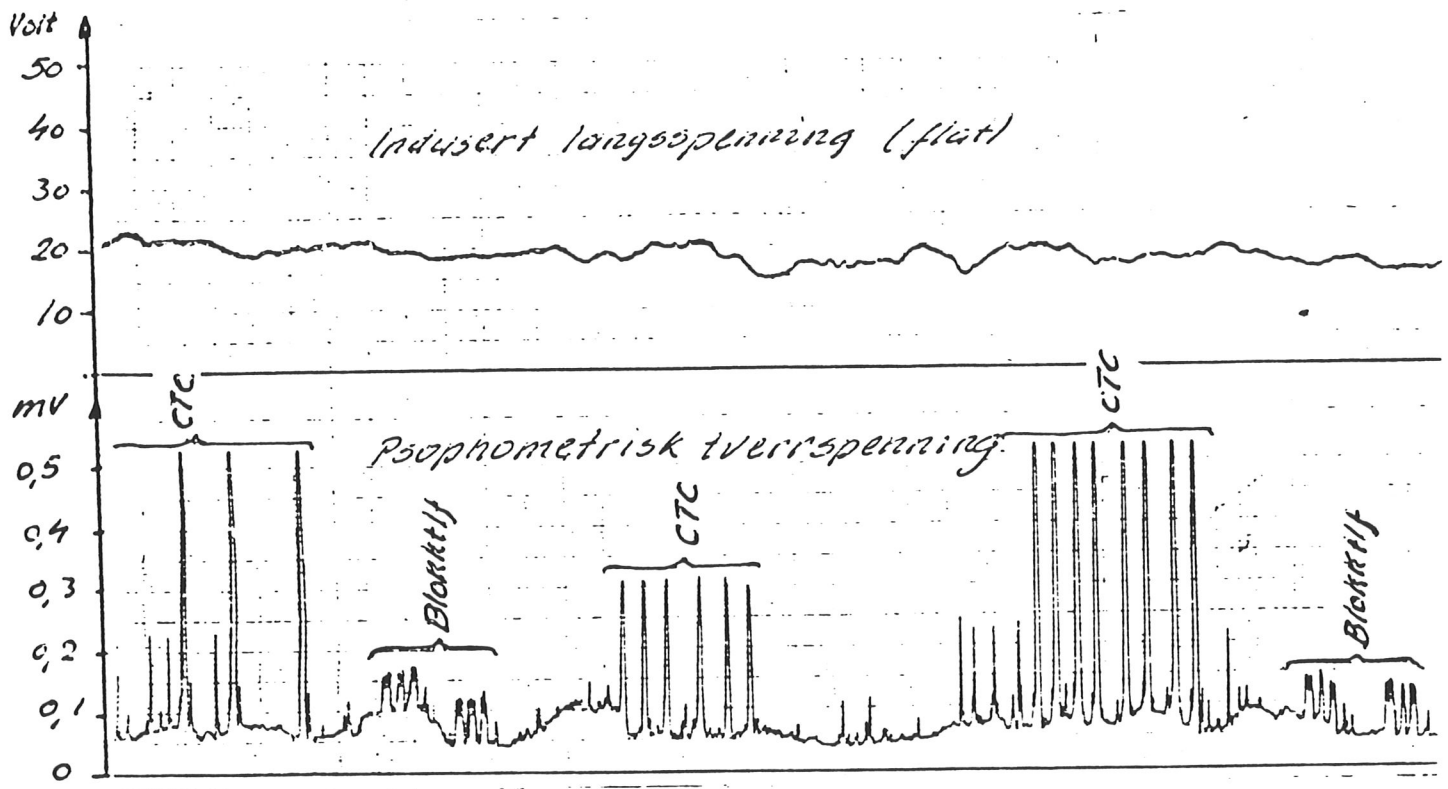
I tillegg anbefaler prosjektgruppa at noen problemstillinger blir vurdert videre. Disse har gruppen ikke funnet å se nærmere på innenfor prosjektets ramme. Disse er:

- Det må utarbeides koordinerte retningslinjer for jording av utstyr i infrastrukturen.
- Kostnadsberegne flytting av sugetransformatoren i overgangen mellom enkelt og dobbeltisolerte sporfelt i fra steder hvor tog under normale driftsforhold kan få stopp.
- Vurdere krav til komponenter i returkretsen.
- Utarbeide krav til støy i fra traksjonsmateriell og omformerutstyr som påvirker signal- og teleanlegg.

De foreslåtte konkrete tiltak på de enkelte baneprioritet 2-strekninger er gjengitt i bilag 8.2 A-F.

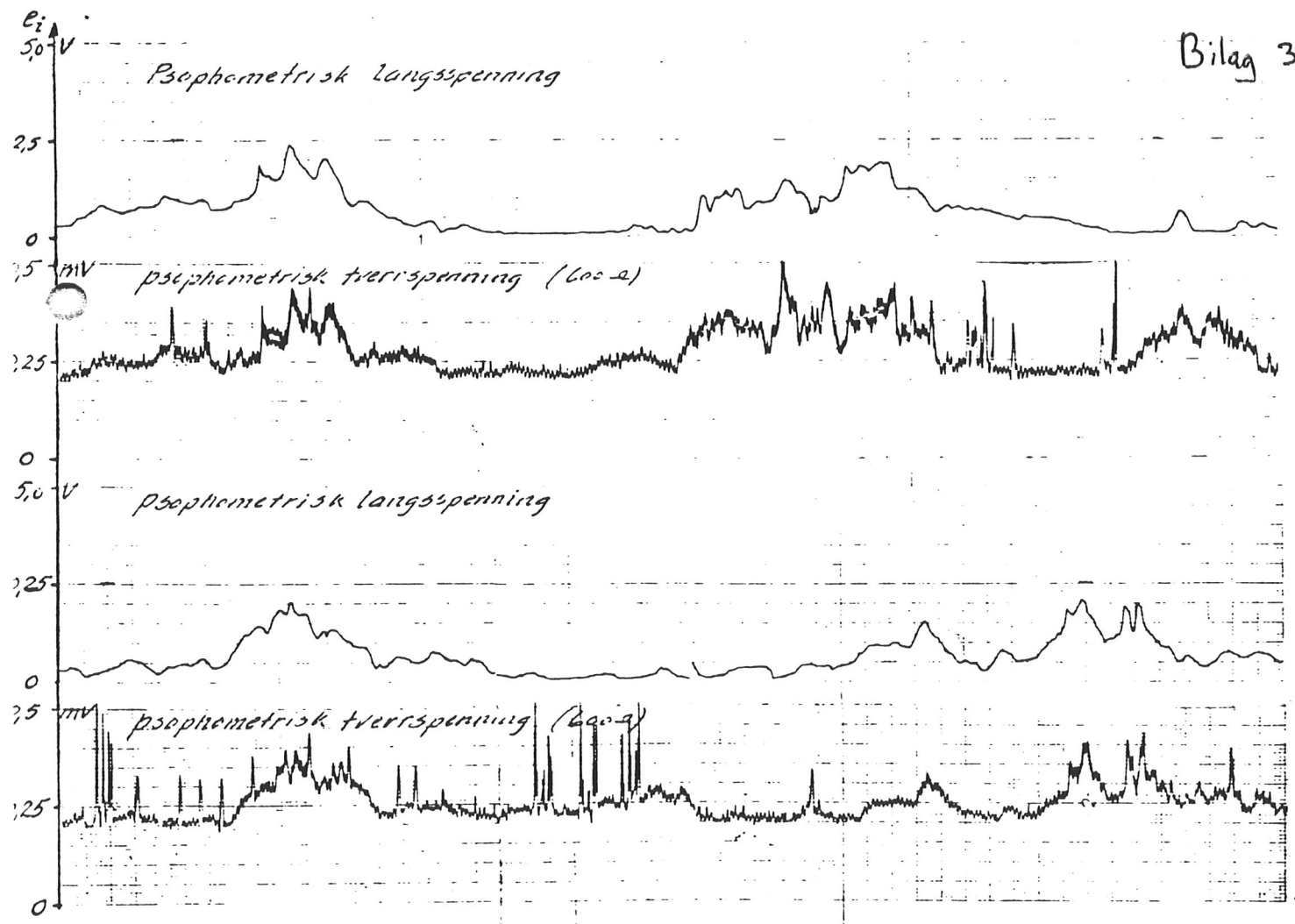
Prosjektgruppa føler at selve returledningskonseptet må analyseres grundigere, og vi vil derfor foreslå at det etableres et eget prøveprosjekt på deler av strekningen Otta - Dombås.

BILAG

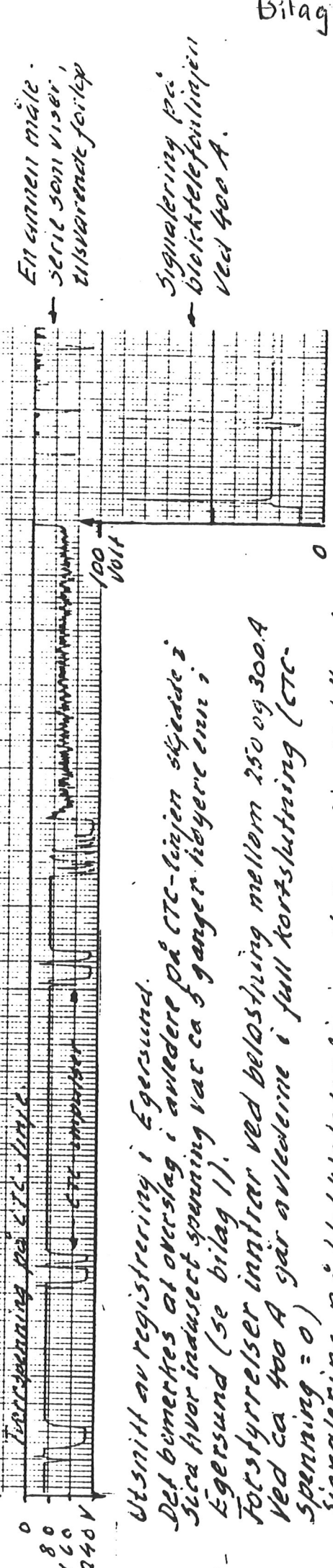
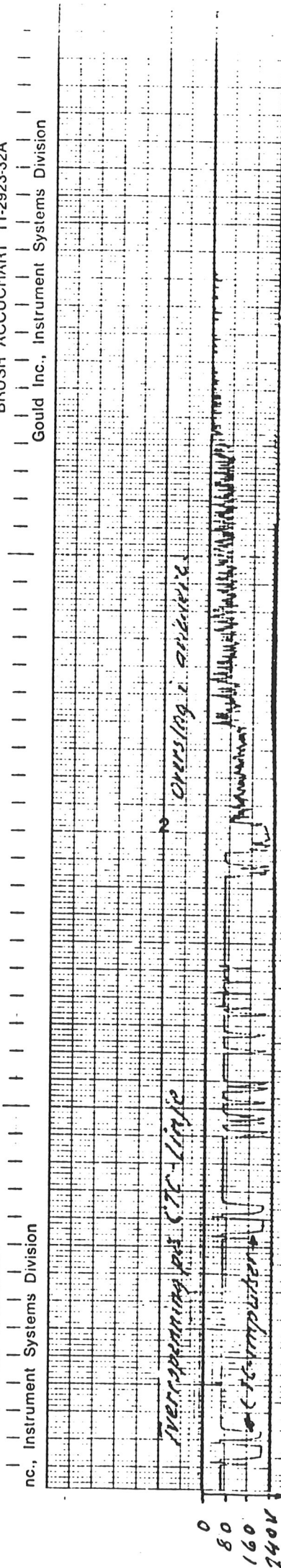
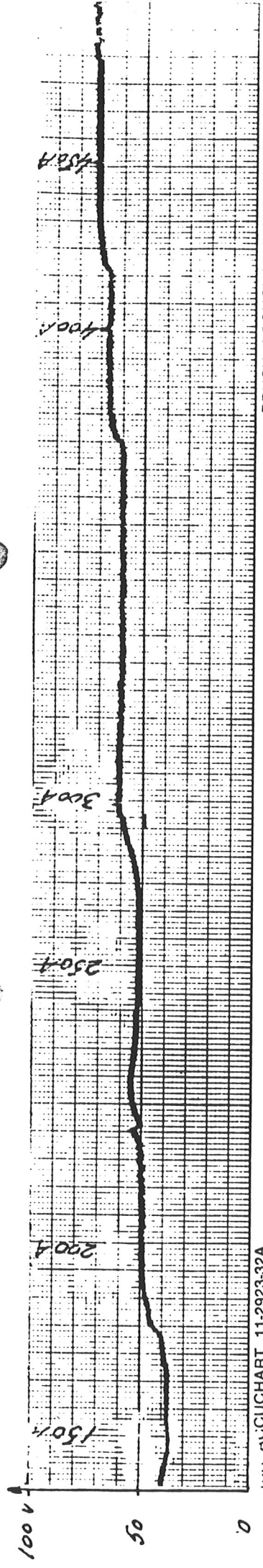


Induksjonsmåling på par 19 i 24 par DM-kabel
Oslo-Lillestrøm under kjøring av Bm 69.

Diagrammet viser intern støy fra CTC- og
blokktelefonlinjer sammenlignet med in-
dusert thyristorstøy.



Måling av induksjon i blymantlet kabel
Oslo - Lillestrøm - Eidsvoll i tiden kl 1600-1700,
med stor togtrafikk. 3.2.1977



Utsnitt av registrering i Egersund.
 Det bemærkes at overslag i anledningen på CTC-linjen skjedde i
 5 ca hvor inducercet spænding var ca 5 ganger høyere enn i
 Egersund (se bilag 1).
 Forstyrrelser inntrår ved belastning mellom 250 og 300 A
 Ved ca 400 A går anledningen i full kortslutning (CTC-
 spænding = 0)
 Signalering på blokktelefonlinjen var mulig ved 400 A.
 Denne linjen er delt med overdrag i Egersund.

En annen måle-
 serie som viser,
 tilsvarende forløp

Signalering på
 blokktelefonlinjen
 ved 400 A.

Målingsmålinger Gauddal-Sun.
 Matten 5. - 6. nov. 1978

Bilag 4.2 TEKNISK OG ØKONOMISK LEVEALDER

Strekning: Lillestrøm - Eidsvoll

Utstyrstype	Etablert	Teknisk økonomisk levealder siste år	Kommentarer
Kabelnett - parkabel - fiberkabel	52 - 53 91	83	
Transmisjonsutstyr - parkabel - fiber			
Radioutstyr - VLR	80 - 85		
Blokktelefon - likestr. - tone - elektr.	60 - 65	85	

TEKNISK OG ØKONOMISK LEVEALDER

Strekning: Moss - Sarpsborg - Kornsjø

Utstyrstype	Etablert	Teknisk økonomisk levealder siste år	Kommentarer
Kabelnett - parkabel - fiberkabel	71 - 74 89 (til Halden)	04	
Transmisjonsutstyr - parkabel - digitalt	65 - 70 BF	90	
Radioutstyr - VLR	80 - 85	95	
Blokktelefon - likestr. - tone - elektr.	70 - 75	95	

TEKNISK OG ØKONOMISK LEVEALDER

Strekning: Drammen - Tønsberg - Skien

Utstyrstype	Etablert	Teknisk økonomisk levealder siste år	Kommentarer
Kabelnett - parkabel - fiberkabel	55 - 60	90	
Transmisjonsutstyr - analogt - digitalt	70 - 75	95	
Radioutstyr - VLR	80 - 85	05	
Blokktelefon - tone	70 - 75	95	

TEKNISK OG ØKONOMISK LEVEALDER

Strekning: Drammen - Hokksund - Hønefoss - Bergen

Utstyrstype	Etablert	Teknisk økonomisk levealder siste år	Kommentarer
Kabelnett - parkabel → - fiberkabel	65 - 70 (Drm-Hok) 60 - 65 (Hok-Hønef) 85 - 90 (Hønef-Voss) 75 - 80 (Voss-Brig)		
Transmisjonsutstyr - analogt → - digitalt	65 - 70 (Drm-Hok) 75 - 80 (Hok-Hønef) 80 - 85 (Hønef-Brig) 85 - 90 (Voss-Brig)		
Radioutstyr - VLR			
Blokktelefon - likestr. - tone	Drm-Hokksund 68 - 70 80 - 85 Hønef-Myrdal 75 - 80 Myrdal-Brig	90	

Strekning: Egersund - Stavanger

TEKNISK OG ØKONOMISK LEVEALDER

Utstyrstype	Etablert	Teknisk økonomisk levealder siste år	Kommentarer
Kabelnett - parkabel	50 - 55 (Eg-Gand)	85	
- fiberkabel	55 - 60 (Gand-Stvgr) 93	90	
Transmisjonsutstyr			
- analogt	70 - 75	95	
- digitalt	85 - 90		
Radioutstyr - VLR	85 - 90		
Blokktelefon - likestr.	60 - 65	95	

TEKNISK OG ØKONOMISK LEVEALDER

Strekning: Eidsvoll - Hamar - Dombås - Trondheim

Utstyrstype	Etablert	Teknisk levealder siste år	Antatt økonomisk levealder	Kommentarer
Kabelnett - parkabel	50 - 55 Eidsvoll-Hmr 60 - 65 Hamar-Tnd 91	85		
- fiberkabel		95		
Transmisjonsutstyr - analogt	55 - 60 Eidsv-Dombås 65 - 70 Dombås-Tnd 80 - 90	80		
- digitalt		90		
Radioutstyr - VLR	75 - 80 Dombås-Tnd 80 - 85 Eidsv-Dombås			
Blokketelefon - likestr.	60 - 65 Eidsvoll-Hmr 65 - 70 Hamar-Tnd 65 - 70 Lilleh-Dombås	85		
- tone		90		

Bilag 5.1.1 Forsinkelsesstatistikk for persontrafikk 1990.

Forsinkelser i minutter også målt underveis.
 Sum 1 er antall målte forsinkelser pga forhold ved Trekkraft, Vogner, Signalanlegg, Kontaktledning, Bane, Ytre forhold og Driftsuhell.

Arsaker:	Signal.	KL	SUM 1	Driftsf.	SUM
Antall reg. forsinkelser	1 521	671	4194	27 707	31 901
1 % av SUM 1	37,0	16,0	100		
1 % av SUM	4,9	2,1	13,1	86,9	100
Sum reg fors. i min.	28592	24940	110881	266054	376935
1 % av SUM 1	25,8	22,5	100		
1 % av SUM	7,6	6,6	29,4	70,6	100
Gj.snitt fors. min.	18,4	37,2	26,4	9,6	11,8

1984

Bilag 5.1.2

Distrikt	Sikringsanlegg		Linjeblokk		Total		Vegsign	
	Total anf, feil	Antall 2-spor	Total anf, feil	Antall km-blokk	Total anf, feil	Total anf, feil	Antall anlegg	Feil anl.
Oslo	1211	324	213	450	360	150	2.4	
Drammen	585	177	153	457	225	103	2.2	
Hamar	284	60	94	276	162	69	2.3	
Kr. sand	268	43	80	290	23	11	2.1	

1985

Bilag 5.1.3

Distrikt	Sikringsanlegg		Linjeblokk		Vegsign	
	Total ant, feil	Antall 2-spor	Total ant, feil	Antall km-blokk	Total ant, feil	Antall anlegg
Oslo	1550	324	317	450	482	150
		4.7		0.7		3.2
Drammen	723	177	186	457	208	103
		4.1		0.4		2.-
Hamar	328	60	82	276	202	69
		5.4		0.3		2.9
Kr. sand	223	43	73	290	33	11
		5.1		0.25		3

Vedlikehold signalanlegg.

Region	Pers. total	Vedl. pers.	Vakt- tjen.	Pers kost.	Vakt kost
Øst	107	101	19	26 000'	7 000'
Sør	56	49	5	12 400'	1.700'
Vest	20	19	2	4 800'	700'
Nord	50	49	2	11 000	600'
<hr/>					
Total	233	218	28	54 200'	10 000'
<hr/>					

Sporetts reduksjonsfaktor.

Data: Skinnerekt 54 kg/m. Sp. jordmotstand 2500 Ω m

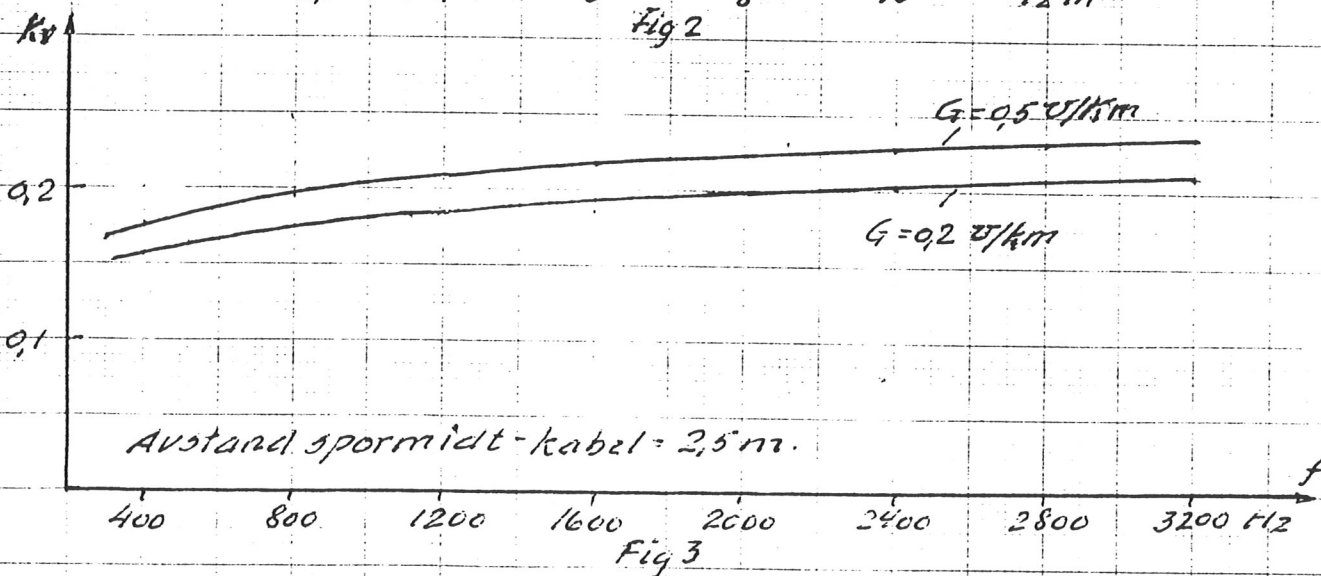
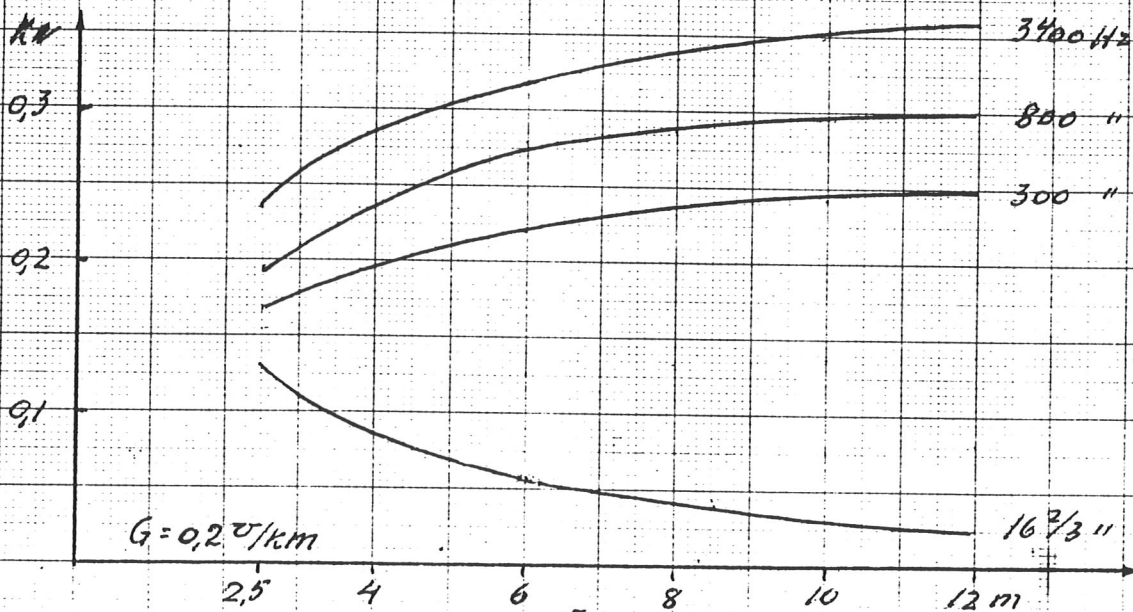
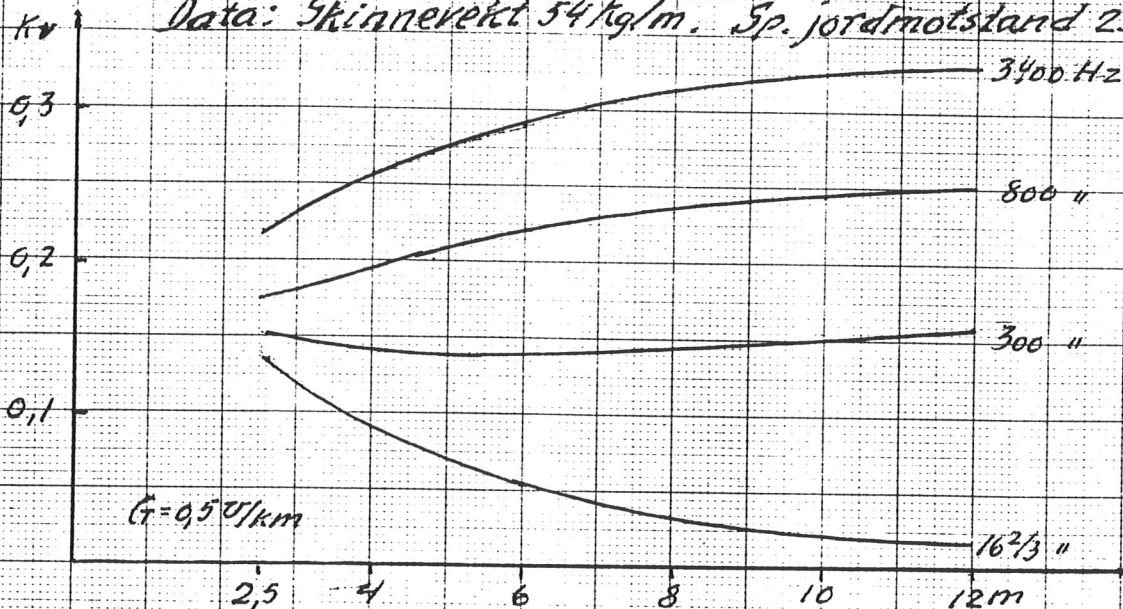


FIGURE 2

Lillestrøm - Eidsvoll

Tiltak	A	B		C	
		K	L		
Returledning	14 000'				
Tele		13 000'	(14 000')	300'	Den kortsiktige løsningen er unødvendig hvis den langsiktige fremskyndes.
Signal		2 200'	3 800'		
Kontaktledning			1 100'		

Lillestrøm - Eidsvoll

Tiltak	Kostnad	K/L	Kommentarer
Returledning:			Er planlagt og kostnads-
Nye x-spor			beregnet i OL-prosjektet
Over stasjoner			
- Utskifting av blymantlet parkabel	11 000'	K	Pga. kabelens alder må dette gjøres uansett returleder
- Utskifting av like- strøms blokktelefon	2 100'	K	Gjøres i 1991
- Utbygging av fiber- kabelnett iht. "Nytt kabelnett konsept" (NKK)	(14 000')	L	Bruk av parkabel er unød- vendig
- Skilletrafoer/over- spenningsvern	300'	K	
- Avkorte sporfelter	2 200'	K	Utføres i forb. med OL
- Immunisere CTC-komm	3 800'	L	" " " "
- Tilpassing av komp. i returkretsen	1 100'	L	

Moss - Sarpsborg - Kornsjø

Tiltak	A	B		C	
		K	L		
Returledning	28 200'				
Tele			(30 000')	600'	
Signal		900'	4 000'		
Kontaktledning			1 800'		

Returledning

Moss - Sarpsborg - Kornsjø

Tiltak	Kostnad	K/L	Kommentarer
Returledning:			
Moss - Fredrikstad Nye anlegg ev. tunneller			Er utført
- Skilletrafoer/over- spenningsvern	300'	K	
- Utbygging av fiber- kabelnett iht. NKK (30 000')		L	
- Oppløse midtmating	900'	K	
- Immunisere CTC-komm (Fr.stad - Kornsjø)	4 000'	L	Returledning Moss-Fr.stad
- Tilpassing av komp. i returstrømkrets	1 800'	L	

Returledning

Drammen - Tønsberg - Skien

Tiltak	A	B		C	
		K	L		
Returledning	46 200'				
Tele		32 000'	(50 000')	400'	
Signal		3 800'	5 700'		
Kontaktledning			3 600'		

Returledning

Drammen - Tønsberg - Skien

Tiltak	Kostnad	K/L	Kommentarer
Returledning:			
Nye anlegg			
- Tunneller, event.			
- Utskifting av bly- mantlet parkabel	32 000'	K	Pga. kabelens alder må dette gjøres uansett bruk av returledning. Fiber- kabel legges samtidig med parkabel
- Skilletrafoer/over- spenningsvern	300'	K	
- Utbygging av fiber- kabelnett iht. NKK (50 000')		L	Sees i sammenheng med par- kabelutbygging
- Avkorte sporfelter	3 800'	K	
- Immunisere CTC-komm	5 700'	L	
- Tilpassing av komponenter i returkretsen	3 600'	L	

Drammen - Hokksund - Hønefoss - Bergen

Tiltak	A	B		C	
		K	L		
Returledning	115 100'				
Tele		2 000'	(100 000')	2 000'	
Signal		2 000'	3 800'		
Kontaktledning			8 900'		

Returledning

Drammen - Hokksund - Hønefoss - Bergen

Tiltak	Kostnad	K/L	Kommentarer
Returledning:			
Eventuelt stasjoner			
Finsetunnelen			
5 stasjoner (Haugastøl - Mjølfjell)			
- Utskifting av like- strøms blokktelefon, Drammen - Hokksund	2 000'	K	Uavhengig av returled- ningsutbygging
- Skilletrafoer, overspenningsvern jordingstiltak	2 000'	K	
- Utbygging av fiber- kabelnett iht. NKK	(100 000')	K	Sees i sammenheng med fibernett utbygging i 91-98
<u>Drm-Hokksund-Hønefoss</u>			
- Avkorte sporfelt	2 000'	K	
- Immunosere CTC-komm	3 800'	L	
- Tilpassing av kompo- nenter i returkurs	8 900'	L	

Eidsvoll - Hamar - Lillehammer - Dombås - Trondheim

Tiltak	A	B		C	
		K	L		
Returledning	145 800'				
Tele		44 000'	(100 000')	1 500'	
Signal		14,9	16 300'		
Kontaktledning			11 450'		

Returledning

Eidsvoll - Hamar - Dombås - Trondheim

Tiltak	Kostnad	K/L	Kommentarer
Returledning:			
På stasjoner (Eidsvoll - Hamar gjennomf. i for- bindelse med OL			
x-spor			
Prøveprosjekt på deler av strekningen Otta - Dombås	ca. 6 000'	K	
- Utskiftning av bly- mantlet parkabel, Eidsvoll - Hamar	34 000'	K	Gjøres i forbindelse med OL
- Utskiftning av likestrøms blokk- telefon, Eidsvoll - Hamar og Hamar - Lillehammer, Dombås - Trondheim	10 000'	K	Eidsvoll - Hamar gjøres i forbindelse med OL
- Skilletrafoer/over- spenningsvern	500'	K	
- Utbygging av fiber- kabelnett iht. NKK	(100 000')	L	
<u>Eidsvoll - Hamar - Lillehammer</u>			
- Avkorte sporfelt	4 000'	K	
- Immunisere CTC-komm	4 300'	L	
- Redusere spenningen over isolerte skjøter			
<u>Dombås - Støren - Trondheim</u>			
- Avkorte sporfelt	5 400'	K	
- Immunisere CTC-komm	6 300'	L	
- Tilpassing av komp. i returstrømkrets	11 450'	L	

Egersund - Stavanger

Tiltak	A	B		C	
		K	L		
Returledning	22 200'				
Tele		8 500'	(1 500')	300'	
Signal		900'	4 900'		
Kontaktledning			1 750'		

Returledning

Egersund - Stavanger

Tiltak	Kostnad	K/L	Kommentarer
Returledning:			
Nye anlegg, over stasjoner			
Eventuelle tunneller			
- Utskifting av bly-mantlet kabel	7 500'	K	Pga. kabelens alder må dette gjennomføres uansett returleder. Sees i sammenheng med fiberkabelutbygging
- Utskifting av likestrømsblokk-telefon	1 000'	K	Gjøres i 91-93
- Skilletrafoer/overspenningsvern	300'	K	
- Utbygging av fiberkabelnett iht. NKK	(15 000')	L	Sees i sammenheng med kabelutbygging
- Avkorte sporfelt	900'	K	Delvis gjort
- Immunisere CTC-komm	4 900'	L	Inngår i Strat. plan
- Tilpassing av komponenter i returstrømkretsen	1 750'	L	