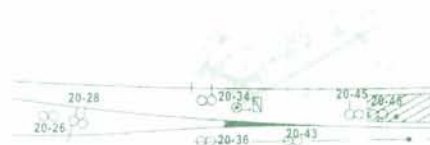


Hovedplan

Banestrømforsyningen på Dovrebanen

Jernbaneverket Region Nord og Region Øst



Eks. I

Dorrebanen

621.332.3

Rapport

BanePartner

Prosjektnr.: **199292**
Saksref.: **00/114 JI 760**
Prosjektnavn: **Hovedplan for banestrømforsyningen på Dovrebanen**
Oppdragsgiver: **Jernbaneverket Region Nord og Region Øst**
Rapport nr.: **2**

Sammendrag

Hovedplanen fra 1994 "Forsterkning av banestrømforsyningen på Dovrebanen" [1.] var et samarbeid mellom Jernbaneverket, Region Nord og Region Øst, og tar for seg strekningen fra Fåberg til Trondheim. Nye statiske omformere på 2 x 6,0MVA på Rudshøgda, Otta, Hjerkin, Garli og Stavne ble foreslått.

I 1996 ble "Hovedplan for banestrømforsyningen på Dovrebanen, gjenværende strekninger", [2.] utgitt. Den omhandler strekningene Dombås – Lundamo og konkluderer med at midlertidig kompaktomformer på 2 x 2,0MVA installeres på Garli. Senere bygges det nytt kl-anlegg med forsterkningsledning mellom Oppdal og Lundamo. For strekningen Dombås - Oppdal er det anbefalt at det bygges en midlertidig kompaktomformer på Hjerkin med ytelse 2 x 2,0MVA. I 2007 bygges det et nytt KL-anlegg med forsterkningsledning mellom Dombås og Oppdal. Dette koordineres med fornying av KL-anlegget.

Landsdekkende kraftsystemplan [3.] fra 1999 konkluderer med at de store endringene i togtrafikken og togmateriellet vil gi endrede forhold både når det gjelder spenning og effektbehov. Det anbefales å gjøre nye undersøkelser for Dovrebanen fra Eidsvoll til Trondheim.

Denne hovedplanen viser nødvendige tiltak for å møte de kravene som er satt i dimensjonerende ruteplan (R149.1) med hensyn på fremføring av persontog og vektøkning for godstogene. Økningen er på 50% i forhold til dagens vekt, lastvekt for et godstog blir da 1275 tonn. Totalvekt blir 1435 tonn. Doble E16 lokomotiver forutsettes for denne lastvekten.

Anbefalingene fra tidligere Hovedplaner er simulert i Simtrac, dette gjelder forsterkningsledning på strekningen Oppdal – Lundamo og kompaktomformer på Garli. Ingen av disse tiltakene viste seg å gi noen større forbedring under de nye forutsetningene. Det er simulert med et nytt tiltak som viste seg å gi forbedringer, og det er pådragsbegrensning for doble E16 lokomotiver. En simulering med såkalt kapasitetsoptimal ruteplan er også gjennomført. Denne illustrerer blant annet resultatet av en avvikssituasjon og viser at Oppdal omformer da kan bli overbelastet. Dette er i tråd med observasjoner som er gjort av driftspersonalet også i dagens situasjon.

Tiltakene for å tillate så stor økning i godstransporten blir meget kostbare, selv med midlertidige tiltak. Med alternativ 1A, der omformerne på Rudshøgda og Otta oppgraderes permanent og nye omformerstasjoner bygges på Garli og Hjerkin, blir den totale kostnaden ca. 333,8 mill NOK. Hvis godstogene med doble E16 gis pådragsbegrensning og noen forsterkninger av omformerne gjøres midlertidig, gir billigste alternativ (alt. 2B) en kostnad på ca 68,4 mill NOK. Investeringsavgiften på 7 % er inkludert for alle kostnader. Dette tiltaket inkluderer økt ytelse i omformerstasjonene på Rudshøgda (2 x 5,8MVA), Otta (2 x 5,8MVA), Dombås (2 x 10,0MVA) og Oppdal (2 x 7,0MVA). En midlertidig omformerstasjon etableres på Hjerkin (2 x 5,8MVA).

For Dombås omformer er det først gjort en simulering med 2 x 7,0MVA og deretter utfall av det ene aggregatet. Da viste det seg at det gjenværende aggregatet ville bli overbelastet. Dette gjelder selv om doble E16 lokomotiver har pådragsbegrensning. Det er derfor anbefalt 2 x 10,0MVA som installert ytelse. Men det viste seg å bare være en kort periode i døgnet det er fare for overbelastning med kun ett aggregat innkoblet. Hvis utkobling av aggregater kan planlegges og utetiden ikke er over ca 20 timer burde det være mulig å utstyre Dombås omformer med aggregater på 2 x 7,0MVA. En overbelastning vil da bare oppstå dersom det ene aggregatet uventet skulle bryte sammen på et tidspunkt der det er maksimal last eller det eventuelt oppstår en feil som det tar lang tid å utbedre.

Hensikten med å etablere midlertidig omformer på Hjerkin er å redusere strømmen på kontaktledningen nordover fra Dombås. Simuleringene viser at strømmen her kommer opp mot 810 A i 6 minutter, dette er relativt mye når nominell strøm er 600 A. Men det finnes ikke eksakte krav til maksimal strøm på kontaktledningen for kortere

perioder. Hvor mye strøm som tåles er bestemt av oppnådd temperatur på kontaktledningen. Temperaturen vil i tillegg til strømmen også være bestemt av utetemperatur, vindstyrke etc. Moderne overbelastningsvern kan beskytte ledningen mot store strømmer og beregne oppnådd temperatur. Spesielt i en avvikssituasjon der strømmen kan bli enda større, kan slikt vern være gunstig. En grundigere undersøkelse av hva som kan tåles av maksimal strøm på kontaktledningen bør gjøres. En slik undersøkelse kan motiveres av at Hjerkin omformer kanskje ikke behøves.

Hvis en ser på utbyggingskostnadene for alternativ 2B og kan kutte ut Hjerkin omformer spares 15,4 mill kr. Hvis en ikke behøver utvidelse til 2 x 10,0MVA på Dombås, og 2 x 7,0MVA er nok, kan 3 mill kr spares her. Totalt kan da ca. 23,6 mill kr totalt spares med uforutsette utgifter og investeringsavgiften inkludert.

På lang sikt må en oppgradere hele banestrømforsyningen på Dovrebanen. Utskifting av KL-anlegget er et vedlikeholdstiltak, mens nye omformere eller andre forsterkningstiltak er investeringer. Vedlikeholds- og investeringskostnadene for nytt kontaktledningsanlegg og nødvendige forsterkningstiltak vil bli meget store og må sees i sammenheng. Utskifting av konvensjonelt KL-anlegget på strekningen Tangen – Fåberg vil beløpe seg til ca. 264,2 mill NOK for Region Øst og for strekningen Fåberg – Lundamo blir kostnadene 937,9 mill NOK for Region Nord.

For hvert av alternativene på lang sikt kan *investeringskostnadene* for oppgradering av banestrømforsyningen, oppsummeres slik:

1. Oppgradering av Otta og Rudshøgda omformere med dagens ruteplan og godstog med dagens maksimale lastevækt (850 tonn); kostnaden blir 77,4 mill NOK. Dette er kalt alternativ 0.
2. Dimensjonerende ruteplan og tunge godstog, utbygging av konvensjonell banestrømforsyning, nye omformere på Rudshøgda, Otta, Hjerkin og Garli; kostnaden blir 316,1 mill NOK. Hele beløpet belastes Bane Energi. Region Nord og Region Øst får økt intern nettleie. Dette er kalt alternativ 3A.
3. Dimensjonerende ruteplan og tunge godstog, utbygging til AT-system for strekningen Tangen – Lundamo; kostnaden blir ca. 34,2 mill for Region Øst og 122,9 mill NOK for Region Nord. For Bane Energi blir investeringskostnadene ca. 16,8 mill NOK. Forutsetningen er at tiltaket koordineres med at KL-anlegget fornyes. Dette er kalt alternativ 3B.

Med alternativet 3B blir utgiftene til nytt KL-anlegg til sammen ca 60,6 mill lavere enn for alternativ 0 og 3A med konvensjonelt KL-anlegg. Årsaken til denne prisdifferansen er at et KL-anlegg for AT-system bare behøver en leder til negativledning mens konvensjonelt system trenger to ledere til returledning.

Alternativet med AT-system blir altså det minst kostbare for å oppfylle dimensjonerende ruteplan. Dette alternativet gir også store besparelser i driftsutgifter fordi nye omformere på Otta, Rudshøgda, Hjerkin og Garli ikke er nødvendige. I denne Hovedplanen anbefales AT-system som fremtidig løsning, også om en så stor økning i godstransporten ikke skulle vise seg å inntreffe.

Grunnen til at AT-systemet anbefales fremfor en konvensjonell oppgradering av banestrømforsyningen er at tidligere Hovedplan har påvist nødvendigheten av omformerne på Rudshøgda, Otta, Hjerkin og Garli. Selv om omformere på Hjerkin og Garli ikke er nødvendige med dagens belastning, kan en økning av togtrafikken mindre enn forutsatt i denne Hovedplanen, komme til å utløse behovet for disse omformerne. Oppgradering av Rudshøgda og Otta er nødvendig i dagens situasjon, og hvis omformere på Hjerkin og Garli skulle komme i tillegg blir kostnadene betydelig større enn ved innføring av AT-system.

Før en kan ta beslutning om eventuelle midlertidige tiltak, bør en beslutning om valg av fremtidig system for banestrømforsyningen være tatt. Hvis beslutningen faller på AT-system kan en forsert utbygging av kontaktledningsanlegg på delstrekningen Fron – Oppdal eliminere behovet for omformerne på Otta og Hjerkin. Dette vil være et vedlikeholdstiltak og tilleggsutgiftene til AT-system vil bli en mindre del av beløpet. Faller beslutningen på konvensjonelt anlegg kan oppgradering av omformerne på Otta og Rudshøgda sannsynligvis settes i gang snarlig.

E116 lokomotiver har tidligere skapt problemer på grunn av støystømmer og fare for forstyrrelser av sporfeltene, og av telenettet, samt fare for metningsfenomener i sugetransformatorer og filterimpedanser. I dag er ikke dette problemer som oppstår ved kjøring av enkle E116 lokomotiver på Dovrebanen.

Ved kjøring av doble E116 lokomotiver vil enda større støystømmer oppstå. Det er derfor nødvendig at lengden av alle sporfeltene kommer innenfor regelverkets bestemmelser. Når det gjelder overbelastning og metningsfenomener i sugetransformatorer og filterimpedanser er dette problemer som i verste fall kan tenkes oppstå i dagens nett med doble E116 lokomotiver. Dette kan vurderes å undersøkes. Også i forbindelse med teleanleggene kan det tenkes å oppstå problemer som bør vurderes ved for eksempel testkjøring og målinger. For et fremtidig banestrømforsyningsanlegg må komponenter velges og dimensjoneres slik at slike problemer ikke kan oppstå.

Det er planlagt utarbeidet en fase 2 av denne hovedplanen. Denne bør vise hva nytt trekkmateriell for godstog vil få å si for dimensjoneringen av banestrømforsyningen. EL16 lokomotivene vil være klar for utrangering når nytt KL-anlegg planlegges å bygges om 10-15 år. Nytt trekkmateriell vil ha regulerbar $\cos\phi$ og dermed gi en mindre belastning av strømforsyningen. Derfor kan det være fornuftig å dimensjonere et fremtidig banestrømforsyningsanlegg med moderne lokomotiver, og en dimensjonerende ruteplan basert på tunge godstog.


Dette er den redigerte utgaven av "Hovedplan – Banestrømforsyningen på Dovrebanen" etter intern høring i Region Nord og Region Øst. Utgitt dato: 1. november 2001.

Forsidefoto: Rune Fossum; Godstog trukket av EL14 lokomotiv i nærheten av Kongsvoll st.


For BanePartner
Prosjektansvarlig (PA):

Signatur: 

Prosjektleder (PL):

Signatur: 

Rapport utarbeidet av:

Signatur: 



Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING	3
1.1	Tidligere hovedplan og kraftsystemplan.....	3
1.2	Dagens situasjon.....	3
1.3	Forutsetninger for denne hovedplanen	4
1.4	Simuleringene som ligger til grunn.....	5
1.5	Kost / nytte analyse.....	5
2	TEKNISKE KRAV TIL BANESTRØMFORSYNING	6
2.1	Spenningen på strømvagter	6
2.2	Belastning av omformerne.....	6
2.3	Belastning av kontaktledningen	7
2.4	Belastning for filterimpedanser.....	7
2.5	Belastning av sugetransformatorer	8
3	DIMENSJONERENDE RUTEPLAN	9
4	ALTERNATIVER FOR FORSTERKNING AV BANESTRØMFORSYNINGEN	10
4.1	Tidsplanlegging og prioritering av alternativene.....	10
4.2	Alternativ 0 - Nytt konvensjonelt KL-anlegg med dimensjonerende ruteplan uten øket togvekt for godstogene.....	11
4.3	Forsterkning av banestrømforsyningen med godstog uten pådragsbegrensning.....	12
4.3.1	Alternativ 1A - Ny omformerstasjon på Garli og Hjerkin forsterkning av Rudshøgda, Otta, Dombås og Oppdal	12
4.3.2	Alternativ 1B - Nytt KL-anlegg med AT-system for strekningen Fron – Lundamo og forsterkning av omformere.....	14
4.4	Forsterkning av banestrømforsyningen med godstog med pådragsbegrensning	15
4.4.1	Alternativ 2A - Pådragsbegrensning for multiple E16 lokomotiver og forsterkning av omformere	15
4.4.2	Alternativ 2B - Pådragsbegrensning for multiple E16 lokomotiver og midlertidig forsterkning av omformere.....	16
4.5	Permanent forsterkning av banestrømforsyningen.....	17
4.5.1	Alternativ 3A - Nytt konvensjonelt KL-anlegg på strekningen fra Tangen til Lundamo	17
4.5.2	Alternativ 3B - Nytt kl-anlegg med AT-system Tangen – Lundamo.....	17
5	KOSTNADSOVERSLAG	19
5.1	Kostnadsgrunnlag for komponenter	19
5.1.1	Sugetransformatorer	19
5.1.2	Filterimpedanser	19
5.1.3	Kontaktledningsanlegg.....	20
5.1.4	Moderne vern med funksjon for overbelastning	20
5.1.5	Kontaktledningsanlegg med AT-system.....	21

5.1.6	Enhetspris for skifte av omformer	22
5.1.7	Ny roterende omformerstasjon	23
5.1.8	Statisk omformerstasjon	24
5.2	Kostnader for alternativene	25
5.2.1	Kostnader for alternativ 1A.....	25
5.2.2	Kostnader for alternativ 1B.....	27
5.2.3	Kostnader for alternativ 2A.....	28
5.2.4	Kostnader for alternativ 2B.....	29
5.2.5	Kostnader for alternativ 0	30
5.2.6	Kostnader for alternativ 3A.....	32
5.2.7	Kostnader for alternativ 3B.....	33
6	KONKLUSJON	36
6.1	Fremtidig løsning avgjør valg av løsning på kort sikt	36
6.2	Lokomotivtype er vesentlig for dimensjonering av anlegget	36
6.3	Anbefalt løsning på kort sikt – alternativ 2B	37
6.4	Anbefalinger for løsning på lang sikt - alternativ 3B	38
6.4.1	Fordele med AT-system	38
6.5	Oppsummering	40
6.6	Anbefalinger for videre arbeid - fase 2	40
7	RISIKOVURDERING	42
7.1	Banestrømforsyning med AT-system.....	42
7.1.1	Redundans i banestrømforsyningen - omformere	42
7.1.2	Redundans i banestrømforsyningen - autotransformatorer	42
7.1.3	Nødfrakobling for togene	42
7.1.4	Elsikkerhet i KL-anlegg med AT-system	42
8	FORHOLD TIL ANDRE ANLEGG	43
8.1	Påvirkning av sporfeltene	43
8.2	Påvirkninger av telenettet	43
9	REFERANSEDOKUMENTER	44
10	VEDLEGG.....	45

1 INNLEDNING

1.1 Tidligere hovedplan og kraftsystemplan

Hovedplanen fra 1994 "Forsterkning av banestrømforsyningen på Dovrebanen" [1.] tar for seg strekningen fra Fåberg til Trondheim. Region Nord hadde ansvaret for denne Hovedplanen, men Region Øst laget egen Hovedplan. I denne Hovedplanen ble det vurdert følgende tiltak; fjernledning med nominell spenning 132kV eller 55kV i egen trase, nye statiske omformere eller en kombinasjon av nye omformere og fjernledning. Denne hovedplanen ble utført med simuleringsprogrammet Visjon/Oslo av British Rail Research og NSB Ingeniørtjenesten (nå BanePartner). Simuleringer med SIMPOW ble utført av EFI (nå Sefas). Det ble anbefalt følgende tiltak:

- Nye statiske omformere på 2 x 6,0MVA ved Rudshøgda, Otta, Hjerkin, Garli og Stavne

"Hovedplan for banestrømforsyningen på Dovrebanen, gjenværende strekninger" [2] omhandlet strekningen fra Dombås til Lundamo. Denne ble skrevet av Jernbaneverket Ingeniørtjenesten og utgitt den 15.12.96. Tiltakene som da ble vurdert var forsterkningsledning, 66kV fjernledning, nye omformerstasjoner, både statiske og roterende og midlertidige eller permanente kompaktomformere. Ut fra en nytte/kost-analyse konkluderes det med at et av to alternativer bør velges for strekningen Oppdal - Lundamo:

- Ny omformerstasjon på Støren der aggregatene fra Lundamo omformerstasjon installeres. Lundamo omformerstasjon legges ned.
- Midlertidig kompaktomformer på 2 x 2,0MVA installeres på Garli. Senere revideres Lundamo omformer og nytt kl-anlegg med forsterkningsledning bygges mellom Oppdal og Lundamo.

For strekningen Dombås - Oppdal er følgende anbefalt i konklusjonen:

- Det bygges en midlertidig kompaktomformerstasjon på Hjerkin med ytelse 2 x 2MVA. I 2007 bygges det et nytt KL-anlegg med forsterkningsledning mellom Dombås og Oppdal.

For Hovedplanen fra 1994 er ruteplan fremtidig R94 benyttet. Ruteplanene fremtidig R94 og R95 ligger til grunn for simuleringen i hovedplanen fra 1996. Ruteplanen fremtidig R94 forutsetter bruk av følgende traksjonsmateriell; E113, E114, E116 og E117 foruten type 70 (IC-tog). For R95 er E118 kommet i tillegg.

"Landsdekkende kraftsystemplaner" [3.] delrapport for Region Nord ble utgitt i 1999. Den planen bygger ikke på simuleringer, men det er gjort sammenligninger mellom ruteplanene som ligger til grunn for hovedplanen fra 94 og 96, og nyere ruteplan R99.1 Det redegjøres for at krengetogene og E118 for persontog, har styrbar $\cos\phi$ og dermed påvirker de "elektriske" forholdene i positiv retning. Det er også blitt en økning i togtettheten og flere godstog på strekningen enn de tidligere hovedplanene legger til grunn.

"Landsdekkende kraftsystemplan" konkluderer med at de store endringene i togtrafikken og togmateriellet vil gi endrede forhold både når det gjelder spenning og effektbehov. Det anbefales å gjøre nye undersøkelser for Dovrebanen fra Eidsvoll til Trondheim. Det trekkes i tvil at det er riktig å investere i en ny midlertidig kompaktomformer på Garli og senere bygging av nytt kontaktledningsanlegg med forsterkningsledning mellom Oppdal og Lundamo.

1.2 Dagens situasjon

Siden forrige hovedplan "Forsterkning av banestrømforsyningen på Dovrebanen" fra 1994 og senere "Hovedplan for banestrømforsyningen på Dovrebanen, gjenværende strekninger" fra 1996 er det skjedd en stor endring i trekkmateriellet som brukes. Krengetog (type 73) er innført og bare E118 brukes vanligvis for de øvrige fjerntogene. Øvrig persontrafikk fremføres med

motorvognsett type 70 (IC-tog). El13 er utfaset. El14 og El16 brukes til fremføring av godstog. Det er et sterkt ønske fra NSB Gods om å få trafikere Dovrebanen med godstog med en lastvekt 50% større en dagens tog (totalvekt blir da 1435tonn) og benytte multiple El16 lokomotiver.

For bruk av El16 (eller Rc-4) lokomotiver er det en rekke begrensninger. Det er ikke tillatt å kjøre doble El16 lokomotiver, selv om dette er et sterkt ønske fra NSB Gods. Doble El16 lokomotiver tillates ikke på Dovrebanen på grunn av at banestrømforsyningen ikke er dimensjonert for så stort effektuttak. Det er også andre begrensninger relatert til overbelastning, støvstrømmer og metningsfenomener i sugetransformatorer og filterimpedanser. Se vedlegg 1.

Når det gjelder banestrømforsyningen er noen forsterkningstiltak utført siden "Hovedplan for banestrømforsyningen på Dovrebanen, gjenværende strekninger" fra 1996. Stavne omformer er bygget og driftsatt i 1997. Videre er Lundamo omformer revidert og driften opprettholdt.

Omformerstasjonene ved Otta og Rudshøgda er midlertidige. Midlertidig omformerstasjon ble opprettet på Otta for å avhjelpe spenningsproblemer i dette området. Rudshøgda omformer ble satt opp i forbindelse med de Olympiske Leker i 1994, denne er også i fortsatt drift. Stasjonene tilfredsstiller ikke de tekniske krav som er satt til slike installasjoner. Det er gitt en midlertidig tillatelse til drift av disse fra Elektrisitetstilsynet. Tillatelsene utløper i år 2003 for Rudshøgda omformer og 2005 for Otta omformer.

Kontaktledningsanlegget på Dovrebanen ble ferdig i 1966 - 70 og dets tekniske levetid er ved bygging satt til 40 år. Det er planlagt å bytte KL-anlegget om 10 - 15 år. Alderen på anlegget vil da være 44 - 49 år og utskifting er da sannsynligvis påkrevet. Mastene for KL-anlegget er i dårligst forfatning på Dovreplataet, i området rundt Hjerkin. Her hender det at mastene kommer ut av stilling.

1.3 Forutsetninger for denne hovedplanen

Dagens banestrømforsyning er tilfredsstillende både med hensyn på installert effekt og spenning på KL-anlegget, forutsatt dagens ruteplan og maksimale togvekter. Årsakene til at det er behov for en ny hovedplan kan beskrives slik:

1. Det er nødvendig å ta en beslutning på hva som skal gjøres med de midlertidige omformerne på Rudshøgda og Otta.
2. KL-anlegget planlegges skiftet på mellomlang sikt, valg av fremtidig system for banestrømforsyningen bør gjøres nå for å planlegge riktige tiltak på kort og lang sikt.
3. Fremtidig økning av godstransporten vil kunne bli betraktelig, en totalvekt på 1435tonn ligger til grunn for dimensjonerende ruteplan. Også på kort sikt er stor godstransport ønskelig. For denne Hovedplanen er dagens ruteplan R149.1 lagt til grunn, med en økning av lastvekten for godstogene og innføring av multiple El16 lokomotiver som eneste endring. Hvilke tiltak som settes inn for å tillate en slik togtrafikk vil bli bestemmende for punkt 1 og 2.

Punkt 3 ønskes utført snarest mulig, men simuleringene viser at det må gjøres relativt store forsterkninger av banestrømforsyningen for å oppfylle dette. Det er derfor valgt å beskrive tiltak på lang og kort sikt. I denne Hovedplanen er det vist beste langsiktige tiltak for å samordne de kortsiktige løsningene best mulig.

I forbindelse med denne hovedplanen er det ikke utført simuleringer med dagens situasjon, det vil si; ruteplan R149.1, dagens lastvekt for godstog og banestrømforsyning. Men det har ikke vært nødvendig da det ikke er spesielle problemer med banestrømforsyningen på Dovrebanen i dag, verken når det gjelder lave spenninger eller effektunderskudd.

1.4 Simuleringene som ligger til grunn

Simuleringsrapporten "Simuleringer for Banestrømforsyningen på Dovrebanen" [1.] ligger som grunnlag for denne Hovedplanen. Her er dagens ruteplan R149.1 lagt til grunn, med den omtalte økning av lastvekten for godstogene. I disse simuleringene er følgende case undersøkt:

1. Simulering med trafikk dag/natt ingen endringer av banestrømforsyningen
2. Simulering med trafikk dag/natt forsterkningsledning Oppdal – Lundamo.
3. Simulering med trafikk dag/natt kompaktomformer på Garli 2 x 2,0MVA

Ingen av forsterkningsalternativene 2 og 3 vil gi nødvendige forbedringen av spenningen. Spenningen for godstogene forbedres bare marginalt i Garli området, hvor spenningen kommer ned mot 12,0kV både med og uten til disse tiltakene. På grunn av manglende virkning av disse tiltakene vil ikke dette kommenteres videre.

Siden det var åpenbart at de multiple El16 lokomotivene trekker meget stor effekt ble det gjort forsøk med redusert pådrag. En ekstra simulering med redusert pådrag og ingen endringer av banestrømforsyningen ble utført. Dette viste seg å gi gode resultater og dette er dermed tatt med som eget alternativ (Alt 2A og 2B).

Denne hovedplanen er kalt fase 1, en fortsettelse av dette arbeidet kalt fase 2, skal legges frem senere. Da simuleringene for fase 1 ble planlagt ble det ikke forutsett hvilken stor belastning så tunge godstog ville ha på strømforsyningen. Fase 1 var ment å skulle vise konsekvensene av en moderat økning av godstransporten, mens fase 2 skulle vise en enda større fremtidig økning. I siste kapittel, se 6.6 , om anbefalt videre arbeid, er det redegjort videre hva en fase 2 bør inkludere. Fase 2 gjennomføres som en egen Hovedplan.

Alle forslag til nye omformere og forsterkning av de eksisterende bygger på simuleringene. Forsterkningene er foreslått med utgangspunkt i maksimal belastning som simuleringene viser, slik at en ny omformer ligger innenfor sine belastningsgrenser med hensyn på 6 minutters og 2 sekunders verdier. Det er også tatt hensyn til at timesverdien for belastningen ikke skal overstige mer enn 50% av omformerens nominelle verdi, dette gjelder omformerstasjoner med to aggregater. Denne regelen skal sikre redundans slik at hvis et aggregat faller ut, skal ikke det gjenværende overbelastes.

1.5 Kost / nytte analyse

Det er fra Hovedkontorets side besluttet at kost/nytte - analyser av forskjellige alternativer for forsterkning av banestrømforsyningen ikke skal gjøres i Hovedplanutredninger. Slike overveielser skal gjøres av Hovedkontoret på overordnet nivå i samråd med Regionkontorene. Investeringene skal sees i sammenheng med øvrige nødvendige tiltak på de enkelte banestrekningene.

På denne bakgrunn er kost/nytte – analyser ikke gjennomført i denne Hovedplanen. Imidlertid er alle alternativene stilt opp for å oppnå det samme på kort og lang sikt, dermed vil kostnadskalkylene vise forskjellen i investeringsnivå.

2 TEKNISKE KRAV TIL BANESTRØMFORSYNING

Alle alternativene som er presentert i denne Hovedplanen er utformet for å ta høyde for maksimal belastning for komponentene som er nevnt nedenfor. Alternativene er utformet for å tilfredsstille kravet til minste tillate spenning på strømvtagere og strømstyrke for kontaktledning, sugetransformatorer og filterimpedanser. Tilstrekkelig redundans for omformeraggregater skal også oppfylles. Simuleringene danner grunnlaget for dimensjonering av anleggskomponentene.

2.1 Spenningen på strømvtagere

For at banestrømforsyningen ikke skal være til hinder for fremføringen av en gitt trafikk stilles følgende hovedkrav:

Spenningen på strømvtagere må ikke underskrive en gitt verdi. Nedre grense er i henhold til IEC publikasjon nr. 60850, satt til 12kV. Jernbanelanternets nedre grense er satt til 13,5kV ved prosjektering av nye anlegg, basert på simuleringer.

Valget av 13,5kV som dimensjonerende spenning ved prosjektering av nye anlegg begrunnes med at det bør være innlagt en viss reserve for fremtidig trafikkøkning. Et annet krav som har sammenheng med matestasjonene gjelder:

Energiforsyningen skal dimensjoneres slik at spenningen på strømvtagere ikke underskriver 12,0kV ved utfall av en mateenhet (aggregat) i en matestasjon. Dersom stasjonene består av kun en mateenhet vil kravet ikke gjelde.

2.2 Belastning av omformerne

Belastningsevnen til dagens omformerstasjoner er oppgitt i tabellen nedenfor. Av hensyn til redundans i strømforsyningen og nødvendig ytelse er det i de fleste omformerstasjoner på Dovrebanen installert to aggregater.

Det skal velges så store omformere at det skal være reservekapasitet ved utfall av et aggregat. Dermed skal ingen av de gjenværende aggregatene overbelastes om et aggregat faller ut. Spenningen på kontakt- ledningen skal heller ikke underskride 12,0kV om dette skjer. En enkel regel for å ivareta dette er at seksminuttsbelastning for omformerne med to aggregater ikke skal overskride 50% av installert ytelse (seksminuttsverdi) i omformer -stasjonen. Samtidig skal ikke spenning bli lavere enn 12,0kV ved utfall av aggregat, men dette gjelder ikke i stasjoner med kun et aggregat installert.

Tabell 2-1 Belastbarhet for omformere

Aggregat Type [MVA]	Maks 6 min belastning [MVA]	Maks time belastning [MVA]	Maks 2sek belastning [A]
3,1	4,8	3,1	450
5,8	8	5,8	625
7,0	11	7,0	825
10,0	14	10	1250

Definisjonen av disse verdiene:

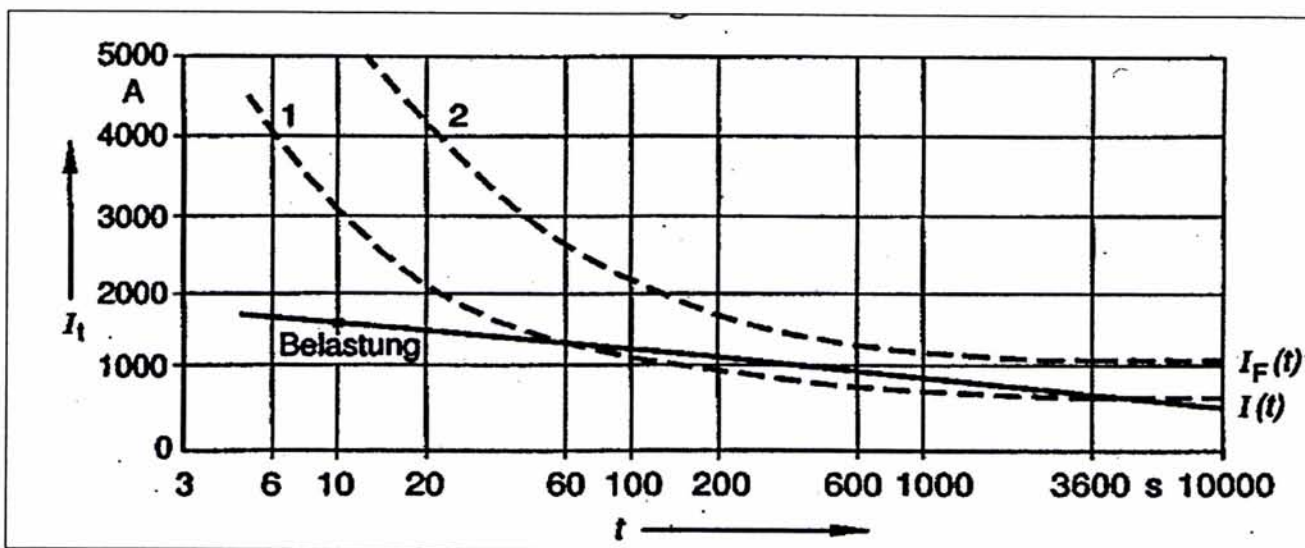
- Timeytelse defineres som aggregatenes/stasjonenes nominelle ytelse (kontinuerlig belastning).
- Maksimal 6 minutters belastning defineres som aggregatenes/stasjonenes termiske overbelastbarhet. Denne verdien stiller for de roterende aggregatene krav til at belastningen forut for maksimalbelastningen har vært under grunnlasten som er halve seksminuttsverdien.

- Maksimal 2 sekunders verdi er aggregatenes maksimale strømbelastbarhet. Denne grensen er satt etter starttrinnet for generatorens overstrømsvern. Dersom denne grenseverdien overskrides vil det kunne føre til at overstrømsvernet kobler ut stasjonen. 2-sekundsverdien er kun benyttet for roterende aggregater siden de statiske aggregatene har en elektronisk strømgrense slik at de ikke overbelastes og heller ikke kobles ut dersom strømgrensen overskrides.

2.3 Belastning av kontaktledningen

Kontaktledningen for hele strekningen på Dovrebanen er av typen Cu 100mm² kontakttråd og 50 mm² bæreline. Nominell strømføringsevne er 600A. For korte tidsrom kan belastningen være betydelig større.

Strømføringsevnen er beregnet med 10% slitt kontakttråd, 35°C lufttemperatur og 1 m/s vindhastighet.



Figur 2-1 Belastbarhet for kontaktledning. Linje 1 viser kontaktledning uten forsterkningsledning eller returledning. Strømmen på y-aksen som funksjon av tiden i sekunder på x-aksen.

2.4 Belastning for filterimpedanser

Filterimpedansene på Dovrebanen er dimensjonert for 380A, men de nyeste som er skiftet ut de siste årene er på 600A. Det har ikke lyktes å finne overbelastbarheten for enhetene på 380A, men i teknisk regelverk er strømbelastning for filterimpedanser på 600A oppgitt. Overbelastbarheten for filterimpedanser på 380A er beregnet ved å se på den prosentvise tillatte overbelastningen av de på 600A

Tabell 2-2 Overbelastbarhet for filterimpedanser. Kalkulert tall i kursiv

Nominell Størrelse [A]	Belastning i 1 sek [A]	Belastning i 5 sek [A]	Belastning i 1 min [A]	Belastning i 5 min [A]	Belastning i 30 min [A]	Belastning i 2 timer [A]
600	20000	11800	3500	1600	950	800
380	-	7500	2200	1000	950	500

2.5 Belastning av sugetransformatorer

Sugetransformatorene på Dovrebanen er dimensjonert for nominell strøm på 250A, 380A og 600A.

Teknisk spesifisering for sugetransformatorer på 250A fra 1956, angir kravene for overbelastning for disse, se tabell 2-3. Videre angir teknisk spesifisering for sugetransformatorer fra 1998, overbelastbarheten for sugetransformatorer på 600A.

For sugetransformator på 380A er overbelastbarheten beregnet ut fra prosentvis overbelastbarhet for enhetene på 250A og 600A. Der disse prosenttallene er forskjellige er det minste tallet valgt.

Tabell 2-3 Overbelastbarhet og metningsgrense for sugetransformatorer. Kalkulert tall i kursiv

Nominell Størrelse [A]	Belastning i 1 sek [A]	Belastning i 5 sek [A]	Belastning i 1 min [A]	Belastning i 5 min [A]	Belastning i 30 min [A]	Belastning i 2 timer [A]	Metningsgrense
250	-	5000	1750	750	400	330	<i>1500</i>
380	-	<i>7500</i>	<i>2200</i>	<i>1000</i>	<i>600</i>	<i>500</i>	<i>2200</i>
600	20000	11800	3500	1600	950	800	3500

Når det gjelder metningsfenomener i sugetransformatorer og filterimpedanser, som er beskrevet i vedlegg 1, er ikke dette undersøkt spesielt. Det anbefales eventuelt at dette undersøkes enten ved beregninger eller målinger, eventuelt begge deler. Når det gjelder andre problemer som eventuelt kan oppstå i den øvrige installasjonen rundt sugetransformatorer og filterimpedanser er ikke dette kommentert her. Dette bør vurderes av eksperter på de respektive fagområder.

3 DIMENSJONERENDE RUTEPLAN

For dimensjonerende ruteplan gjelder følgende regel gitt i JD 546, kap. 5.2:

Når tiltak i banestrømforsyningen skal planlegges skal dimensjonerende ruteplan være godkjent av Hovedkontoret og ligge til grunn for simuleringer.

I forbindelse med denne Hovedplanen ble møte avholdt 9. mai 2000 med NSB Gods, Jernbaneverket ved Hovedkontoret, Region Nord og Øst og BanePartner. Se vedlegg 2 som viser møtereferat og brev som omhandler disse spørsmålene. Bakgrunnen for møtet var et nytt punkt i Teknisk Regelverk som krever at fremtidig trafikkprognose og ruteplan skal godkjennes av Hovedkontoret.

Av møtet kom det frem at fremtidig økning av godstransporten vil kunne bli betraktelig, en økning på 50% i forhold til de tyngste godstogene som trafikkerer Dovrebanen i dag er ønskelig. Dette gir en totalvekt på 1435 tonn og denne vekten ligger til grunn for dimensjonerende ruteplan. For å trekke disse togene vil det være nødvendig å bruke multiple El16 lokomotiver.

To hovedstrategier for valg ruteplan kan settes opp på bakgrunn av de diskusjoner som har vært ført:

1. Dagens ruteplan R149.1 [2.] og øket lastvekt (1275 tonn) for godstogene. Velge å simulere en hverdag med stor trafikk. For planlegging på kort sikt, 0-10 år.
2. Kapasitetsoptimal ruteplan, som viser teoretisk antall tog som kan kjøre på Dovrebanen ved full trafikk i begge retninger.

For simuleringer i Hovedplanens fase 1 er det gjort noen simulering med kapasitetsoptimal ruteplan, resten er utført med ruteplan R149.1.

For simuleringer for fase 2 er det utarbeidet en grafisk ruteplan i henhold til punkt 2. Fase 2 vil bli behandlet i en egen Hovedplan. Arbeidet starter i 2001, umiddelbart etter at fase 1 er ferdig.

4 ALTERNATIVER FOR FORSTERKNING AV BANESTRØMFORSYNINGEN

Tiltakene som er aktuelle for å forsterke banestrømforsyningen er:

- **Nye omformerstasjoner:** Midlertidig eller permanent, statisk eller roterende. Generelt et tiltak for å avhjelpe effektunderskudd, men virker også som spenningshevende tiltak.
- **Forsterkning av omformere i samme stasjon:** Tiltak ved effektunderskudd, hever spenningen i tilfeller hvor de eksisterende omformerne er hardt belastet.
- **Kontaktledning med forsterkningsledning:** Simuleringene har vist at dette gir begrenset heving av spenningen. Tiltaket er desto mer aktuelt for å øke strømføringssevnen hvis kontaktledningen blir overbelastet.
- **Kontaktledning med autotransformator-system:** Ny teknologi som hever spenningen, senker overføringstapene og gir bedre lastfordeling mellom stasjonene.
- **Fjernledning:** Spenningshevende tiltak. Krever egen trase for høyspentlinje. I tidligere hovedplaner er dette forkastet etter en kost/nytte - analyse. Denne type tiltak fordrer også en krevende offentlig planbehandling, noe som blir vanskeligere og vanskeligere i takt med en mer restriktiv lovgivning og praksis. Dette alternativet er ikke vurdert i denne Hovedplanen.

4.1 Tidsplanlegging og prioritering av alternativene

Nytt KL-anlegg må bygges for hele Dovrebanen om en tid (10-15år). Bygges et slikt anlegg med AT-system forutsettes det at Otta og Rudshøgda omformere kan fjernes. Ved prosjektering av nytt KL-anlegg vil 13,5kV bli dimensjonerende spenning, det vil også være naturlig å la godstog med multiple E116 lokomotiver kjøre uten pådragsbegrensning.

Velges konvensjonelt KL-anlegg som fremtidig løsning er det sannsynlig at Otta og Rudshøgda omformere må oppgraderes og bli permanente. Nye omformere på Garli og Hjerkinna må også bygges for å få akseptable spenningsforhold.

Alternativ 3A og 3B nedenfor, vil være alternativer på lang sikt. De andre alternativene er forutsatt å kunne skje på kort eller mellomlang sikt. For de midlertidige tiltakene er det sett på løsninger der midlertidige omformere inngår. Tiltakene merket A leder mot et fremtidig alternativ 3A og likeledes leder tiltakene merket B frem mot alternativ 3B. Alternativene 1A og 1B krever store investeringer, mens alternativene 2A og 2B er mye billigere løsninger.

Alternativ 0: Forsterke og oppgradere omformere på Rudshøgda og Otta til permanente installasjoner. Forsterke omformer på Dombås. Konvensjonelt KL-anlegg på strekningen fra Tangen til Lundamo.

Alternativ 1A: Forsterke og oppgradere omformere på Rudshøgda og Otta. Forsterke omformer på Dombås og Oppdal. Etablere nye omformere på Garli og Hjerkinna.

Alternativ 1B: Nytt KL-anlegg med AT-system på strekningen Fron – Lundamo. Forsterke midlertidig omformer på Rudshøgda og omformer på Dombås og Oppdal.

Alternativ 2A: Innføre pådragsbegrensning for godstog med multiple E116 lokomotiver. Forsterke og oppgradere omformere på Rudshøgda og Otta. Forsterke omformer på Dombås og Oppdal. Ny omformer på Hjerkinna.

Alternativ 2B: Innføre pådragsbegrensning for godstog med multiple E116 lokomotiver. Forsterke midlertidige omformerne på Rudshøgda og Otta. Forsterke omformer på Dombås og Oppdal. Ny midlertidig omformer på Hjerkinna.

Alternativ 3A: Nytt konvensjonelt KL-anlegg på strekningen fra Tangen til Lundamo. Otta og Rudshøgda omformere oppgraderes og forsterkes. Ny omformer ved Garli og Hjerkinna, forsterkning av Dombås og Oppdal omformere.

Alternativ 3B: Nytt kl-anlegg med AT-system på strekningen fra Tangen til Lundamo. Midlertidige omformere fjernes. De øvrige omformerne forsterkes der det er nødvendig.

4.2 Alternativ 0 - Nytt konvensjonelt KL-anlegg med dimensjonerende ruteplan uten øket togvekt for godstogene

I kostnadsoverslagene som settes opp for de forskjellige alternativene skal investeringene presenteres, slik at det fremgår hva som er nødvendig investering for å tilrettelegge banestrømforsyningen for dimensjonerende ruteplan. Det kan være interessant å sammenligne dette med hva som er nødvendig investering for oppgradering av dagens system, dimensjonert for dagens trafikk og maksimal lastvekt for godstogene (850 tonn). En oppgradering vil inkludere fornying av KL- anlegget og en mindre forsterkning av banestrømforsyningen.

KL-anlegget er på grunn av sin alder modent for utskifting om 10 - 15 år. Dette vil være et vedlikeholdstiltak, mens forsterkning av banestrømforsyningen er et investeringstiltak. Ved skifte av KL-anlegget forutsettes det også at sugetransformatorer og filterimpedanser fornyes.

Hvis det om 10 – 15 år skal bygges nytt KL-anlegg, uten å legge dimensjonerende ruteplan med doble E116 lokomotiver og stor lastvekt til grunn, vil utbyggingen bli mindre. Når nytt konvensjonelt KL-anlegg erstatter det eksisterende er dette et vedlikeholdstiltak, kravet til laveste spenning på kontaktledningen er 12,0kV (målt i lokomotivet). Hvis derimot et nytt KL-anlegg bygges med forsterkningsledning vil dette være en utvidelse og oppgradering av dagens anlegg, og kravet vil da være 13,5kV når simuleringer legges til grunn.

For å tilfredsstillere dagens ruteplan og "normale" godstog (med enkle E116 lokomotiver) trenges det noen forsterkningstiltak, i denne sammenheng blir det investeringstiltak. Det en her skal komme fram til er samlede investeringer for å muliggjøre dagens ruteplan med tilfredsstillende spenning og fornying av KL-anlegg.

Simuleringer med dagens ruteplan og strømforsyning er ikke utført. I dag er det ikke noen spesielle problemer med lave spenninger. Det er heller ikke foretatt systematiske målinger som viser spenningen på kontaktledningen. Noen holdepunkter for å si noe om behovet for øket ytelse i omformerstasjonene er tidligere Hovedplaner og Kraftsystemplanen (se referanse [1.], [2.] og [3.]) og notat fra "Faglig leder strømforsyning" i Region Nord, se vedlegg 3.

Det er klart at omformerstasjonene på Otta og Rudshøgda er nødvendige i dagens banestrømforsyning. Selv med godstog med normal lastvekt vil spenningene sannsynligvis komme under 13,5kV på strekningene Tangen – Rudshøgda – Fåberg og Fron – Otta – Dombås. En antar derfor at disse omformerne bør utvides hvis de skal opprettes som permanente installasjoner, også for dagens trafikksituasjon.

I følge Teknisk Regelverk vil det ikke være krav til 12,0kV som laveste spenning ved utfall av aggregat i stasjoner med kun et aggregat. Forutsetter imidlertid at utvidelse til to roterende omformere i disse stasjonene er ønskelig for å opprettholde spenningen på kontaktledningen om ett av omformeraggregatene kobles ut.

Omformerne på Otta og Rudshøgda er små og nabostasjonene er betydelig større. Små omformerne har vist seg gi et stort bidrag med reaktivt effekt og mindre aktiv effekt. Dette er et typisk fenomen for lastfordelingen mellom store og små stasjoner. I simuleringsrapporten som ligger til grunn er det vist at spenningen på kontaktledningen blir lav på grunn av stor overbelastning av disse omformerne. Konkret valg av størrelse for omformere på Otta og Garli er vanskelig. Simuleringene med dimensjonerende ruteplan viser at de to omformerne er omtrent like mye overbelastet. Antar at to aggregater på 3,1MVA er nødvendig på Rudshøgda og to på 5,8MVA er nødvendig for Otta. Uansett er ikke valget av betydning for kostnadsoverslaget, men har en viss betydning for kalkulering av årlige driftsutgifter.

Dombås omformer bør sannsynligvis utvides til to aggregater på 7,0MVA istedenfor dagens 5,8 + 7,0MVA, dette for å gi tilstrekkelig redundans. Likeledes bør nok også Oppdal utvides til to aggregater på 7MVA, dette i henhold fra uttalelser i ovennevnte notat (se vedlegg 3). Bare simuleringen med kapasitetsoptimal ruteplan viser behov for denne utvidelsen, men det kan

godt tenkes at en avvikende trafikksituasjon (som kapasitetsoptimal ruteplan kan illustrere) gir behov for større ytelse i Oppdal omformer.

For strekningene Dombås – Oppdal og Oppdal – Lundamo er Hovedplanen fra 1996 og Kraftsystemplanen fra 1999, se avsnitt 1.1, motstridene hva gjelder anbefalinger for nødvendige forsterkninger. Hovedplanen fra 1996 anbefaler som fremtidig løsning at det settes opp nytt KL-anlegg med forsterkningsledning. Videre anbefaler Kraftsystemplanen at simuleringer med nytt trekkmateriell må gjøres før det kan sies noe sikkert om behov for forsterkninger.

Uten konkrete simuleringer med dagens ruteplan og normale godstog er det vanskelig å forutse en optimal forsterkning av disse strekningene med dagens ruteplan og maksimale togvekter. Imidlertid viser simuleringene som ligger til grunn for denne Hovedplanen at forsterkningsledning gir liten forbedring av spenningen på kontaktledningen. En kompaktomformer på Garli forbedrer spenningen i større grad.

En vil her legge til grunn at nye statiske omformere på Hjerkin og Garli på 2 x 6MVA som foreslått i Hovedplanen fra 1994 ikke er nødvendig. Dette antas unødvendig for å oppfylle kravet om 12kV som laveste spenning med dagens ruteplan og normale godstog.

Notatet i vedlegg 3 anbefaler også forsterkninger av omformerstasjonene sør for Dombås på lengre sikt. Dette gjelder Fåberg og Fron der det anbefales aggregater på 7 + 5,8 MVA. I dag er ytelsen 2 x 5,8MVA i begge disse stasjonene. Forslaget i denne Hovedplanen er å øke ytelsen i Otta og Rudshøgda, altså nabostasjonene til Fåberg og Fron. Økes Otta omformer til 2 x 5,8MVA og Rudshøgda omformer til 2 x 3,1MVA vil sannsynligvis også Fåberg og Fron avlastes, dermed kan dagens størrelse på aggregatene i Fåberg og Fron beholdes.

Oppsummert er følgende nye vedlikeholds- og investeringstiltak nødvendig om dagens ruteplan og "normale" godstog legges til grunn:

- Øke ytelsen i Rudshøgda omformer med roterende aggregat på 2 x 3,1 MVA
- Øke ytelsen i Otta omformer med roterende aggregat på 2 x 5,8MVA
- Øke ytelsen i Dombås omformer med roterende aggregat på 2 x 7,0MVA
- Øke ytelsen i Oppdal omformer med roterende aggregat på 2 x 7,0MVA
- Nytt KL-anlegg for strekningen Tangen – Lundamo med returledning.

4.3 Forsterkning av banestrømforsyningen med godstog uten pådragsbegrensning

Alternativ 1A og 1B tar sikte på å forsterke banestrømforsyningen på kort sikt slik at tunge godstog kan trafikkere Dovrebanen uten pådragsbegrensning for doble E116 lokomotiver. Ved å gjøre midlertidige utvidelser av omformerne på Otta og Rudshøgda kan investeringene gjøres mindre. Forutsetter imidlertid at omformerne på Rudshøgda og Otta ikke forsterkes midlertidig for deretter å oppgraderes permanent i fremtiden (for alternativ 3A).

4.3.1 Alternativ 1A - Ny omformerstasjon på Garli og Hjerkin forsterkning av Rudshøgda, Otta, Dombås og Oppdal

Alternativ 1A forutsetter store forsterkninger av omformerstasjonene. Følgende nye omformere er antatt nødvendig:

- Øke ytelsen og fornye Rudshøgda omformer med roterende aggregat på 2 x 7,0MVA
- Øke ytelsen på Fron omformer med roterende aggregater på 2 x 7,0MVA
- Øke ytelsen og fornye Otta omformer med roterende aggregat på 2 x 5,8MVA
- Øke ytelsen i Dombås omformer med roterende aggregat på 2 x 10,0MVA
- Øke ytelsen i Oppdal omformer med roterende aggregat på 2 x 10,0MVA
- Etablere en ny statisk omformer på Hjerkin med ytelse 2 x 14,0MVA
- Etablere en ny statisk omformer på Garli med ytelse 2 x 7,5MVA

Ved å velge såvidt store omformere vil det sannsynligvis være god reservekapasitet ved utfall av et aggregat (jevnfør regelen om 50% timesbelastning av begge aggregater.

Disse anbefalte størrelser bygger på simuleringer med dagens ruteplan, ingen forsterkninger av banestrømforsyningen og doble E116 lokomotiver. For anbefalingen om større omformer på Oppdal er simuleringen med kapasitetsoptimal ruteplan benyttet. Selv om den kapasitetsoptimale ruteplanen er simulert med pådragsbegrensning for multiple E116 lokomotiver forutsettes det at to aggregater på 10MVA her er tilstrekkelig, sett i sammenheng med ny omformer på Hjerkin.

Simuleringene [4.] viser at kontaktledningen både i sørlig og nordlig retning ut fra Dombås blir hardt belastet. Dette gjelder også for filterimpedanser og sugetransformatorer. Ved å bygge en ny omformer på Hjerkin og utvide ytelsen i omformeren på Otta vil strømmen på avgangene fra Dombås omformer reduseres. Spenningen på strekningen Fron - Oppdal vil også forbedres ved å bygge en omformer på Hjerkin og utvide Otta omformer. Hvis en går inn for dette alternativet vil en simulering med de foreslåtte omformerne vise belastningsfordelingen mellom omformerne og behovet for nye komponenter. Her forutsettes det at nye komponenter er nødvendig i området ved Dombås omformer.

Filterimpedansene er på 600A og 380A og ved høye strømmer kan overbelastning oppstå for enhetene på 380A. Simuleringsrapporten [4.] presenterer strømmen ut fra alle omformerstasjonene til kontaktledningen i nordlig og sørlig retning. For simuleringen med doble E116 lokomotiver uten pådragsbegrensning kommer 6 minutters verdien for strømmen ut fra Dombås omformer opp på en verdi på 960A. Dette kan være kritisk for filterimpedansene på 380A. Av tabell 2-2 er maksimalt tillatte belastning i 5 minutter 1000A og for 30 minutter 950A. Denne belastningen vil med andre ord ligge like innenfor grensene. Med de foreslåtte nye omformerne på Otta og Hjerkin vil strømmen ut fra Dombås omformer bli en del mindre. Men her forutsettes det at filterimpedansene på strekningen Otta – Dombås – Oppdal må byttes til enheter på 600A.

Sugetransformatorer finnes i størrelsene 600A, 380A og 250A på Dovrebanen. Det er 15 sugetransformatorer på 250A nordover fra Fåberg, men disse vil ikke overbelastes. Enheter på 380A er det flest av, og disse kommer nær grensen for overbelastning i området ved Dombås omformer. Enheter på 380A kan i følge tabell 2-3 belastes 1000A i 5 minutter, og med en belastningsstrøm opp mot 960A blir marginene små. Som nevnt vil nye omformere endre disse forholdene en del, men her forutsettes det at utskiftninger er nødvendige. For sugetransformatorer på 600A vil ikke fare for overbelastning oppstå. Sugetransformatorer på strekningen Otta – Dombås – Oppdal forutsettes å byttes til nye enheter på 600A

Strekningen Otta – Dombås – Oppdal er 130km lang, med 3 km mellom hver sugetransformator og filterimpedans blir det 42 enheter. For hver sugetransformator er det to filterimpedanser. Forutsetter at til sammen 84 filterimpedanser og 42 sugetransformatorer må byttes til 600A enheter. Alle enhetene i Region Nord sitt område.

For strekningene Eidsvoll – Tangen og Lundamo – Trondheim viser simuleringene at det ikke vil være store belastningsstrømmer og heller ikke fare for overbelastning av sugetransformatorer eller filterimpedanser.

Den store økningen i belastning av KL-anlegget gir fare for overbelastning, mange steder når strømmen høye verdier. Simulering med ordinær ruteplan, ingen forsterkninger og doble E116 lokomotiver uten pådragsbegrensning ser ut til å gi strømmer over 600A i mer enn 6 minutter. Om et aggregat i en omformer faller ut kan dette føre til endringer av lastfordelingen slik at avganger til KL-anlegget kan bli belastet enda mer. Det forutsettes derfor at vern med funksjon for overbelastning installeres i omformerne fra Tangen til Lundamo. Situasjonen ved Stavne omformer, som er nært Lundamo omformer, forutsettes å ikke trenge dette tiltaket. Til sammen er det behov for 16 enheter.

Dette alternativet leder frem mot et fremtidig KL-system av konvensjonell type. Simuleringene viser spenninger under 12kV på samtlige delstrekninger mellom Rudshøgda og Lundamo, noe som tyder på at omformere på Rudshøgda, Otta, Hjerkin og Garli er nødvendige i et konvensjonelt KL-anlegg.

Det kan oppstå problemer med å etablere en ny omformerstasjon på Hjerkin. Dette fordi der et fredet naturområde sør for Hjerkin (Fokstumyra) og nord ligger Dovrefjell Nasjonalpark. Hvis det må bygges en ny 3-fase forsyningslinje inn til området kan det bli konflikter med verneinteressene. Det er fra tidligere gruvedrift kraftforsyning inn i området, derfor forutsettes det å være etablert tilstrekkelig kraftforsyning fra før.

4.3.2 Alternativ 1B - Nytt KL-anlegg med AT-system for strekningen Fron – Lundamo og forsterkning av omformere

Dette alternativet forutsettes å gi stivere spenning på kontakledningen enn konvensjonelt anlegg. Dette fordi system med autotransformatorer (AT) overfører effekten med det dobbelte (eller høyere) av systemspenningen.

Simuleringene har vist at det er overføringskapasiteten og dermed lav spenning på strekningen Oppdal – Lundamo som er et problem, ikke effektunderskudd. Derfor er det ikke nødvendig med en ny omformer ved Garli med dette alternativet. Også på strekningen Fron – Otta - Dombås - Oppdal viser simuleringene lave spenninger, derfor er KL-anlegg med AT-system foreslått helt fra Fron. Otta omformer fjernes. En annen grunn til at AT-system anbefales på strekningen Fron – Dombås – Oppdal er den store belastningen på avgangene til kontakledningene i nordlig og sørlig retning ut fra Dombås omformer.

Med dette alternativet antas følgende nye omformeraggregater å være nødvendige:

- Øke ytelsen midlertidig i Rudshøgda omformer med roterende aggregater på 2 x 5,8MVA
- Øke ytelsen i Dombås omformer med roterende aggregater på 2 x 10,0MVA
- Øke ytelsen i Oppdal omformer med roterende aggregater på 2 x 10,0MVA

Simuleringer med AT-system fra Fron til Lundamo og større omformere er ikke utført. Men anbefalte størrelser for omformerne bygger på simuleringer med dagens ruteplan, ingen forsterkninger av banestrømforsyningen og doble El16 lokomotiver. For anbefalingen om større omformer på Oppdal er simuleringen med kapasitetsoptimal ruteplan benyttet. Selv om den kapasitetsoptimale ruteplanen er simulert med pådragsbegrensning på multiple El16 lokomotiver forutsettes det at to aggregater på 10MVA her er tilstrekkelig, sett i sammenheng med at den elektriske avstanden til nabostasjonene blir betraktelig redusert og muligheten for effektutjevning mellom stasjonene blir større.

På lang sikt er det som nevnt nødvendig å skifte KL-anlegget. Når dette skal gjøres vil det være naturlig å vurdere et AT-system. Strekningen Fron – Lundamo vil da kunne være første del av en slik utskifting. Hvis nytt KL-anlegg med AT-system innføres for strekningen fra Tangen til Lundamo forutsettes det at den midlertidige omformerstasjonen på Rudshøgda fjernes.

Bygging av KL-anlegg med AT-system vil gi behov for å installere kiosker på bakken med AT-enheter, dette vil være kompakte enheter. Alternativet gir ikke større installasjoner i verneområdet ved Fokstua og Hjerkin.

Ved bygging av nytt KL-anlegg med AT-system forutsettes det at alle sugetransformatorer og filterimpedanser skiftes. På strekningen Eidsvoll – Fron er det 15 sugetransformatorer på 250A, men belastningsstrømmen blir ikke så stor at disse må skiftes ut. Filterimpedanser på 380A og 600A på strekningen Eidsvoll – Fron kommer heller ikke til å bli overbelastet. Heller ikke på strekningen Lundamo – Trondheim er det funnet at overbelastning av komponenter kan skje.

Det forutsettes at installasjon av vern for å forhindre overbelastning av KL-anlegget er nødvendig, men ikke der KL-anlegget bygges med AT-system, dette er diskutert i avsnitt 4.5.2. I dette tilfellet kreves det til sammen 6 enheter.

4.4 Forsterkning av banestrømforsyningen med godstog med pådragsbegrensning

Simulering med pådragsbegrensning for multiple E116 lokomotiver for godstogene viser at spenningen på kontaktledningen ikke kommer under 12kV noe sted, med dagens ruteplan. Dessuten vil pådragsbegrensningen føre til at omformerne ikke belastes så hardt.

4.4.1 Alternativ 2A - Pådragsbegrensning for multiple E116 lokomotiver og forsterkning av omformere

Med dette alternativet antas følgende nye omformeraggregater å være nødvendig:

- Øke ytelsen i Rudshøgda omformer med roterende aggregater på 2 x 5,8MVA
- Øke ytelsen i Otta omformer med roterende aggregater på 2 x 5,8MVA
- Øke ytelsen i Dombås omformer med roterende aggregater på 2 x 10,0MVA
- Øke ytelsen i Oppdal omformer med roterende aggregater på 2 x 7,0MVA
- Etablere en ny statisk omformer på Hjerkinns med ytelse 2 x 14,0MVA

De anbefalte størrelser bygger på simuleringer med dagens ruteplan, forsterkninger av banestrømforsyningen og doble E116 lokomotiver med pådragsbegrensning.

Som midlertidig løsning forutsettes det at en dimensjonerende spenning på over 12,0kV kreves på kontaktledningen, derfor kan etablering av en omformerstasjon på Garli utsettes. På Rudshøgda og Otta etableres omformerne som permanente installasjoner.

Dette alternativet leder frem mot en fremtidig bygging av et konvensjonelt KL-anlegg på strekningen Tangen – Lundamo. Med et konvensjonelt anlegg forutsettes det at Otta og Rudshøgda omformere oppgraderes og gjøres permanente. Dessuten må det etableres permanent omformerstasjon på Garli. Dette under forutsetning av doble E116 lokomotiver og stor lastvekt for godstogene, samt laveste spenning til 13,5kV på kontaktledningen, vil være dimensjonerende for et fremtidig anlegg. Imidlertid har simuleringen vist at selv der nye omformere settes inn, slik at det bare blir 40km mellom omformerstasjonene, kommer ikke spenningen opp mot 13,5kV som regelverket krever for forsterkningstiltak.

Ny omformer på Hjerkinns foreslås for å forhindre overbelastning av kontaktledningen fra Dombås og nordover, samt å gi tilfredsstillende spenning på kontaktledningen. Men en ny forsterkningsledning ville også forhindre overbelastning av kontaktledningen. Dette er et mye mer kostbart alternativ fordi det krever at et nytt KL-anlegg med stålmaster må bygges. For en løsning på kort sikt bygges omformer på Hjerkinns for å forhindre overbelastning av kontaktledningen nordover fra Dombås.

For et fremtidig konvensjonelt KL-anlegg er en omformer på Hjerkinns nødvendig for å opprettholde spenningen, noe en forsterkningsledning ikke gjør i tilstrekkelig grad (se simuleringsrapporten [4.]).

Det er 15 sugetransformatorene på 250A nordover fra Fåberg. I følge simuleringen med pådragsbegrensning på doble E116 lokomotiver [4.], kommer ikke disse sugetransformatorene bli overbelastet i dette området. Sugetransformatorene på 380A kan belastes 1000A i 5 minutter. På kontaktledningen nordover og sørover fra Dombås kommer strømmen ikke så høyt for 6 minutters verdien. Hvis det bygges ny omformer ved Hjerkinns, og Otta omformer utvides, vil belastningsstrømmen ut fra Dombås bli mindre. Marginen for overbelastning blir dermed større. For sugetransformatorene på 600A vil ikke problemer med overbelastning oppstå.

Alle sugetransformatorene på 250A og 380A kan sannsynligvis beholdes, og skifte til 600A taes derfor ikke med i kostnadskalkylen. Men sett i lys av at alternativ 2A leder frem mot et fremtidig

konvensjonelt KL-anlegg kan det vurderes å skifte alle de gamle enhetene på 250A og 380A til nye på 600A.

For filterimpedansene på 380A gjelder samme overbelastbarhet for 5 minutter som for sugetransformatorer. Forutsetter at ingen av filterimpedansene på 380A og 600A må skiftes og dette taes ikke med i kostnadskalkylen. Allikevel kan en vurdere å skifte de gamle filterimpedansene på 380A til nye på 600A.

Selv med pådragsbegrensning blir det økning av belastningen av KL-anlegget som gir fare for overbelastning, mange steder ser strømmen ut til å nå høye verdier. Simulering med ordinær ruteplan, forsterkninger og doble El16 lokomotiver med pådragsbegrensning ser ut til å gi strømmer opp mot 600A i 6 minutter og lengre tid. Spesielt ved utkobling av aggregater kan fare for overbelastning oppstå. Nye vern med funksjon for overbelastning settes inn mellom Tangen og Lundamo omformere, totalt 16 enheter.

4.4.2 Alternativ 2B - Pådragsbegrensning for multiple El16 lokomotiver og midlertidig forsterkning av omformere

Dette alternativet leder frem mot et KL-anlegg med AT-system for hele strekningen Tangen – Lundamo. Som midlertidig tiltak innføres det pådragsbegrensning for multiple El16 lokomotiver.

Hvis det bestemmes at et fremtidig KL-anlegg skal være av typen med AT vil omformer ved Hjerkinns være midlertidig. Denne skal settes inn for å avhjelpe effektoverføringen på KL-anlegget nordover fra Dombås. På samme måte vil en økning av omformerkapasiteten på Otta avlaste KL-anlegget i sørlig retning fra Dombås.

En annen mulighet er å bygge et nytt KL-anlegg med forsterkningsledning på strekningen Otta – Dombås – Oppdal. Dette vil være mye mer kostbart enn midlertidig omformer på Hjerkinns, men et slikt anlegg kan inngå i en fremtidig utbygging med AT-system. Forsterkningsledningen må da henges opp med isolatorer og blir da "negativ-leder" i et fremtidig AT-system. Spesielt om en ønsker forsert bygging av KL-anlegg på denne strekningen kan dette være aktuelt istedenfor midlertidig omformer på Hjerkinns.

Med dette alternativet antas følgende nye omformeraggregater å være nødvendig:

- Øke ytelsen midlertidig i Rudshøgda omformer med roterende aggregater på 2 x 5,8MVA
- Øke ytelsen midlertidig i Otta omformer med roterende aggregater på 2 x 5,8MVA
- Øke ytelsen i Dombås omformer med roterende aggregater på 2 x 10,0MVA
- Etablere en ny midlertidig omformer på Hjerkinns med ytelse 2 x 5,8MVA
- Øke ytelsen i Oppdal omformer med roterende aggregater på 2 x 7,0MVA

De anbefalte størrelser bygger på simuleringer både med dagens ruteplan og kapasitetsoptimal ruteplan, forsterkninger av omformer- stasjonene og doble El16 lokomotiver med pådragsbegrensning.

Som midlertidig løsning forutsettes at en dimensjonerende spenning på over 12,0kV på kontaktledningen er tilstrekkelig.

Som for alternativ 2A forutsettes det også her at sugetransformatorene på 250A og 380A ikke må skiftes til nye enheter på 600A. Fordi alternativ 2B leder frem mot et KL-anlegg med AT-system vil alle sugetransformatorene bli overflødige. Det vil derfor være ugunstig å installere nye sugetransformatorer som må fjernes om bare noen få år.

Filterimpedansene på 380A og 600A forutsettes også å beholdes. Ved overgang til et AT-system vil det fortsatt være behov for filterimpedanser, dermed kan det vurderes å skifte ut de gamle enhetene på 380A til nye på 600A. Overbelastningsvern forutsettes også for dette alternativet, totalt 16 enheter.

4.5 Permanent forsterkning av banestrømforsyningen

I løpet av 10-15 år forutsettes det at KL-anlegget på Dovrebanen må skiftes ut. Ved bygging av AT-system eller forsterkning av omformerstasjonene må det forutsettes at Jernbaneverkets krav til 13,5kV som laveste tillatte spenning legges til grunn. Dette kan imidlertid by på problemer i henhold til simuleringer som er utført med kapasitetsoptimal ruteplan, forsterkning av omformerne og pådragsbegrensning for doble El16 lokomotiver.

Det ser ut til at selv de steder der nye omformere settes inn, slik at det bare blir 40km mellom omformer- stasjonene, kommer spenningen under 13,5kV. Det kan derfor hende at dimensjonering av en ny banestrømforsyning ikke kan tillate multiple El16 lokomotiver å kjøre uten pådrags-begrensninger så lenge disse benyttes. For forsterkning av banestrømforsyningen er det imidlertid forutsatt doble El16 lokomotiver uten pådragsbegrensning.

Sugetransformatorer og filterimpedanser, er inkludert i fornying av KL-anlegget.

4.5.1 Alternativ 3A - Nytt konvensjonelt KL-anlegg på strekningen fra Tangen til Lundamo

Hvis et konvensjonelt anlegg bygges forutsetter det store forsterkninger av omformerstasjonene. Omformerstasjonene som i dag er midlertidige må oppgraderes til permanente installasjoner. Følgende nye omformere er antatt nødvendig:

- Øke ytelsen i Rudshøgda omformer med roterende aggregat på 2 x 7,0MVA, eventuelt statisk omformer.
- Øke ytelsen i Fron omformer med roterende aggregat på 2 x 7,0MVA
- Øke ytelsen i Otta omformer med roterende aggregat på 2 x 5,8MVA, eventuelt statisk omformer.
- Øke ytelsen i Dombås omformer med roterende aggregat på 2 x 10,0MVA
- Etablere ny statisk omformer på Hjerkin med ytelse 2 x 14,0MVA
- Øke ytelsen i Oppdal omformer med roterende aggregater på 2 x 10,0MVA
- Etablere ny statisk omformer i Garli med ytelse 2 x 7,5MVA

De anbefalte størrelser bygger på simuleringer med dagens ruteplan, ingen forsterkninger av banestrømforsyningen og doble El16 lokomotiver uten pådragsbegrensning. For anbefalingen om større omformer på Oppdal og Hjerkin er simuleringen med den kapasitetsoptimale ruteplanen benyttet. Når det ikke er utført konkrete simuleringer med forsterkning av omformerstasjonene kan en ikke være sikker på om anbefalingene ovenfor er tilstrekkelige. Simuleringer i den kommende fase 2 vil avdekke behovet.

Ved bygging av nytt KL-anlegg forutsettes det at alle filterimpedanser og sugetransformatorene byttes til nye enheter. Forutsetter videre at KL-anlegget på strekningen Eidsvoll – Tangen og Lundamo – Trondheim enten fornyes eller beholdes noe lengre. Sugetransformatorer og filterimpedanser på disse strekningene ser ikke ut til å være underdimensjonerte. Gamle enheter bør uansett fornyes.

Overbelastningsvern forutsettes for alternativet, totalt 16 enheter.

4.5.2 Alternativ 3B - Nytt kl-anlegg med AT-system Tangen – Lundamo

Hvis det ved installasjon av nytt KL-anlegg om 10-15 år innføres anlegg med AT kan en dra nytte av et system som kan overfører effekten med det dobbelte av systemspenningen. Dette fører til stivere spenning enn ved konvensjonelle anlegg, mindre energitap og jevnere belastning av omformerstasjoner ved togfremføring.

Det forutsettes at innføringen av et slikt system vil medføre at de midlertidige omformerne ved Otta og Rudshøgda kan fjernes. Det vil heller ikke være behov for nye omformere ved Hjerkin eller Garli. Nye simuleringer må gjøres for å finne nødvendig ytelse i de øvrige stasjonene. Også

her forutsettes at alle godstogene med multiple E116 lokomotiver skal kunne kjøre uten pådragsbegrensning. Imidlertid vil en nok kunne utvide med mindre ytelse for aggregatene i omformerstasjonene om multiple E116 lokomotiver gies pådragsbegrensning. Anlegget må dimensjoneres for 13,5kV som laveste spenning på kontaktledningen.

Med dette alternativet antas følgende nye omformeraggregater å være nødvendig:

- Øke ytelsen i Fåberg omformer med roterende aggregat på 2 x 7,0MVA
- Øke ytelsen i Fron omformer med roterende aggregat på 2 x 10,0MVA
- Øke ytelsen i Dombås omformer med roterende aggregat på 2 x 10,0MVA
- Øke ytelsen i Oppdal omformer med roterende aggregater på 2 x 10,0MVA

Konkrete simuleringer med AT-system er ikke utført. De anbefalte størrelser bygger på simuleringer med dagens ruteplan, forsterkninger av banestrømforsyningen i form av større omformere og doble E116 lokomotiver med pådragsbegrensning. For anbefalingen om større omformer på Oppdal er simuleringen med den kapasitetsoptimale ruteplan benyttet. Nye simuleringer i fase 2 vil med sikkerhet vise nødvendig størrelse for aggregatene.

Det finnes bare et vist antall og størrelser av roterende omformeraggregater og en må derfor forsøke å finne løsninger der disse er tilstrekkelige. Skulle det nødvendige antall roterende omformere ikke være tilgjengelige kan det bli nødvendig med utbygging av en eller flere statiske omformerstasjoner. Da blir kostnadene for dette alternativet større.

Ved bygging av nytt KL-anlegg med AT-system forutsettes det at alle filterimpedanser byttes til nye enheter. Forutsetter videre at KL-anlegget på strekningen Eidsvoll – Tangen og Lundamo – Trondheim enten fornyes eller beholdes noe lengre. Sugetransformatorer og filterimpedanser på disse strekningene ser ikke ut til å være underdimensjonerte, men fornying bør gjøres.

Når det gjelder behovet for overbelastningsvern er dette muligens ikke så aktuelt for alternativet med AT-system. Dette fordi effekten overføres på det dobbelte av normal systemspenning og strømmen da bare blir halvparten. Imidlertid vil strømmen være på det samme høye størrelsesorden på den seksjonen toget eller togene er inne på, fordi effekten her er transformert ned til normal systemspenning. Antall tog innenfor seksjonen, deres pådrag og avstanden mellom autotransformatorene vil avgjøre belastningen. Antall tog innenfor en seksjon og pådraget til disse togene vil igjen være bestemt av dimensjonerende ruteplan. Konkrete simuleringer for AT- system bør vise behovet for overbelastningsvern, derfor utelates denne kostnaden her.

5 KOSTNADSOVERSLAG

Kostnadsoverslagene er gjort slik at utgifter for å forsterke banestrømsanlegget for å gi nødvendig ytelse for dimensjonerende ruteplan med tung godstrafikk, kommer frem. Derfor er bare fornying av KL-anlegget mellom Tangen – Lundamo tatt med, da dette er denne strekningen som trenger forsterkninger av banestrømforsyningen.

De siste to alternativene, 3A og 3B er permanente tiltak for en fullstendig oppgradering av Dovrebanens strømforsyning. For alternativ 3A og 3B vil en sammenligne med prisen for å oppgradere dagens banestrømforsyning dimensjonert ut fra dagens trafikk.

Ved kjøp av komponenter og tjenester skal det betales merverdiavgift (mva), men det gies fradrag for disse utgiftene i ettertid. Imidlertid påløper det investeringsavgift for oppgradering og nyinvesteringer. Investeringsavgiften bortfaller på eget utført arbeid når dette er vedlikehold. Den delen av nytt KL-anlegg som er kalt vedlikehold vil altså gi rett til fradrag av investeringsavgiften når det utføres av Jernbaneverket selv. Her er det ikke dette tatt hensyn til og investeringsavgiften er lagt på alle utgifter.

5.1 Kostnadsgrunnlag for komponenter

Kostnader for utbygging og drift av nye anleggskomponenter er beskrevet under. Alle priser er gitt uten merverdiavgift. De fleste prisene bygger på "Landsdekkende kraftsystemplaner, Delrapport 1 av 7" fra desember 1999. I denne planen var prisene referert 1998 nivå. Konsumprisindeksen er brukt for å justere prisene opp til dagens nivå (gjennomsnitt pr. januar 2001). Noen priser er hentet fra andre kilder og dette gjøres det oppmerksom på.

5.1.1 Sugetransformatorer

I dag er det vanlig å installere sugetransformatorer for konvensjonelt KL-anlegg i kiosk på bakken. For en slik installasjon påløper det kostnader for selve transformatoren, fundament, kioskbygning, kabel, kabelkanal og overspenningsvern. Arbeidskostnader og leie av arbeidsmaskiner utgjør erfaringsvis en stor del av totalkostnaden. Spesielt blir arbeidskostnadene store, da det ofte blir en del ventetid. Totale kostnader pr. stykk settes til:

Sugetransformator og materiell, pr. stk.	97.000NOK
Arbeid og maskinkostnader	193.000NOK
Sum komplett sugetransformator	<u>290.000NOK</u>

5.1.2 Filterimpedanser

Filterimpedanser eksisterer i to forskjellige størrelser på Dovrebanen; 380A og 600A. Det er totalt ca 530 enheter på Dovrebanen hvorav ca. halvparten av hver størrelse. Pris pr. enhet for filterimpedans på 600A:

Filterimpedans, pr. stk.	8.000NOK
Arbeidskostnader	16.000NOK
Sum komplett filterimpedans	<u>24.000NOK</u>

5.1.3 Kontaktledningsanlegg

Kostnader for å bygge nytt KL-anlegg inkluderer opphengt returledning og sugetransformatorer i kiosk på bakken. Det forutsettes at alle eksisterende sugetransformatorer må byttes, både på grunn av liten størrelse, høy alder og nytt arrangement med kiosk på bakken. Forutsetter også at filterimpedanser byttes. Priser for nytt KL-anlegg er basert på erfaringer fra nye anlegg som BanePartner har prosjektert.

Driftskostnadene for et nytt KL-anlegg vil være de samme som med det eksisterende anlegget eller lavere. Derfor taes ikke disse kostnadene med her.

Komplett kontaktledningsnett med opphengt 240mm ² returleder, sugetransformatorer, fundamenter, master, øvrige materialkostnader, arbeid etc.	2,2MNOK/km
Byggeledelse, innmåling av spor, reiseutgifter, brakkerigg etc.	0,3MNOK/km
Sum komplett kontaktledningsnett med returleder på fri linje	<u>2,5MNOK/km</u>

For tunneler bortfaller kostnader for master og fundamenter. Forutsetter at returledningen kan festes i tunnelveggen og kabelkanal dermed ikke blir nødvendig.

Komplett kontaktledningsnett med opphengt 240mm ² returleder og sugetransformatorer, øvrige materialkostnader, arbeid etc.	1,3MNOK/km
Byggeledelse, innmåling av spor, reiseutgifter, brakkerigg etc.	0,3MNOK/km
Sum komplett kontaktledningsnett med returleder i tunnel	<u>1,6MNOK/km</u>

5.1.4 Moderne vern med funksjon for overbelastning

Egne overbelastningsvern for å forhindre at KL-anlegget overbelastes er forutsatt. Spesielt i en situasjon med driftsavvik, for eksempel innkjøring av forsinkelser, eller utfall av et aggregat kan kritisk belastning oppstå.

Vern med bare funksjon for overbelastning er billigst, men denne typen vern er for tiden ikke lenger i produksjon. Ved forespørsel er det dog mulig at en kan få tak i slike vern. Ved å installere nye digitale distansereleer med funksjon for overbelastning og kortslutning fåes en fullgod beskyttelse av KL-anlegget. Samtidig har nye generasjoner vern overvåkningsfunksjoner som forhindrer uteblitt funksjon ved feil. Denne typen vern vil det også være behov for i et eventuelt fremtidig AT-system.

Det forutsettes at måletransformatorene i omformerstasjonene fremdeles kan brukes. Her forutsettes det at distansereleer med innebygget overbelastningsfunksjon benyttes. Prisen for digitale distansereleer er oppgitt fra Balfour Beatty til 149.000NOK. Arbeidskostnader er estimert til 10.000 kr pr. enhet.

Sum distansereleer med overbelastningsvern, uten måletransformatorer.	149.000NOK
Arbeidskostnader for montasje	10.000NOK
Sum komplett distanserelé med overbelastningsfunksjon	<u>159.000NOK</u>

5.1.5 Kontaktledningsanlegg med AT-system

Antar at selve KL-anlegg med AT-system koster det samme som KL-anlegg med returledning. Det kommer et tillegg til denne prisen fordi returleder (som i dette systemet blir negativ-leder) må settes på annen type isolatorer. For et AT-system er det bare nødvendig med en enkelt negativleder istedenfor to returledere. Dette gir en reduksjon i vedlikeholdskostnadene. Isolatorer for AT-systemet inkluderes som en investeringsutgift. Reduksjon i prisen for negativleder settes til 28.000kr pr. km for AT-system.

Når det gjelder KL-anlegg med AT-system er det mange forskjellige løsninger med hensyn på antall ledere og arrangement for øvrig. Antar at systemet som er aktuelt bare vil ha negativ-leder i tillegg til kontaktledningen. Mange detaljer angående valg av AT-system er uavklarte, men valget ser ut til å stå mellom et system med autotransformatorer og treviklingssugetransformatorer, eller et system bare med autotransformatorer. Her er det valgt å bruke et system med 10km mellom hver AT. Men et system med større avstand mellom AT'ene og sugetransformatorene i mellom vil kunne falle en del billigere ut. Når det gjelder avstanden mellom hver AT beror dette på hvilke krav som skal settes til elektromagnetiske felter etc. Avstanden på 10km mellom hver AT er benyttet av Banverket. Det er ikke tatt stilling til størrelsen av autotransformatorene.

Sugetransformatorer må trekkes fra beløpet for konvensjonelt KL-anlegg, i dag er det ca 3 km mellom hver sugetransformator. Ny sugetransformator med kiosk på bakken er i henhold til erfaring fra BanePartner, kostnadsberegnet til 290.000kr pr. stk. Det må da trekkes fra 97.000kr pr. km for KL-anlegg med AT-system i forhold til konvensjonelt anlegg. Returleder tilsvarer negativ-lederen i KL-anlegg med AT-system. Setter kostnaden for returleder/negativ-leder sammen med kostnadene for fornyelse og prisen for isolatorer til negativ-lederen settes sammen med kostnader for å innføre AT-system.

Kostnadene vil bli lavere for strekninger i tunnel. Men ekstrakostnader kan påregnes i tunneler fordi arrangementet med negativ-leder krever større isolasjonsavstand. Arrangement med negativ-leder kan enten føres på isolatorer i tunneler der profilen tillater det eller legges i egen kabelkanal ved sporet. Forutsetter at negativ-lederen ikke må legges i kabelkanal.

Dagens system for utmating fra omformerstasjonene beholdes, men rett utenfor stasjonene plasseres autotransformatorer. Disse transformatorene kommer da i serie med dagens 1-fase matetransformatorer og mater effekten inn på KL-anlegget. Det settes opp en slik transformator for hver avgang, slik at det blir to autotransformatorer pr. stasjon. Et slikt arrangement er benyttet av Banverket i Sverige og gir den fordel at installasjonene inne i omformerstasjonene ikke må endres. Dessuten gir dette standardiserte løsninger der alle nye transformatorer er like.

Del av KL-anlegg som kan defineres som vedlikeholdskostnader:

Kontaktledningsnett med AT-system, fundamenter, master, returledning (returledning = negativ-leder for AT-system), øvrige materialkostnader, arbeid etc.	2,075MNOK/km
Byggeledelse, innmåling av spor, reiseutgifter, brakkerigg etc.	0,3MNOK/km
Sum komplett kontaktledningsanlegg med AT-system	<u>2,375MNOK/km</u>

Kostnad for kontaktledningsnett med AT-system i tunneler. Utgifter for master og fundamenter bortfaller. Vedlikeholdskostnader for KL-anlegg med AT i tunneler:

Kontaktledningsnett med AT-system, returledning (returledning = negativ-leder for AT-system), øvrige materialkostnader, arbeid etc. uten fundamenter og master.	1,175MNOK/km
Byggeledelse, innmåling av spor, reiseutgifter, brakkerigg etc.	0,3MNOK/km
Sum komplett kontaktledningsanlegg med AT-system i tunnel	<u>1,475MNOK/km</u>

Investeringer for AT-system:

Isolatorer for negativ-leder	38.000NOK/km
Autotransformator i kiosk, komplett, pr. stk.	2,32MNOK

Det løper ekstra kostnader for drift av transformatorstasjonene (AT) langs linjen. I et notat fra Jernbaneverket, Region Sør, datert 28.08.2000, er kostnadene for drift av en AT enhet oppgitt til 10.000kr pr. år med merverdiavgift inkludert. Det er presisert i notatet at disse kostnadene er vanskelig å anslå. Her settes kostnaden for vedlikehold til 10.000kr pr. år. Driftsutgifter for AT-system:

Drift av autotransformator i kiosk, pr. stk.	10.000NOK/år
--	--------------

5.1.6 Enhetspris for skifte av omformer

Ved skifte av roterende omformer forutsettes det at Bane Energi har aggregater av passende størrelse. Muligheten er også tilstede for å få kjøpe omformere fra Banverket (i Sverige). Det utelukkes at det vil bli bygget nye roterende omformere. Kostnadene refereres derfor til skifte av eksisterende omformere.

Omformeraggregatene revideres etter eget program og det forutsettes derfor at en omformer som plasseres i en omformerstasjon et annet sted ikke trenger revisjon. Utgifter til dette er derfor ikke inkludert.

Kostnadene i tabellen nedenfor er erfaringstall hentet inn fra Bane Energi. Transport av omformer er spesialtransport med eget lokomotiv. Prisen kan variere mye avhengig av hvem som besørger transporten, avstand, type aggregat, etc. Hvis det i den aktuelle omformerstasjonen skal skiftes et aggregat som skal kjøres til et annet sted, er det tatt med estimerte utgifter for en tur/retur transport.

På Dovrebanen er det kun omformerne på Fåberg og Fron som har egne sporveksler. For transport av omformervogn inn til en stasjon uten sporveksler, vil det derfor påløpe en ekstra kostnad.

Ned- og opprigging av et omformeraggregat krever en del arbeid. Nedenfor er det estimert at dette arbeidet vil ta ca. 6 dager for 2 personer. Inkluderer arbeidet både roterende omformer, apparatvogn, og transformatorvogn blir kostnadene noe større.

For samtlige omformerstasjoner vil det oppstå problemer med ventilasjonsanlegget om en omformer på 10,0MVA skal settes inn der det i dag står maskiner på 5,8 eller 7,0MVA. Fordi disse aggregatene er såpass mye større vil ikke lenger ventilasjonskanalen i omformerhallen komme rett over luftinntaket til de nye aggregatene. Ventilasjonskanalene må bygges om, noe som blant annet vil kreve betongsaging og utstøping av nye kanaler. Utgiftene til dette er estimert til 1.000.000kr for hver omformerstasjon. Arbeids- og administrasjonsutgifter er inkludert i beløpet.

I samtlige stasjoner vil det også måtte gjøres utvidelser av eksisterende utmatelinjer om aggregater på 10,0MVA skal settes inn. Her er det vanskelig å fastslå de nødvendige tiltakene, men et beløp på 2 .000.000 kr er estimert pr. omformerstasjon for utgifter til ombygging av koblingsanlegget. Administrasjons- og arbeidskostnader er inkludert.

Ved å skifte omformeraggregater i eksisterende stasjon forutsettes det ikke å komme noen endringer i de årlige driftskostnader.

Transport av omformer	200.000NOK
Transport av omformere med tur/retur	300.000NOK
Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler	50.000NOK
Nedrigging av aggregat: 2 dager x 2 personer + Opprigging /igangkjøring/test: 4 dager x 2 personer	60.000NOK
Nedrigging/oppripping/igangkjøring/test for aggregat, apparatvogn og transformatorvogn	70.000NOK
Ombygging av ventilasjonssystemet for bytte til aggregater på 10MVA	1,0MNOK
Ombygging av koblingsanlegget for utgående 16kV linjer	2,0MNOK

5.1.7 Ny roterende omformerstasjon

En ny omformerstasjon med roterende aggregat er beskrevet i "Landsdekkende kraftsystemplan, Del 1 av 7". Kostnadene er estimert på grunnlag av byggingen av Skoppum omformer. Det er forutsatt at selve aggregatet ikke må kjøpes, heller ikke utgifter til bygging av kraftlinje fra elverk er inkludert. Beløpet kommer på 28.910.000kr.

Ny midlertidig omformerstasjon som er aktuelt for Rudshøgda, Otta og Hjerkinns omfatter bygging av nye bygninger for aggregatene. På Otta er den eksisterende bygningen for nåværende aggregat av såvidt god standard at dette huset kan beholdes og et nytt hus for et ekstra aggregat kan bygges ved siden av. For Rudshøgda er bygningen av dårligere standard og her forutsettes det at et helt nytt hus må bygges. For alle tre stasjonene forutsettes det at et nytt prefabrikkert koblingshus kommer i tillegg. Dermed vil ikke de såkalte stasjonsvognene på Rudshøgda og Otta komme til bruk ved en utvidelse.

For Hjerkinns og Rudshøgda vil de samlede utgiftene for bygning, koblingshus, andre faste elektriske installasjoner og administrasjonsutgifter komme på 15.400.000kr. For Otta der bygningen bare skal være for et ekstra aggregat, kommer utgiftene på 13.000.000kr. Tallene er erfaringstall oppgitt av Bane Energi.

Ny permanent omformerstasjon med utrustning, men uten omformer aggregater	28,91MNOK
Ny midlertidig omformerstasjon med utrustning, men uten omformer aggregater. For Rudshøgda og Hjerkinns	15,4MNOK
Ny midlertidig omformerstasjon med utrustning, men uten omformer aggregater. For utvidelse av Otta	13,0MNOK

I henhold til opplysninger gitt fra Bane Energi den 7. april 1999 er driftskostnader for en stasjon som følger, prisene er omregnet til år 2000 kroneverdi:

Årlig driftskostnader pr. omformerstasjon	255.000NOK/år
Årlig driftskostnader pr. aggregat	155.000NOK/år

5.1.8 Statisk omformerstasjon

Stavne omformer ble satt i drift i 1997. Da den ble planlagt i 1995 var budsjettet for hele utbyggingen 59.000.000 kr. Denne omformeren har en installert ytelse på 2 x 7,5MVA og det forutsettes at en slik ytelse er omtrent hva en ønsker for nye permanente stasjoner på Rudshøgda, Otta og Garli. Kielland omformerstasjon har samme ytelse og hadde i 1998 en anskaffelsesverdi på 61.000.000 kr. I dagens pengeverdi blir dette 63.700.000 kr. Velger å bruke prisen for Stavne og justerer prisen opp til år 2000 verdi. Bruker denne prisen på omformere med ytelse 2 x 6,0MVA.

Budsjettpris for en ny omformerstasjon på 2 x 14,0MVA, som er aktuelt på Hjerkin, er hentet inn. Det er hentet inn pris fra to firmaer og det dyreste alternativet for en omformer fra Siemens er valgt. Siemens oppgir budsjettprisen for en komplet omformer til 95.000.000 kr. Dette inkluderer alle kontrollorganer, tre utgående linjer der en er reserve, og felt for innkommende linje. Prisen er ikke inkludert bygning.

Bruker erfaringstall fra Skoppum omformer for utgiftene til bygning og utgifter i forbindelse med administrasjon. Disse utgiftene kommer på 15.200.000 kr og er baser på erfaringer fra Bane Energi. De samlede utgifter for Hjerkin omformer (2 x 14,0MVA) kommer på 110.200.000 kr.

Ny komplett statisk omformerstasjon med utrustning 2 x 7,5MVA	65,7MNOK
Ny komplett statisk omformerstasjon med utrustning 2 x 14,0MVA	110,2MNOK

Opplysninger om driftskostnader for statisk omformerstasjon er hentet fra Bane Energi:

Årlig driftskostnader for statisk omformerstasjon	255.000NOK/år
Årlig driftskostnader for en mateenhet	195.000NOK/år

5.2 Kostnader for alternativene

5.2.1 Kostnader for alternativ 1A

Material kostnader for sugetransformatorer og filterimpedanser er en fornying og inkluderes under posten for vedlikehold av KL-anlegget. Arbeidet for dette kommer inn under investeringer. Sugetransformatorer og filterimpedanser som fornyes ved forsterkning av banestrømforsyningen er komponenter som i fremtiden vil gå til gjenbruk ved en totalfornying av KL-anlegget.

Beskrivelse kostnader for investeringer og fornyelser	Investeringer Bane Energi	Investeringer/ fornyelser Region Øst	Investering/ fornyelser Region Nord
<u>Kostnad for utvidelse av Rudshøgda til 2 x 7,0MVA</u>			
Transport av omformere med tur/retur	2 x 300.000		
Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler	50.000		
Ny permanent omformerstasjon	28.910.000		
Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 70.000		
<u>Kostnad for utvidelse av Fron til 2 x 7,0MVA:</u>			
Transport av omformere med tur/retur	2 x 300.000		
Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 70.000		
<u>Kostnad for utvidelse av Otta til 2 x 5,8MVA:</u>			
Transport av omformere med tur/retur	2 x 300.000		
Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler	50.000		
Ny permanent omformerstasjon	28.910.000		
Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 70.000		
<u>Kostnad for utvidelse av Dombås til 2 x 10,0MVA:</u>			
Transport av omformere med tur/retur	2 x 300.000		
Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler	50.000		
Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 70.000		
Ombygging av stasjonshallens ventilasjonsanlegg	1.000.000		
Ombygging av stasjonens utmatefelt for 16kV linjene	2.000.000		
<u>Kostnad for utvidelse av Oppdal til 2 x 10,0MVA:</u>			
Transport av omformere med tur/retur	2 x 300.000		
Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler	50.000		
Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 70.000		
Ombygging av stasjonshallens ventilasjonsanlegg	1.000.000		
Ombygging av stasjonens utmatefelt for 16kV linjene	2.000.000		
<u>Kostnad for ny statisk omformer på Garli 2 x 6,0MVA:</u>	65.700.000		
Ny omformerstasjon med utrustning			
<u>Kostnad for ny statisk omformer på Hjerkin 2 x 14,0MVA:</u>	110.200.000		
Ny omformerstasjon med utrustning			
<u>Kostnad for nye sugetransformatorer 600A, investering:</u>			42 x 193.000
Arbeidskostnader og maskinleie			
<u>Kostnad for nye filterimpedanser 600A, investering:</u>			84 x 16.000
Arbeidskostnader			
<u>Kostnad for nye overbelastningsvern for KL-anlegg:</u>	16 x 159.000		
Komplett utstyr og arbeidskostnader			
Til sammen til banestrømforsyningen u/ ekstrakost.:	<u>246.164.000</u>		<u>9.450.000</u>
Planlegging, administrasjon og byggeledelse, 10%	24.616.000		945.000
Diverse uforutsett, 10%	24.616.000		945.000
Til sammen m/ ekstrakostnader:	<u>295.397.000</u>		<u>11.340.000</u>
Til sammen m/ investeringsavgiften, 7%:	<u>316.075.000</u>		<u>12.134.000</u>
<u>Kostnad for nye sugetransformatorer 600A, vedlikehold:</u>			42 x 97.000
Nye sugetransformatorer i kiosk, materialer, etc			
<u>Kostnad for nye filterimpedanser 600A, vedlikehold:</u>			84 x 8.000
Materialer, arbeid, etc			
Til sammen, vedlikehold nye deler u/ ekstrakost.:			<u>4.746.000</u>
Diverse uforutsett, 10%			475.000
Til sammen, vedlikehold nye deler m/ ekstrakost.:			<u>5.221.000</u>
Til sammen, vedlikehold nye deler m/ invest.avg 7%:			<u>5.586.000</u>

Region Nord får levert energi fra omformere fra Fron og videre nordover, likeledes får Region Øst energi fra omformere fra Fåberg og sørover. 10,5MVA tilfaller økt omformerkapasitet for Region Øst og en økning på 66,5MVA tilfaller Region Nord. Nye sugetransformatorer erstatter de gamle enhetene og gir ikke økning av driftsutgiftene. Økte årlige driftskostnader er vist nedenfor:

Beskrivelse driftskostnader	Økte drifts- kostnader Bane Energi	Økte drifts- kostnader Region Øst	Økte drifts- kostnader Region Nord
Økte årlige driftskostnader med to nye roterende omformere:	2 x 155.000		
Økte årlige driftskostnader med to nye statiske- omformerstasjoner:	2 x 255.000		
Økte årlige driftskostnader med fire nye statiske mateenheter:	4 x 195.000		
Økt årlig intern nettleie 306,47kr/kVA		10.900 x 306,47	66.500 x 306,47
Til sammen	<u>1.600.000</u>	<u>3.341.000</u>	<u>20.380.000</u>

5.2.2 Kostnader for alternativ 1B

Med et AT-system med ca. 10km mellom hver AT, blir antallet som følger:

- På strekningen Fron – Dombås er avstanden 83,6km, velger å sette inn 9 stk. AT -kiosker med avstand 10,45km.
- For Dombås – Oppdal er avstanden 85,3km, velger 9 stk. AT-kiosker med avstand 10,7km.
- Strekningen Oppdal – Lundamo er avstanden 87,4km velger 10 stk. AT-kiosker med avstand 9,71km.

Til sammen blir det 28stk. AT-enheter. Alle tiltakene med KL-anlegget skjer på Region Nord sitt område. Ved bygging av KL-anlegg vil de komponentene som erstatter dagens anlegg defineres som en vedlikeholdsutgift, dette settes opp separat. Strekningen Fron – Lundamo er til sammen 256,3km hvorav tunneler utgjør 8,3 km. Antar at det koster 500.000NOK for å fjerne den midlertidige omformerne på Otta, inkludert transport av omformerer, riving av bygning etc.

Beskrivelse kostnader for investeringer og fornyelser	Investeringer/ fornyelser Bane Energi	Investeringer/ fornyelser Region Øst	Investeringer/ fornyelser Region Nord
<u>Kostnad for utvidelse av Rudshøgda til 2 x 7,0MVA:</u>			
Transport av ny omformer	2 x 300.000		
Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler	50.000		
Oppgradering og utvidelse av omformerstasjon	15.400.000		
Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 70.000		
<u>Kostnad for utvidelse av Fron til 2 x 7,0MVA:</u>			
Transport av omformere med tur/retur	2 x 300.000		
Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 70.000		
<u>Kostnad for å fjerne Otta:</u>	500.000		
Transport og arbeid			
<u>Kostnad for utvidelse av Dombås til 2 x 10,0MVA:</u>			
Transport av omformere med tur/retur	2 x 300.000		
Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler	50.000		
Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 70.000		
Ombygging av stasjonshallens ventilasjonsanlegg	1.000.000		
Ombygging av stasjonens utmatefelt for 16kV linjene	2.000.000		
<u>Kostnad for utvidelse av Oppdal til 2 x 10,0MVA:</u>			
Transport av omformere med tur/retur	2 x 300.000		
Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler	50.000		
Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 70.000		
Ombygging av stasjonshallens ventilasjonsanlegg	1.000.000		
Ombygging av stasjonens utmatefelt for 16kV linjene	2.000.000		
<u>Kostnad for nye overbelastningsvern for KL-anlegg:</u>	7 x 159.000		
Komplett utstyr			
<u>Nytt kontaktledningsanlegg, deler for AT-system:</u>			
Isolatorer for negativ-ledning, Fron – Lundamo, 256,3km			256,3 x 38.000
Autotransformatorstasjon, med komp. utrustning, 28 stk.			28 x 2.320.000
Til sammen til banestrømforsyningen u/ ekstrakost.:	<u>26.123.000</u>		<u>74.699.000</u>
Planlegging, administrasjon og byggeledelse, 10%	2.612.000		7.470.000
Diverse uforutsett, 10%	2.612.000		7.470.000
Til sammen til banestrømforsyningen m/ ekstrakost.:	<u>31.348.000</u>		<u>89.639.000</u>
Til sammen til banestrømforsyningen m/ invest.avg 7%:	<u>33.542.000</u>		<u>95.914.000</u>
<u>Nytt kontaktledningsanlegg, deler for fornying, ikke tunnel:</u>			
Fundamenter, stolper, kontaktledning, negativ-leder, etc. For strekningen Fron – Lundamo, til sammen 248,0km			248,0 x 2.375.000
<u>Nytt kontaktledningsanlegg, deler for fornying, i tunnel:</u>			
Fester, kontaktledning, negativ-leder, etc. For strekningen Fron – Lundamo, til sammen 8,3km tunneler			8,3 x 1.475.000
Til sammen, vedlikehold nytt KL-anlegg u/ ekstrakost.:			<u>601.243.000</u>
Diverse uforutsett, 10%			60.124.000
Til sammen, fornyelser nytt KL-anlegg m/ ekstrakost.:			<u>661.367.000</u>
Til sammen, fornyelser nytt KL-anlegg m/ invest.avg 7%:			<u>707.662.000</u>

I forhold til dagens banestrømforsyning vil dette alternativet gi en økning i installert omformerytelse på 14,9MVA. En økning av installert ytelse på 10,9MVA tilfaller Region Øst, det resterende tilfaller Region Nord. Økte årlige driftsutgifter blir da:

Beskrivelse driftskostnader	Økte drifts-kostnader Bane Energi	Økte drifts-kostnader Region Øst	Økte drifts-kostnader Region Nord
Drift av 28 nye AT-stasjoner			28 x 10.000
Økt årlig intern nettleie 306,47kr/kVA		10.900 x 306,47	14.900 x 306,47
Til sammen		<u>3.341.000</u>	<u>4.566.000</u>

5.2.3 Kostnader for alternativ 2A

Beskrivelse kostnader for investeringer og fornyelser	Investeringer Bane Energi	Investeringer/ fornyelser Region Øst	Investeringer/ fornyelser Region Nord
<u>Kostnad for utvidelse av Rudshøgda til 2 x 5,8MVA</u>			
Transport av omformere med tur/retur	2 x 300.000		
Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler	50.000		
Ny permanent omformerstasjon	28.910.000		
Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 70.000		
<u>Kostnad for utvidelse av Otta til 2 x 5,8MVA:</u>			
Transport av omformere med tur/retur	2 x 300.000		
Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler	50.000		
Ny permanent omformerstasjon	28.910.000		
Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 70.000		
<u>Kostnad for utvidelse av Dombås til 2 x 10,0MVA:</u>			
Transport av omformere med tur/retur	2 x 300.000		
Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler	50.000		
Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 70.000		
Ombygging av stasjonshallens ventilasjonsanlegg	1.000.000		
Ombygging av stasjonens utmatefelt for 16kV linjene	2.000.000		
<u>Kostnad for utvidelse av Oppdal til 2 x 7,0MVA:</u>			
Transport av omformere med tur/retur	2 x 300.000		
Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler	50.000		
Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 70.000		
<u>Kostnad for ny statisk omformerstasjon på Hjerkin</u> <u>2 x 14MVA:</u>			
Ny omformerstasjon med utrustning	110.200.000		
<u>Kostnad for nye overbelastningsvern for KL-anlegg:</u>			
Komplett utstyr	16 x 159.000		
Til sammen til banestrømforsyningen u/ ekstrakost.:	<u>176.724.000</u>		
Planlegging, administrasjon og byggeledelse, 10%	17.672.000		
Diverse uforutsett, 10%	17.672.000		
Til sammen til banestrømforsyningen m/ ekstrakost.:	<u>212.069.000</u>		
Til sammen til banestrømforsyningen m/ invest.avg, 7%.::	<u>226.914.000</u>		

Økt installert omformerytelse i forhold til dagens situasjon er 54,6MVA. For Region Øst er økningen i installert ytelse 8,5MVA og for Region Nord 46,1MVA. Drift av nye stasjoner gir også økning av årlige driftsutgifter for Bane Energi.

Økning i årlig driftskostnader	Økte drifts-kostnader Bane Energi	Økte drifts-kostnader Region Øst	Økte drifts-kostnader Region Nord
To nye roterende omformere	2 x 155.000		
En ny statisk omformerstasjon	255.000		
To nye statisk mateenheter	2 x 195.000		
Økt årlig intern nettleie 306,47kr/kVA		8.500 x 306,47	46.100 x 306,47
Til sammen	<u>955.000</u>	<u>2.605.000</u>	<u>14.128.000</u>

5.2.4 Kostnader for alternativ 2B

Beskrivelse kostnader for investeringer og fornyelser	Investering BaneEnergi	Investeringer/ fornyelser Region Øst	Investeringer/ fornyelser Region Nord
Kostnad for utvidelse av Rudshøgda omformer til 2 x 5,8MVA:			
Transport av omformere med tur/retur	2 x 300.000		
Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler	50.000		
Oppgradering av omformerstasjon	15.400.000		
Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 70.000		
Kostnad for utvidelse av Otta omformer til 2 x 5,8MVA:			
Transport av omformere med tur/retur	2 x 300.000		
Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler	50.000		
Oppgradering av omformerstasjon	13.000.000		
Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 70.000		
Kostnad for utvidelse av Dombås omformer til 2 x 10,0MVA:			
Transport av ny omformer med tur/retur	2 x 300.000		
Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler	50.000		
Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 70.000		
Ombygging av stasjonshallens ventilasjonsanlegg	1.000.000		
Ombygging av stasjonens utmatefelt for 16kV linjene	2.000.000		
Kostnad for midlertidig rot. omformer på Hjerkin 2 x 5,8MVA:			
Transport av ny omformer	2 x 300.000		
Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler	50.000		
Etablering av midlertidig omformerstasjon og bygning	15.400.000		
Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 70.000		
Kostnad for utvidelse av Oppdal til 2 x 7,0MVA:			
Transport av omformere med tur/retur	2 x 300.000		
Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler	50.000		
Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 70.000		
Kostnad for nye overbelastningsvern for KL-anlegg: Komplett utstyr	16 x 159.000		
Til sammen til banestrømforsyningen u/ ekstrakost.:	<u>53.294.000</u>		
Planlegging, administrasjon og byggeledelse, 10%	5.329.400		
Diverse uforutsett, 10%	5.329.400		
Til sammen til banestrømforsyningen m/ ekstrakost.:	<u>63.953.000</u>		
Til sammen til banestrømforsyningen m/ invest.avg. 7%:	<u>68.429.000</u>		

Økt installert ytelse blir med dette alternativet totalt 38,2MVA. For Region Øst blir økningen av omformerytelsen 8,5MVA og resterende økning tilfaller Region Nord.

Økning i årlig driftskostnader	Økte drifts- kostnader Bane Energi	Økte drifts- kostnader Region Øst	Økte drifts- utgifter Region Nord
Fire nye roterende omformere	4 x 155.000		
En ny roterende omformerstasjon	255.000		
Økt årlig intern nettleie 306,47kr/kVA		8.500 x 306,47	29.700 x 306,47
Til sammen	<u>875.000</u>	<u>2.605.000</u>	<u>9.102.000</u>

5.2.5 Kostnader for alternativ 0

For å sammenligne investeringene som må gjøres for å tillate dimensjonerende ruteplan med øket godstrafikk, og en oppgradering av dagens banestrømforsyning og dagens ruteplan settes dette opp i en egen oppstilling.

Skillet mellom Region Nord og Øst går ved km 193,2. Denne Hovedplanen omhandler kun oppgradering og vedlikehold av banestrømforsyningen mellom Tangen - Lundamo. Med dette skille vil 89,9km av KL-anlegget tilfalle Region Øst sitt ansvarsområde og 321,8km tilfaller Region Nord.

Sugetransformatorer og filterimpedanser med riktig størrelse, er inkludert i fornying av KL-anlegget. For strekningen Tangen – Lundamo utgjør tunneler ca. 8,8km, av disse er 0,3 km i Region Øst sitt område og 8,5km i Region Nord sitt område.

Anlegg som må fornyes og utvides	Investeringer Bane Energi	Investeringer/ fornyelser Region Øst	Investeringer/ fornyelser Region Nord
Kostnad for utvidelse av Rudshøgda 2 x 3,1MVA, dagens ruteplan:			
Transport av ny omformer	300.000		
Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler	50.000		
Bygging av ny permanent omformerstasjon	28.910.000		
Nedrigging/oppripping/igangkjøring/test for omf, app. og transf	70.000		
Kostnad for utvidelse av Otta til 2 x 5,8MVA, dagens ruteplan:			
Transport av omformere med tur/retur	2 x 300.000		
Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler	50.000		
Bygging av ny permanent omformerstasjon	28.910.000		
Nedrigging/oppripping/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 70.000		
Kostnad for utvidelse av Dombås til 2 x 7,0MVA, dagens ruteplan:			
Transport av en omformer med tur/retur	300.000		
Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler	50.000		
Nedrigging/oppripping/igangkjøring/test for omf, app. og transf	70.000		
Kostnad for utvidelse av Oppdal til 2 x 7,0MVA:			
Transport av omformere med tur/retur	2 x 300.000		
Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler	50.000		
Nedrigging/oppripping/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 70.000		
Til sammen til banestrømforsyningen u/ ekstrakost.:	60.240.000		
Planlegging, administrasjon og byggeledelse, 10%	6.024.000		
Diverse uforutsett, 10%	6.024.000		
Til sammen til banestrømforsyningen m/ ekstrakost.:	72.288.000		
Til sammen til banestrømforsyningen m/ invest.avg, 7%:	77.348.000		
Nytt kontaktledningsanlegg, deler for fornying:			
Fundamenter, stolper, kontaktledning, returleder, etc. For strekningen Tangen – Lundamo, til sammen 402,9km		89,6 x 2.500.000	313,3 x 2.500.000
Nytt kontaktledningsanlegg, deler for fornying, i tunneler:			
Fester, kontaktledning, returleder, etc. For strekningen Tangen – Lundamo, til sammen 8,8km tunneler		0,3 x 1.600.000	8,5 x 1.600.000
Til sammen, fornyelser nytt KL-anlegg u/ ekstrakost.:		224.480.000	796.850.000
Diverse uforutsett, 10%		22.448.000	79.685.000
Til sammen, fornyelser nytt KL-anlegg m/ ekstrakost.:		246.928.000	876.535.000
Til sammen, fornyelser nytt KL-anlegg m/ invest.avg, 7%:		264.213.000	937.893.000

Med disse utvidelsene øker installert ytelse i omformerstasjonen med 15,2MVA, av dette fordeler 3,1MVA seg til Region Øst og 12,1MVA til Region Nord.

Økning i årlig driftskostnader	Økte drifts- kostnader Bane Energi	Økte drifts- kostnader Region Øst	Økte drifts- kostnader Region Nord
To nye roterende omformere	2 x 155.000		
Økt årlig intern nettleie 306,47kr/kVA		3.100 x 306,47	12.100 x 306,47
Til sammen	<u>310.000</u>	<u>950.000</u>	<u>3.708.000</u>

5.2.6 Kostnader for alternativ 3A

Beskrivelse kostnader for investeringer og fornyelser	Investeringer Bane Energi	Investeringer/ fornyelser Region Øst	Investeringer/ fornyelser Region Nord
<u>Kostnad for utvidelse av Rudshøgda til 2 x 7,0MVA</u>			
Transport av omformere med tur/retur	2 x 300.000		
Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler	50.000		
Bygging av permanent omformerstasjon	28.910.000		
Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 70.000		
<u>Kostnad for utvidelse av Fron til 2 x 7,0MVA:</u>			
Transport av omformere med tur/retur	2 x 300.000		
Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 70.000		
<u>Kostnad for utvidelse av Otta til 2 x 5,8MVA:</u>			
Transport av omformere med tur/retur	2 x 300.000		
Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler	50.000		
Bygging av permanent omformerstasjon	28.910.000		
Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 70.000		
<u>Kostnad for utvidelse av Dombås til 2 x 10,0MVA:</u>			
Transport av omformere med tur/retur	2 x 300.000		
Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler	50.000		
Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 70.000		
Ombygging av stasjonshallens ventilasjonsanlegg	1.000.000		
Ombygging av stasjonens utmatefelt for 16kV linjene	2.000.000		
<u>Kostnad for statisk omformerstasjon ved Hjerkin 2 x 14,0MVA:</u>	110.200.000		
Komplett stasjon og bygning			
<u>Kostnad for utvidelse av Oppdal til 2 x 10,0MVA:</u>			
Transport av omformere med tur/retur	2 x 300.000		
Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler	50.000		
Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 70.000		
Ombygging av stasjonshallens ventilasjonsanlegg	1.000.000		
Ombygging av stasjonens utmatefelt for 16kV linjene	2.000.000		
<u>Kostnad for statisk omformerstasjon ved Garli 2 x 6,0MVA:</u>	65.700.000		
Ny omformerstasjon med utrustning			
<u>Kostnad for nye overbelastningsvern for KL-anlegg:</u>			
Komplett utstyr	16 x 159.000		
Til sammen til banestrømforsyningen u/ ekstrakost.:	<u>246.164.000</u>		
Planlegging, administrasjon og byggeledelse, 10%	24.616.400		
Diverse uforutsett, 10%	24.616.400		
Til sammen til banestrømforsyningen m/ ekstrakost.:	<u>295.397.000</u>		
Til sammen til banestrømforsyningen m/ invest.avg, 7%:	<u>316.075.000</u>		
<u>Nytt kontaktledningsanlegg, deler for fornying, ikke tunnel:</u>			
Fundamenter, stolper, kontaktledning, returleder, etc. For strekningen Tangen – Lundamo, til sammen 402,9km		89,6 x 2.500.000	313,3 x 2.500.000
<u>Nytt kontaktledningsanlegg, deler for fornying, i tunnel:</u>			
Fester, kontaktledning, returleder, etc. For strekningen Tangen – Lundamo, til sammen 8,8km tunneler		0,3 x 1.600.000	8,5 x 1.600.000
Til sammen, fornyelser nytt KL-anlegg u/ ekstrakost.:		<u>224.480.000</u>	<u>796.850.000</u>
Diverse uforutsett, 10%		22.448.000	79.685.000
Til sammen, fornyelser nytt KL-anlegg m/ ekstrakost.:		<u>246.928.000</u>	<u>876.535.000</u>
Til sammen, fornyelser nytt KL-anlegg m/ invest.avg, 7%:		<u>264.213.000</u>	<u>937.893.000</u>

Tabellen nedenfor viser differansen mellom investeringer som må gjøres for å oppfylle dimensjonerende ruteplan og investeringer for å oppgradere dagens banestrømforsyning uten økning i godstrafikken. Utgiftene til KL-anlegget er utelatt da dette er vedlikehold.

Investeringer for dimensjonerende ruteplan med konvensjonell banestrømforsyning og fornying av dagens banestrømforsyning og ruteplan	Investeringer Bane Energi	Investeringer/ fornyelser Region Øst	Investeringer/ fornyelser Region Nord
Til sammen investeringer for dimensjonerende ruteplan:	316.075.000		
Til sammen oppgradering av dagens banestrømforsyning med dagens ruteplan (alternativ 0):	77.733.000		
Differanse for å muliggjøre dimensjonerende ruteplan (investeringsavgiften inkludert):	238.342.000		

Til sammen øket installert ytelse blir 77,4 MVA. For Region Øst blir økningen 10,9 MVA og resterende tilfaller Region Nord. Det kreves til sammen 2 nye roterende- og 2 nye statiske omformere. Økte driftsutgifter i forhold til dagens system blir da:

Økning i årlig driftskostnader	Økte driftskostnader Bane Energi	Økte driftskostnader Region Øst	Økte driftskostnader Region Nord
To nye roterende omformere	2 x 155.000		
To nye statiske omformerstasjoner	2 x 255.000		
Fire nye statiske mateenheter	4 x 195.000		
Økt årlig intern nettleie 306,47kr/kVA		10.900 x 306,47	66.500 x 306,47
Til sammen	1.600.000	3.341.000	20.380.000

5.2.7 Kostnader for alternativ 3B

Nytt KL-anlegg med AT system Tangen – Lundamo, totalt avstand er 412km. Antall AT-enheter mellom hver delstrekking blir da:

- Tangen – Fåberg er det 87,6km med 10 AT-enheter blir det 9,73km mellom hver
- Fåberg – Fron er det 67,9km og med 9,7km mellom hver AT blir det 8 stk
- Fron – Dombås er det 83,6km velger 9 AT-enheter med 10,45km mellom hver
- For Dombås – Oppdal er avstanden 85,3km, velger 9 stk. AT-kiosker med avstand 10,7km.
- Strekningen Oppdal – Lundamo er avstanden 87,4km velger 10 stk. AT-kiosker med avstand 9,71km.

Til sammen gir dette 46 AT-enheter på strekningen. Nødvendig antall AT-enhetene ved omformerstasjonene er inkludert i dette tallet. 10 enheter tilfaller Region Øst, de resterende region Nord.

Antar at det koster 500.000NOK for å fjerne hver av de midlertidige omformerne på Otta og Rudshøgda, inkludert transport av omformerne, riving av bygninger etc. Hvis midlertidig omformer blir bygget på Hjerkinna kommer utgifter for å fjerne denne også. Bemerk at utgifter relatert til oppgradering av KL-anlegget, definert som vedlikehold, her er noen mindre enn i de foregående oppstillingene. Dette skyldes at oppgradering av KL-anlegget med AT-system ikke trenger å inkludere sugetransformatorer, samt at AT-systemet bare trenger en linje for negativ-lederen mens det trenger to ledere for returveien.

Beskrivelse kostnader for investeringer og fornyelser	Investering Bane Energi	Investering/ fornyelser Region Øst	Investering/ fornyelser Region Nord
<u>Kostnad for å fjerne Otta og Rudshøgda</u> Transport av omformere og rivning av bygning	2 x 500.000		
<u>Kostnad for utvidelse av Fåberg til 2 x 7,0MVA:</u> Transport av nye omformere med tur/retur Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf	2 x 300.000 2 x 70.000		
<u>Kostnad for utvidelse av Fron til 2 x 10,0MVA:</u> Transport av omformere med tur/retur Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf Ombygging av stasjonshallens ventilasjonsanlegg Ombygging av stasjonens utmatefelt for 16kV linjene	2 x 300.000 2 x 70.000 1.000.000 2.000.000		
<u>Kostnad for utvidelse av Dombås til 2 x 10,0MVA:</u> Transport av ny omformer med tur/retur Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf Ombygging av stasjonshallens ventilasjonsanlegg Ombygging av stasjonens utmatefelt for 16kV linjene	2 x 300.000 50.000 2 x 70.000 1.000.000 2.000.000		
<u>Kostnad for utvidelse av Oppdal til 2 x 10,0MVA:</u> Transport av omformere med tur/retur Innkjøring til omformerstasjon uten sporveksler Nedrigging/opprigging/igangkjøring/test for omf, app. og transf Ombygging av stasjonshallens ventilasjonsanlegg Ombygging av stasjonens utmatefelt for 16kV linjene	2 x 300.000 50.000 2 x 70.000 1.000.000 2.000.000		
<u>Nytt kontaktledningsanlegg, deler for AT-system:</u> Isolatorer for negativ-ledning, Tangen – Lundamo, 411,7km Autotransformatorstasjon, med komp. utrustning, 46 stk.		89,9 x 38.000 10 x 2.320.000	321,8 x 38.000 36 x 2.320.000
Til sammen til banestrømforsyningen u/ ekstrakost.:	13.060.000	26.616.000	95.748.000
Planlegging, administrasjon og byggeledelse, 10%	1.306.000	2.662.000	9.575.000
Diverse uforutsett, 10%	1.306.000	2.662.000	9.575.000
Til sammen til banestrømforsyningen m/ ekstrakost.:	15.672.000	31.939.000	114.898.000
Til sammen til banestrømforsyningen m/ invest.avg, 7%:	16.769.000	34.175.000	122.941.000
<u>Nytt kontaktledningsanlegg, deler for fornying, ikke tunnel:</u> Fundamenter, stolper, kontaktledning, negativ-leder, etc. For strekningen Tangen – Lundamo, til sammen 402,9km		89,6 x 2.375.000	313,3 x 2.375.000
<u>Nytt kontaktledningsanlegg, deler for fornying, i tunneler:</u> Fester, kontaktledning, negativ-leder, etc. For strekningen Tangen – Lundamo, til sammen 8,8km tunneler		0,3 x 1.475.000	8,5 x 1.475.000
Til sammen, fornyelser av KL-anlegg u/ ekstrakost.:		213.242.500	756.625.000
Diverse uforutsett, 10%		21.324.000	75.663.000
Til sammen, fornyelser av KL-anlegg m/ ekstrakost.:		234.567.000	832.288.000
Til sammen, fornyelser av KL-anlegg m/ invest.avg, 7%:		250.986.000	890.548.000

Tabellen nedenfor viser utgiftene for å bygge AT-system for å oppfylle dimensjonerende ruteplan, sammenlignet med utgiftene for å oppgradere dagens banestrømforsyning for å oppfylle kravene til dagens trafikk. For investeringer relatert til Bane Energi vil en med dette alternativet spare ca 61 mill. NOK. Ved å summere alle de tre tallene i tabellen nedenfor, blir de totale merkostnadene for å bygge ut AT-system for å oppfylle dimensjonerende ruteplan ca 96,2 mill NOK. For alternativ 3A blir disse merkostnadene ca 237,4 mill NOK. Altså en forskjell på ca 141,2 mill NOK.

Investeringer for dimensjonerende ruteplan med AT-system og fornying av dagens banestrømforsyning og ruteplan	Investeringer Bane Energi	Investeringer Region Øst	Investeringer Region Nord
Til sammen investeringer for dimensjonerende ruteplan:	16.769.000	34.175.000	122.941.000
Til sammen oppgradering av dagens banestrømforsyning:	77.733.000		
Differanse, investeringer for å realisere dimensjonerende ruteplan:	-60.964.000	34.175.000	122.941.000

Ved å bygge AT-system faller vedlikeholdskostnadene for fornying av kontaktledningsanlegget billigere ut. Differansen vil være den samme både med og uten dimensjonerende ruteplan. Oppstillingen nedenfor viser dette:

Differanse for fornyelser med AT-system og fornying av dagens kontaktledningsanlegg	Investeringer Bane Energi	Vedlikehold Region Øst	Vedlikehold Region Nord
Til sammen fornying av konvensjonelt kontaktledningsanlegg:		264.213.000	937.893.000
Til sammen fornying av kontaktledningsanlegg med AT-system:		250.986.000	890.548.000
Differanse, investeringer for å realisere dimensjonerende ruteplan:		<u>13.227.000</u>	<u>47.345.000</u>

Økt installert ytelse i forhold til dagens blir 26,4MVA, men på grunn av at en fjerner Otta og Rudshøgda omformere gir dette et fradrag på 6,2MVA. Netto økning av omformerytelse blir dermed 20,2MVA, fordelt på -0,7MVA for Region Øst og 20,9MVA for Region Nord. Antar at det ikke blir noen endring av årlige vedlikeholdskostnader for utmatettransformatorene. Driftskostnadene for omformerstasjonene blir mindre i forhold til dagens fordi dette alternativet forutsetter at Otta og Rudshøgda fjernes. Tabellen nedenfor viser økningen i driftskostnadene for dette alternativet.

Sammenlignes driftskostnadene med dette alternativt med en utbygging med konvensjonelt KL-anlegg og forsterkning av omformerstasjoner (alt. 3A), ser en at forskjellen er formidabel. For eksempel vil Region Nord med dette alternativet få økte driftskostnader på ca 3,8 mill, mens alternativ 3A forutsetter vedlikeholdskostnader på ca 12,2 mill NOK, altså rundt tre ganger høyere. Besparelsen for Region Nord og Bane Energi er også store.

Økning i årlig driftskostnader	Økte driftskostnader Bane Energi	Økte driftskostnader Region Øst	Økte driftskostnader Region Nord
Reduserte årlige driftskostnader for to omformer stasjoner	- 2 x 255.000		
Reduserte årlige utgifter for to aggregater	- 2 x 155.000		
Årlige vedlikeholdskostnader for AT-enheter, 46 stk.		10 x 10.000	36 x 10.000
Økt årlig intern nettleie 306,47kr/kVA		-700 x 306,47	20.900 x 306,47
Til sammen	<u>-820.000</u>	<u>-115.000</u>	<u>6.765.000</u>

Tabellen nedenfor viser en sammenligning av driftskostnadene for alternativet med AT-system og dagens banestrømforsyning og trafikk. Selv med en såvidt stor økning i togtrafikken som dimensjonerende ruteplan legger opp til, vil det for Bane Energi og Region Øst bli en besparelse i årlige driftsutgifter. Region Nord får en økning av sine driftsutgifter på ca 3 mill kr.

Reduksjon av årlig driftskostnader ved innføring av AT-system	Driftskostnader Bane Energi	Driftskostnader Region Øst	Driftskostnader Region Nord
Økte driftsutgifter ved å oppgradere dagens banestrømforsyning	310.000	950.000	3.708.000
Økte driftsutgifter for å realisere dimensjonerende ruteplan:	-820.000	-115.000	6.765.000
Differanse, reduksjon av årlig driftskostnader ved innføring av AT-system	<u>1.130.000</u>	<u>1.065.000</u>	<u>-3.057.000</u>

6 KONKLUSJON

6.1 Fremtidig løsning avgjør valg av løsning på kort sikt

Ved valg av forsterkningstiltak for å kunne tillate dimensjonerende ruteplan med fremføring av persontog og øket lastvekt for godstogene er det to hovedalternativer som peker seg ut. Disse er:

- Konvensjonelt KL-anlegg og med øket ytelse i flere omformerstasjoner og oppgraderte og forsterkede Rudshøgda og Otta omformere. Bygge nye omformere på Garli og Hjerkin (Alternativ 3A).
- KL-anlegg med AT-system og utvidelse av flere omformerstasjoner. Fjerne de midlertidige omformerne på Rudshøgda og Otta (Alternativ 3B).

Disse punktene viser at valg av fremtidig KL-anlegg vil bestemme om dagens midlertidige omformere kan oppgraderes til permanente stasjoner eller som disse fremdeles skal drives som midlertidige. Skal mer kortsiktige tiltak gjøres vil det være fornuftig å fortsette driften av disse med en klar forutsetning for hva som vil bli den endelige løsningen i fremtiden.

Hvis en velger å bygge et nytt KL-anlegg kombinert med AT-system og sette pådragsbegrensninger for multiple E116 lokomotiver kan en mindre omfattende utvidelse av omformerstasjonene tillates. Også for en fremtidig løsning kan dette være aktuelt å vurdere.

6.2 Lokomotivtype er vesentlig for dimensjonering av anlegget

Simuleringene og alternativene i forrige avsnitt viser at det har stor betydning om godstogene gies pådragsbegrensning eller ikke. Simuleringene har også antydning at godstog trukket av "Euro"-lokomoti viser mye bedre egenskaper med hensyn på spenning på kontaktledningen. Dette toget har regulerbar $\cos\phi$ og regenerativ bremsing. Lokomotivet har også en ytelse mer tilpasset et stort godstog, enn doble E116 som vil ha en ytelse større enn hva som egentlig kreves.

Det ble bygget 17 lokomotiver av E116 typen mellom 1977 og 84. De Svenske Rc lokomotivene ble bygget i samme tidsrom og av disse eksisterer det et meget stort antall. Det er aktuelt for NSB Gods å leie eller kjøpe noen av disse. Når det er aktuelt å bygge nytt KL-anlegg og oppgradere banestrømforsyningen om 10-15 år, vil disse lokomotivene være over 30 år gamle. Lokomotivene er sannsynligvis fremdeles i drift, men de vil da fases ut om noen år. Det kan derfor bli galt å dimisjonere en fremtidig banestrømforsyning for å kunne forsyne lokomotiver med begrenset levetid. Moderne lokomotiver har bedre elektriske egenskaper, og setter andre krav til dimensjoneringen av banestrømforsyningen.

Slik kan det hende at moderne lokomotiver vil kreve mindre utbygging av omformerkapasiteten. Et annet moment er at simuleringene har vist at det kan bli problemer med å oppfylle kravet om 13,5kV som laveste spenning selv der det er 40km mellom omformerne og selv om doble E116 har pådragsbegrensning.

En mulig løsning på dette kan være å dimensjonere en fremtidig banestrømforsyning for moderne lokomotiver, men tillate multiple E116 lokomotiver å kjøre med pådragsbegrensning. Dette vil sannsynligvis vare i en overgangsperiode på noen år, helt til E116 og Rc lokomotiver er utfaset.

E116 lokomotivene har også uønskede egenskaper med hensyn til støystrømmer, spesielt 100Hz, men også andre frekvenser. Metningsfenomener i sugetransformatorer er et problem som er nevnt i vedlegg 1, men ikke undersøkt her.

6.3 *Anbefalt løsning på kort sikt – alternativ 2B*

Som en løsning på kort sikt anbefales alternativ 2B; pådragsbegrensning for godstog med multiple E116 lokomotiver. Samtidig forsterkes omformerne på Rudshøgda, Otta, Dombås og Oppdal og det etableres ny midlertidig omformer på Hjerkin. Som nevnt ovenfor vil fremtidig løsning avgjøre om omformerstasjonene skal bygges permanente eller midlertidige.

Dette er den minst kostbare løsningen, med en kalkulert kostnad på ca. 68,0 mill NOK. Om den er realiserbar avhenger av om det finnes omformeraggregater som kan flyttes (eller eventuelt kjøpes). Hvis ikke roterende omformere finnes kan bygging av en eller flere statiske omformere bli løsningen. Før en beslutning kan taes bør valg av fremtidig banestørforsyning være tatt, men alternativ 2B forutsetter ikke det. Alle omformere som bygges forutsettes å være midlertidige og kan senere enten oppgraderes eller fjernes. Det må også taes med i betraktningen for en løsning på både kort og lang sikt at nytt traksjonsmateriell for godstogene kan gi et annet bilde av hva som trenges av forsterkninger.

Alternativ 1A og 1B krever store investeringer, mens alternativ 2A og 2B er ment som enklere løsninger, se samletabell nedenfor som viser kostnader for alle alternativene. Flere kombinasjoner mellom alternativ 1B og 2B kan gjøres. En kombinasjon vil være å la multiple E116 lokomotiver ha pådragsbegrensning og bygge AT-system for eksempel på strekningen Dombås – Oppdal. Midlertidige omformere på Garli og Hjerkin blir ikke nødvendig, men omformeren på Otta må da utvides. For å unngå utvidelse av Otta kan AT-system bygges på strekningen Fron – Oppdal, da kan Otta omformer fjernes. Rudshøgda omformer må utvides.

Alternativ 2B med to store aggregater på 10MVA i Dombås omformer og bygging av en midlertidig omformer på 2 x 5,8MVA på Hjerkin blir relativt kostbart og kan bli vanskelig å realisere. Vanskeligheter kan oppstå fordi det eksisterer få store omformere. Simuleringen har vist at en ikke får oppfylt kravet til redundans om et aggregat på 7,0MVA faller ut på Dombås. Men i følge simuleringene vil dette være et problem i en liten tidsperiode på natten. Belastningen ellers på døgnet er ikke større enn at om det settes inn aggregater på 7,0MVA, kan et av dem ligge utkoblet i mange timer av gangen. Hvis utkobling av aggregater på Dombås omformer kan planlegges skulle ikke dette by på store problemer.

Hvis en kan kutte ut en ny midlertidig omformer på Hjerkin og tillate en noe større strøm på KL-anlegget, kan utbyggingen på kort sikt gjøres enda rimeligere. Grensen for kontaktledningens overbelastbarhet er ikke entydig definert, og en undersøkelse om hva som kan tillates av store strømmer for noen minutter vil i denne sammenhengen kunne vise seg å spare store pengesummer. Moderne vern som tar hensyn på utetemperaturens innvirkning og beregner temperaturen for kontaktledningen vil gi god beskyttelse. Denne typen vern vil samtidig tillate stor utnyttelsesgrad av kontaktledningens kapasitet.

Det er forutsatt at sugetransformatorer og filterimpedanser ikke trenges å skiftes for alternativ 2B, selv ikke om omformer på Hjerkin ikke bygges. Simulering uten Hjerkin omformer viser at strømmen på kontaktledningen nordover fra Dombås ikke blir så stor at sugetransformatorer på 380A kan overbelastes.

Hvis en ser på utbyggingskostnadene for alternativ 2B og kan kutte ut Hjerkin omformer spares 15,4 mill kr og om en ikke behøver utvidelse til 2 x 10MVA på Dombås kan 3,0 mill kr spares. Totalt kan da ca. 23,6 mill kr totalt spares med uforutsette utgifter og investeringsavgiften inkludert.

En skal imidlertid ikke se bort fra at det kan gjøres enda enklere tiltak for å tillate kjøring av bare noen få godstog med stor last og doble E116 lokomotiver med pådragsbegrensning. Simuleringer anbefales i såfall utført.

6.4 Anbefalinger for løsning på lang sikt - alternativ 3B

Som langsiktig løsning anbefales det å installere banestrømforsyningsanlegg med AT-system samtidig med at KL-anlegget fornyes om 10-15år. På grunn av at konvensjonell banestrømforsyning krever flere nye omformerstasjoner, vil et system med autotransformatorer falle rimeligere ut. Imidlertid må flere simuleringer i fase 2 gjøres før en endelig beslutning kan taes.

Ved utbygging av KL-anlegg av konvensjonell type vil alle investeringene til oppgradering komme på Bane Energi, se samletabell nedenfor som viser en oversikt over kostnadene. Utgiftene til nytt KL-anlegg vil belastes vedlikeholdsbudsjettet. Velges derimot KL-anlegg med AT-system vil en forholdsvis liten investering påløpe Bane Energi, mens Region Nord og Øst får store investeringer. For å oppfylle dimensjonerende ruteplan blir alternativet med AT-system totalt ca 202,8 mill NOK billigere enn banestrømforsyning med konvensjonelt KL-anlegg. I dette beløpet er også forskjellen i fornyelser av KL-anlegget inkludert.

Alternativet med AT-system vil gi mye lavere årlige driftsutgifter enn et konvensjonelt anlegg. Driftsutgiftene til Region Nord og Øst er for alternativet med konvensjonelt anlegg (alt. 3A) kalkulert til å øke med henholdsvis ca 20,4 og 3,3 mill NOK. For alternativet med AT-system øker de årlige driftsutgiftene med henholdsvis ca 6,8 mill NOK for Region Nord, men reduseres med ca 0,12 mill NOK for Region Øst. I forhold til å oppgradere dagens banestrømforsyning til dagens ruteplan og dagens godstogtrafikk, vil faktisk driftsutgiftene til Bane Energi og Region Øst reduseres med et AT-system.

En forutsetning for valg av aggregater til forsterkning av banestrømforsyningen er at disse finnes og kan settes inn i omformerstasjonene der det er nødvendig. Det bemerkes at for oppsettet over investeringskostnader for AT-systemet (alt. 3B) er omformer størrelsen ikke av stor betydning for kostnadene. Settes det inn mindre eller større omformere enn det som er foreslått, vil i hovedsak bare driftskostnadene påvirkes. Således vil en utbygging av AT-system dimensjonert uten stor økning av lastvekten for godstogene komme til å koste omtrent det samme. På samme måte vil en dimensjonering av banestrømforsyningen for mer moderne lokomotiver enn El16 også koste omtrent det samme. For et konvensjonelt banestrømforsyningsanlegg vil størrelsen og antall omformerstasjoner i større grad være bestemt av dimensjonerende ruteplan og tyngden av togene etc. Dermed vil også utbyggingskostnadene bli mer variable.

For løsning på lang sikt anbefales det å dimensjonere banestrømforsyningen for moderne lokomotiver som trekker mindre reaktiv effekt enn El16. Da kan mindre aggregater settes inn i omformerstasjonene. Derfor kan det være fornuftig å la doble El 16 lokomotiver kjøres med pådragsbegrensning så lenge disse eksisterer.

Hvis en beslutter å oppgradere dagens banestrømforsyning og dimensjonerer denne for dagens ruteplan og togtrafikk, kan dette på sikt bli en ugunstig beslutning. Dette fordi tidligere Hovedplan har påvist at det kan oppstå lave spenninger i området ved Hjerkin og Garli. Selv om dimensjonerende ruteplan med stor økning av vekten til godstogene forutsetter en utbygging av banestrømforsyningen som en kanskje vil anse for stor til å oppfylle, kan en mindre økning av godstrafikken, tettere krysninger, tog i "blokkpost-avstand" etc. komme til å utløse behov for forsterkningstiltak. I disse områdene vil nye forsterkningstiltak sannsynligvis kreve nye omformere på Hjerkin og Garli. Altså en forsterkning lik alternativ 3A.

6.4.1 Fordeler med AT-system

Fordelen med AT-systemet, bortsett fra det som allerede er poengtert, er at spenningen vil være meget stiv, tapene i banestrømforsyningen blir betydelig lavere, installert ytelse i omformerstasjonene utnyttes bedre, og at mulighetene for å øke togtrafikken og belastningen sannsynligvis vil være stor. Driftssikkerheten for KL-anlegget er forutsatt å være like stor som for et konvensjonelt system.

Banestrømforsyning med AT-system faller rimeligere ut enn konvensjonelt system, med forbehold om at kalkulasjonene har mange usikkerheter rundt valg av tekniske løsninger.

Dermed vil prisen også bli usikker. Videre utvikling av konseptet med treviklingsuge-transformatorer kan bli noe rimeligere.

Det taler for at et AT-system vil være den beste løsningen for en fremtidig banestrømforsyning på Dovrebanen. Konseptene med AT-system er enda ikke ferdig utviklet og mange spørsmål, f.eks. løsninger i matestasjonene, er ikke undersøkt. Fase 2 som er omhandlet i neste avsnitt gir anbefalinger til videre undersøkelser. Banestrømforsyning med AT-system anbefales som fremtidig løsning. Det forutsettes også at overgangen til AT-system skjer samtidig med en fornying av KL-anlegget.

6.5 Oppsummering

Kostnadene for de forskjellige alternativene er oppsummert nedenfor. Rubrikken "Årlige driftsutgifter" viser *økningen* av driftsutgiftene i forhold til dagens banestrømforsyning.

Alternativ	Periode	Bane Energi [mill NOK]			Region Øst [mill NOK]			Region Nord [mill NOK]		
		Investeringer	Fornyelser	Årlige drifts utgifter	Investeringer	Fornyelser	Årlige drifts utgifter	Investeringer	Fornyelser	Årlige drifts utgifter
Alt. 0: Enkle forsterknings-tiltak av banestrømforsyningen. Dagens togtrafikk og ruteplaner.	Permanent løsning på kort og lang sikt	77,4	-	0,31	-	264,2	0,95	-	937,9	3,7
Alt. 1A: Store forsterknings-tiltak av banestrømforsyningen. Dimensjonerende ruteplan og stor lastvekt for godstogene.	Kort og mellomlang sikt	316,1	-	1,6	-	-	3,3	12,1	5,6	20,4
Alt. 1B: Nytt KL-anlegg med AT-system på strekningen Fron – Lundamo. Forsterkning av banestrømforsyningen. Dimensjonerende ruteplan og stor lastvekt for godstogene.	Kort og mellomlang sikt	33,5	-	-	-	-	3,3	95,9	707,7	4,6
Alt. 2A: Enkle forsterknings-tiltak av banestrømforsyningen. Dimensjonerende ruteplan og stor lastvekt for godstogene. Pådragsbegrensning for doble EI16.	Kort og mellomlang sikt	226,9	-	0,96	-	-	2,6	-	-	14,1
Alt. 2B: Midlertidige forsterkninger som leder frem mot et fremtidig AT-system. Pådragsbegrensning for doble EI16.	Kort og mellomlang sikt.	68,4	-	0,88	-	-	2,6	-	-	9,1
Alt. 3A: Fornyte KL- anlegget. Store forsterkninger av banestrømforsyningen. Dimensjonerende ruteplan og stor lastvekt for godstogene.	Permanent løsning på lang sikt.	316,1	-	1,6	-	264,2	3,3	-	937,9	20,4
Alt. 3B: Fornyte KL- anlegget med AT-system. Forsterkninger av banestrømforsyningen. Dimensjonerende ruteplan og stor lastvekt for godstogene.	Permanent løsning på lang sikt.	16,8	-	-0,82	34,2	251,0	-0,12	122,9	890,5	6,8

6.6 Anbefalinger for videre arbeid - fase 2

Videre arbeid skal skje i hovedplanens fase 2. Denne skal vise en stor belastning av banestrømforsyningen, i og med at en ruteplan med bare godstog og mange flere kryssinger skal være dimensjonerende. Dette kalles kapasitetsoptimal ruteplan. Fase 2 skal konsentrere seg om tiltak på lang sikt.

Fase 1 skulle vise en moderat belastning. Simuleringene viste imidlertid at doble EI16 lokomotiver og 50% større lastvekt på alle godstog gir meget stor belastning. Når fase 1 viser så

stor belastning blir det kostbart å gjøre utbygninger på kort sikt. Det kan derfor vurderes kortsiktige tiltak ved at bare noen godstog kjøres med multiple El16 og 50% større lastvekt.

Simuleringer med kapasitetsoptimal ruteplan og tunge godstog, men med annet trekkmateriell (Euro-lokomotiv) bør gjøres for å få en riktig dimensjonering av et fremtidig anlegg.

Følgende foreslås som nødvendige simuleringer for fase 2:

1. Simulering med tunge godstog trukket av Euro-lokomotiv og dagens strømforsyning. Denne simuleringen vil klargjøre hvilke forsterkningstiltak som trenges i forbindelse med nytt KL-anlegg. Videre vil en se nødvendig størrelse av Otta og Rudshøgda omformere.

Etter dette simuleres punkt 2 og 3 nedenfor, for å vise forskjellen mellom de to systemene. En vil for eksempel se forskjellen i nødvendig ytelse for omformerne. Simuleringen bør gjøres både med Euro-lokomotiver og med El16:

2. Simulere med nødvendige forsterkninger av omformerne som trenges for et konvensjonelt KL-anlegg, alternativ 2B.
3. Simulere med nytt KL-anlegg med AT-system Tangen - Lundamo og fjerne omformerne på Otta og Rudshøgda. Øke ytelsen i de øvrige omformerne til hva en kan regne som fornuftig på grunnlag av simulering 1.

Simuleringer i fase 2 kan også inkludere forsert utbygging av AT-system på aktuelle strekninger. Her kan valg av strekning avhenge av alder og tilstand på det eksisterende KL-anlegget, mulighet for hastighetsøkning for krengetogene, etc:

4. Simulere med AT-system på strekningene Fron - Lundamo og fjerne omformeren på Otta.
5. Simulere med AT-system på strekningene Dombås - Oppdal og forsterke omformeren på Otta.
6. Simulere med AT-system på strekningene Tangen - Dombås og fjerne Rudshøgda og Otta omformere. Midlertidig omformer etableres på Hjerkin.

Punkt 5 er det samme som alternativ 1B, punkt 6 og 7 foreslår forsterkninger som krever mindre investeringer. Godstog med pådragsbegrensning for dobbel El16 lokomotiver vil fremdeles kreves på deler av Dovrebanen med disse alternativene.

7 RISIKOVURDERING

For alternativene med konvensjonelt kontaktledningsanlegg vil ingen endringer føre til forringelse av sikkerhetsnivået. Teknisk regelverk og lover for høyspenningsanlegg vil gjelde som for dagens anlegg. Når det gjelder redundans ved utfall av omformere vil en forsterkning av banestrømforsyningen på konvensjonell måte (alt. 1A, 2A og 3A) føre til flere omformere. Dermed vil redundansen forbedres i forhold til dagens banestrømforsyning (alt. 0).

7.1 Banestrømforsyning med AT-system

Når det gjelder innføring av AT-system er det mange forhold som må undersøkes. Banverket driver i dag omfattende undersøkelser med AT-system som er installert på en strekning av Malmbanan i Nord-Sverige. Deres erfaring vil gi meget verdifullt grunnlag for de vurderinger Jernbaneverket må gjøre.

7.1.1 Redundans i banestrømforsyningen - omformere

I forhold til forsterkning på konvensjonell måte (alt. 1A, 2A og 3A) eller fornyelse av dagens system (alt. 0), vil det bli færre, men større matestasjoner med et AT-system. Siden den "elektriske" avstanden mellom stasjonene blir mindre med et AT-system, økes også muligheten for større belastning av de andre stasjonene om ett omformeraggregat kobles ut. Dette vil også gjelde for utfall en hel omformerstasjon. Dermed vil en anta at redundansen kommer opp på samme nivå for AT-system som for et konvensjonelt system. Simuleringer for utfall av aggregater bør gjøres for banestrømforsyning med AT-system.

7.1.2 Redundans i banestrømforsyningen - autotransformatorer

I et fremtidig AT-system antas det at et system med både sugetransformatorer og autotransformatorer eller et system med bare autotransformatorer velges. Antar at sugetransformatorer i et AT-system ikke fører til noen endring av redundansen i forhold til konvensjonelt system, men at autotransformatorer vil kunne gi endrede forhold.

Regelverket for AT-system i Norge må utarbeides før slike systemer eventuelt kan bygges. Det er heller ikke undersøkt passende komponenter. AT-stasjoner kan tenkes utstyrt med fjernstyrte skillebrytere. Ved en kortslutning kobles hele KL-anlegget ut av relévernet i omformerstasjonene og etter at riktig AT-stasjon er koblet ut av skillebryteren, kan spenningen igjen legges inn. Systemet for utkobling av kortsluttet AT-stasjon kan tenkes samordnet med omformerstasjonenes automatiske system for gjeninnkobling etter en kortslutning.

7.1.3 Nødfrakobling for togene

Dagens system med nødfrakobling for togene forutsettes å inkluderes i et AT-system på samme måte som i dag.

7.1.4 Elsikkerhet i KL-anlegg med AT-system

I et AT-system vil systemspenningen for KL-anlegget økes fra 15kV til 30kV (eventuelt enda høyere). AT system er ikke typegodkjent for bruk i Jernbaneverket, det forutsettes derfor at Regelverket utarbeides slik at forsterkning av banestrømforsyningen med AT ikke innebærer noen øket risiko sammenlignet med dagens banestrømforsyning.

8 FORHOLD TIL ANDRE ANLEGG

Større lastvekt for godstog vil føre til større returstrømmer. Dette vil være uavhengig av om en velger utbygging av konvensjonell banestrømforsyning eller AT-system. Store returstrømmer kan forstyrre signalanlegget. Når det gjelder forhold mot andre systemer eller anlegg vil alternativene med AT-system (alternativ 1B og 3B) kreve utarbeidelse av nytt teknisk regelverk, hvor en må treffe tiltak mot uønsket påvirkning.

8.1 Påvirkning av sporfeltene

I rapporten "100Hz støystrom - kartlegging av maksimale sporfeltlengder for ordinære sporfelte" fra mars 2000 [5], går det frem at noen få sporfelte på Dovrebanen er for lange i henhold til regelverket. Disse sporfeltene er foreslått endret til kortere lengder.

Skal Dovrebanen trafikkeres med den dimensjonerende ruteplanen med de ønskede persontog, godstog med 50% større lastvekt og doble El16 lokomotiver, vil returstrømmene øke betydelig. De økte returstrømmene vil kunne påvirke sporfeltene og signalsystemet. En endring av sporfeltlengden vil dermed være et nødvendig tiltak for å komme innenfor regelverkets bestemmelser. Det forutsettes at disse endringene av sporfeltene ikke må sees i sammenheng med valg av konvensjonelt KL-anlegg eller med AT-system.

Av rapporten går det også frem at tiltak må gjøres på stasjonsområdene for å få tilfredsstillende løsninger i forhold til regelverket. Rapporten anslår kostnadene med å rette opp sporfeltene til ca 7,06mill NOK uten mva (2000-kroner).

Disse tiltakene må gjennomføres før banestrømforsyningen forsterkes for å tilfredsstille kravene i dimensjonerende ruteplan.

8.2 Påvirkninger av telenettet

El16 lokomotivet kan påvirke telenettet på grunn av generering av 100 Hz støystrommer. I dag er ikke dette noe problem på Dovrebanen. Hvis jordingssystemet og kabelkvaliteten er i henhold til spesifikasjonene i gjeldende regelverk bør det ikke oppstå problemer ved kjøring av doble El16 lokomotiver.

Men det bør vurderes å gjøre undersøkelser ved testkjøring og målinger på de viktigste komponenter i telenettet, som omformerstyring og CTC.

På strekninger med moderne fiberoptiske kabler vil ikke forstyrrelser forekomme.

9 REFERANSEDOKUMENTER

1. "Forsterkning av banestrømforsyningen på Dovrebanen", Hovedplan, Jernbaneverket 1994.
2. "Hovedplan for banestrømforsyningen på Dovrebanen, gjenværende strekninger", Hovedplan 1996
3. "Landsdekkende kraftsystemplaner", 7 delrapporter, 1999.
4. "Simulering av banestrømforsyningen på Dovrebanen", simuleringsrapport, 2001
5. Dimensjonerende ruteplan, 149.1 gjeldene fra 11. juni 2000.
6. "100Hz støystrom - kartlegging av maksimale sporfeltlengder for ordinære sporfelter", rapport 2000.

10 VEDLEGG

Vedlegg 1 :

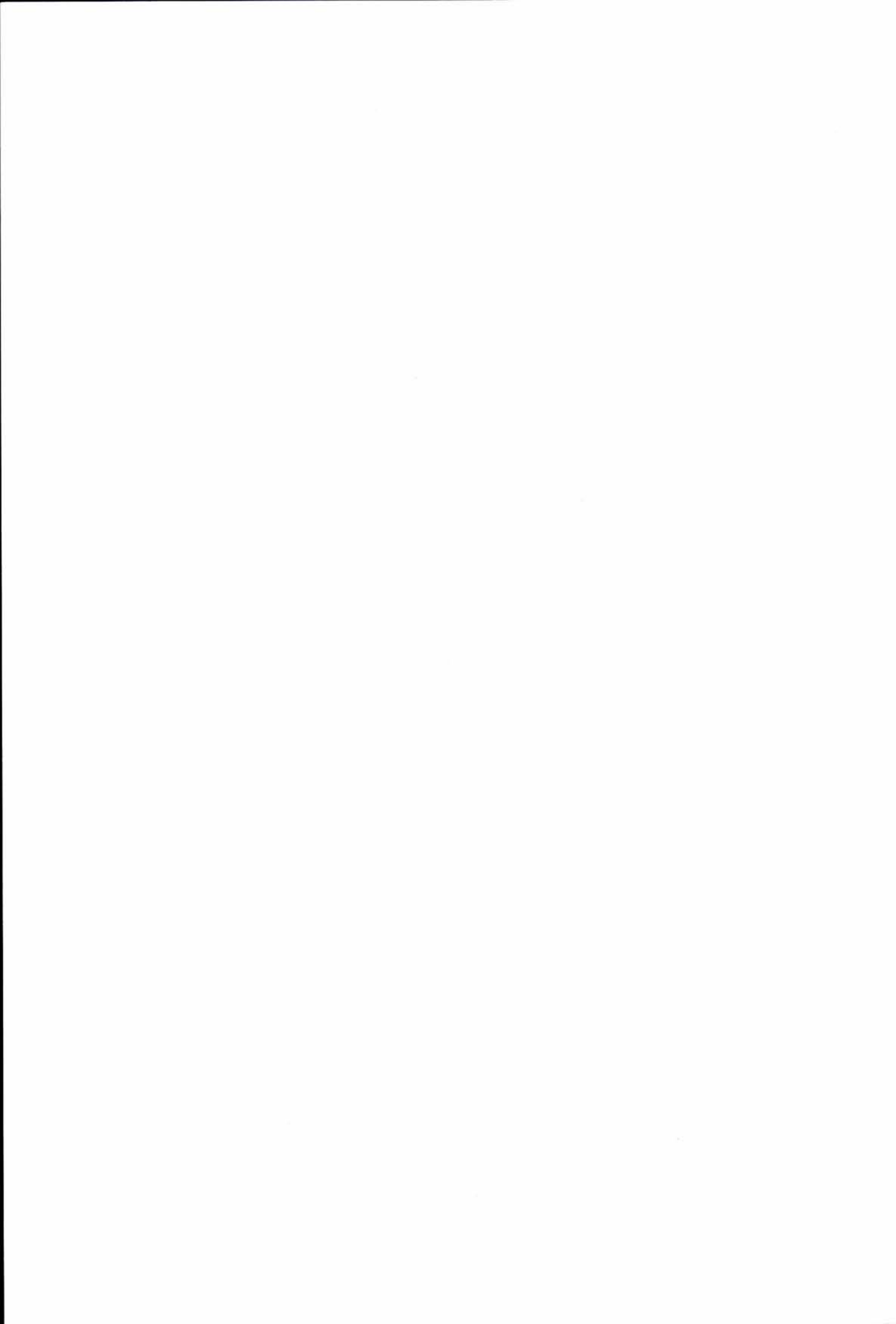
- Brev; "Restriksjoner i bruk av El16 og Rc-4 lokomotiver. Ønske om vurdering i.f.m gitte restriksjoner" med vedlegg, 10 mars 2000, saksref.: 99/1342 I 811

Vedlegg 2 :

- Møtereferat; "Belastningsgrunnlag for planlegging av fremtidig behov for banestrømforsyningen", 09.05.00.
- Møtereferat; "Hovedplan Dovrebanen", møte nr 3, 16.06.00
- Brev; Godkjenning av ruteplaner i forbindelse med utarbeidelse av "Hovedplan Dovrebanen, Banestrømforsyning og energiavregning", dato
- Notat; "Simulering av strømforsyningen på Dovrebanen", 09.11.00

Vedlegg 3 :

- Notat fra Peder Kanestrøm i Jernbaneverket, Region Nord, 15.05.01 vedrørende behov for forsterkning av dagens banestrømforsyning.





Region Øst
Region Sør
Region Nord
Region Vest

JERNBANEVERKET	
REGION NORD	
A. 13 MARS 2000	
Saksref. 99/1526	
Arkivbet. IT 811	

3

Slett
Slett 18.03.00

Henvendelse til: Frode Johnsen
Tlf: 22 45 51 78
Faks: 22 45 54 99
E-post: frode.johnsen@JBV.no

Dato: 10 MAR 2000
Saksref.: 99/1342 I 811
Deres ref.:
Vedlegg: 1

Restriksjon i bruk av El 16 og Rc-4 lokomotiver Ønske om vurdering i.f.m gitte restriksjoner

Jernbaneverket har i dag en rekke lokale restriksjoner for fremføring av El 16 og Rc-4-lokomotiv. En oversikt over kjente begrensninger er gitt i JD346 av 01.03.99.

Det er flere ulike årsaker til at det har vært satt begrensninger i fremføringen av El 16 og Rc-4. Av infrastrukturmessige årsaker kan bl.a. følgende nevnes:

- Begrensninger i strømforsyningsnettet p.g.a. lokomotivenes lave effektfaktor og relativt store effektuttak
- Fare for forstyrrelser av sporfelter på grunn av lokomotivenes høye generering av støystrømmer i 100 Hz-område, samt mangel på "100-Hz vern" (gjelder kun Rc-4)
- Fare for forstyrrelser på telenettet og i signalanlegg på grunn av at lokomotivene generer høye støystrømmer (innenfor flere frekvensspektra)
- Metningsfenomener i sugetransformatorer og filterimpedanser

Restriksjon for fremføring av Rc-4-lokomotiv er innført på Bergensbanen på grunn av problemer med at bremsene blir for varme.

Situasjonen er nå at godstrafikken på jernbane innen og til/fra Norge synes å være på fremmarsj, med ytterligere avdekkede potensial i en del markedssegmenter (jfr. bl.a. profiltiltakene). Samtidig pågår det en utvikling med tilrettelegging for økt konkurranse på sporet. Det er da viktig å legge til rette for en mer fleksibel og optimal utnyttelse av tilgjengelig trekkraft. Vi viser til brev fra NSB Gods av 05.08.99 der de ønsker en datofestet plan for når restriksjonene på El 16 og Rc-4 kan opphøre (brevet er vedlagt).

Dette perspektivet utvides ytterligere av at svenskens nåværende lokpark på nærmere 400 Rc-lokomotiver i takt med restruktureringen av svensk togproduksjon kan bli en viktig fremtidig basis for rimelig lett tilgjengelig, interoperabel og nedskrevet trekkraft

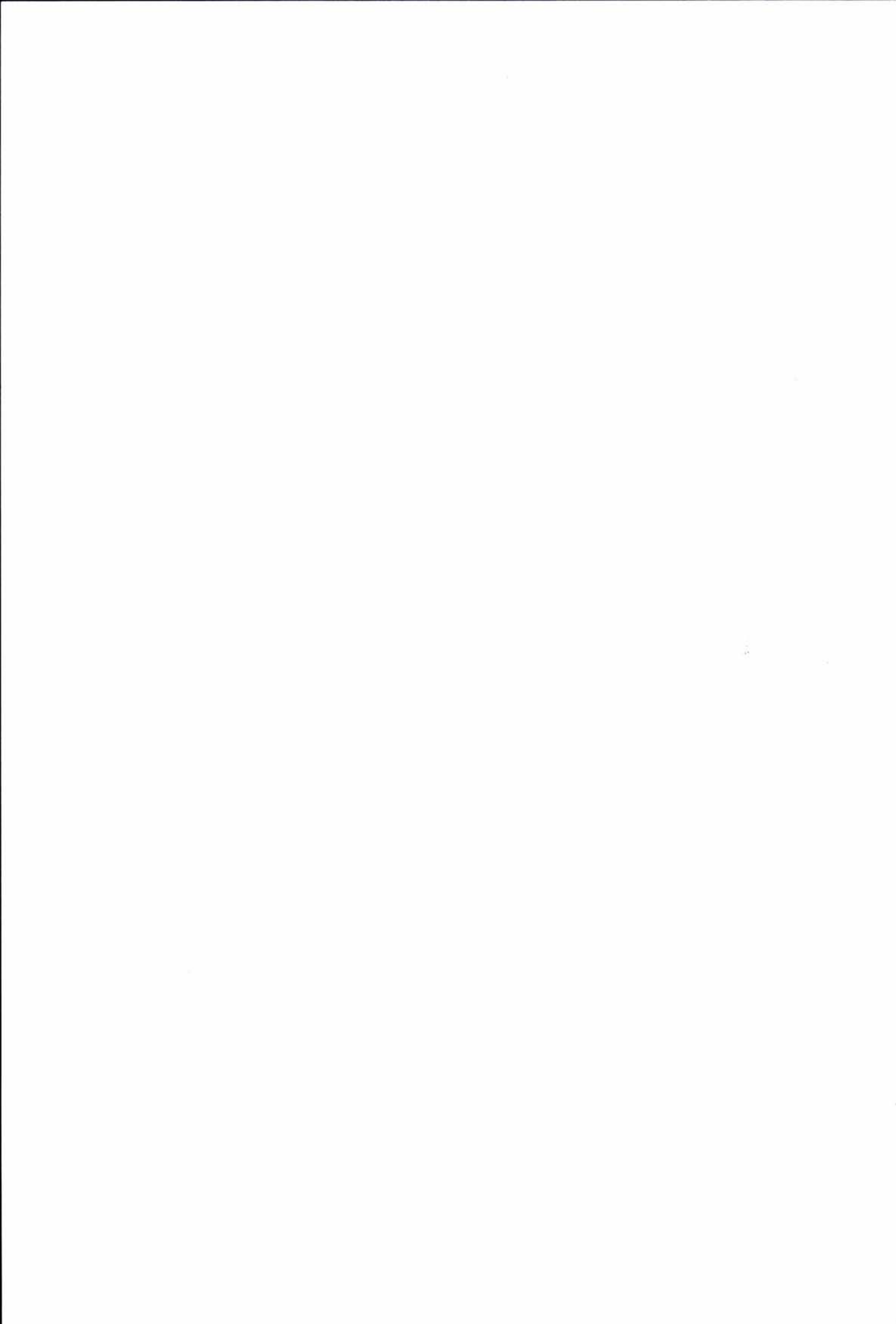
Besøksadresse:
Stortorvet 7
Postadresse:
Boks 1162 Sentrum
0107 Oslo

Resepsjon
Hovedkontoret:
22 45 51 00

Telefaks:
22 45 54 99

Sentralbord
Jernbaneverket:
22 45 50 00

Reg.nr.:
NO 971 033 533 MVA
Bankgiro:
7694.05.01888



for en slik regionalisert godssektor, både i regi av NSB Gods og evt. andre. Dette stiller imidlertid selvsagt også krav til at våre anlegg er tilstrekkelig robuste.

Hovedkontoret har ikke en samlet oversikt over hvorvidt det i den senere tid er gjennomført oppgraderinger i infrastrukturen eller endringer i det totale trafikkbildet som tilsier endrede restriksjoner på bruk av El-16 og Rc. Vi ber derfor om tilbakemelding med status på hvilke årsaker som medfører begrensninger for fremføring av El 16 og Rc-4 på de forskjellige strekningene. Vi ber også om en vurdering av hvilke tiltak som må alt. bør gjennomføres for å oppheve gitte restriksjoner. Kostnadsoverslag på nødvendige tiltak må utarbeides. En vurdering omkring når oppheving av aktuelle restriksjonene vil kunne gjennomføres må også gis.

Tilbakemelding fra regionene vil være et underlag for en overordnet vurdering av kost/ nytte for oppheving av aktuelle restriksjoner.

Restriksjoner for fremføring av El 16 og Rc-4 er satt sentralt fra Hovedkontoret i forbindelse med "100-Hz-problematikken". Hovedkontoret vil ta initiativ til å få gjennomført nødvendige vurderinger i denne saken i forbindelse med "100 Hz-problematikken". Vår videre behandling her er avhengig av regionenes tilbakemelding på vårt brev av 07.12.99 angående endring av maksimale lengder på sporfelter.

NSB har i sitt brev av 05.08.99 satt opp en prioritetsrekke for de begrensninger som de helst ønsker opphevet. Vi ber om at vurderinger av tiltak for NSB's prioriterte ønsker blir prioritert.

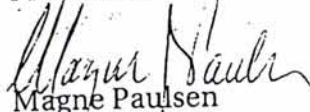
Etter det vi forstår (etter telefonsamtale med NSB) er punkt 2 i NSB's prioriteringsrekke knyttet opp mot lokale begrensninger satt til å fremføre flere El 16 med relativt korte tidsintervall seg imellom.

Eventuelle lokale årsaker til å gi forskjellige restriksjoner for Rc-4 og El 16 må også kommenteres.

Der begrensningen er satt i forbindelse med kjøring av 2 stk. lokomotiv i samme togstamme ber vi om en vurdering om det er 2 stk. lokomotiv som er den virkelige begrensningen eller om det er total vekt på fremført togstamme som er begrensningen. Dette gjelder både ved dublering av El-16/Rc og ved dublering av andre loktyper.

Vi forventer tilbakemelding på ovennevnte innen 01.05.00. Dersom det ikke er mulig å gi en tilfredsstillende tilbakemelding innen denne fristen ber vi om snarlig tilbakemelding på når en slik vurdering vil kunne ferdigstilles.

Med hilsen


Magne Paulsen
Banedirektør



Jernbaneverket
Pilestredet 19
0048 OSLO

JERNBANEVERKET		kass.kode
- 6 AUG. 1999		
Sak/Doknr:	96/1442-G526	
Arkivbet	E 811	

Henvendelse til: Leif Skovly
Deres ref: Ivar Hagland
Saksref: 96/1442-G526
Dato: 05.08.1999



Bruk av EL-16 og Rc-4 lokomotiver

Vi viser til tidligere korrespondanse angående bruk av EL-16 og spesielt Rc-4 lokene.

NSB Gods ønsker en datofestet plan for når restriksjonene i bruken av disse lokomotivene kan opphøre.

Vi har følgende ønske og prioritetsrekke:

- Kunne benytte EL-16 i godstog helt frem til Stavanger.
- Kunne benytte EL-16 i godstog uten begrensninger i antall mellom Hamar og Trondheim.
- Kunne kjøre mottippelkoplet EL-16 Alnabru - Trondheim.

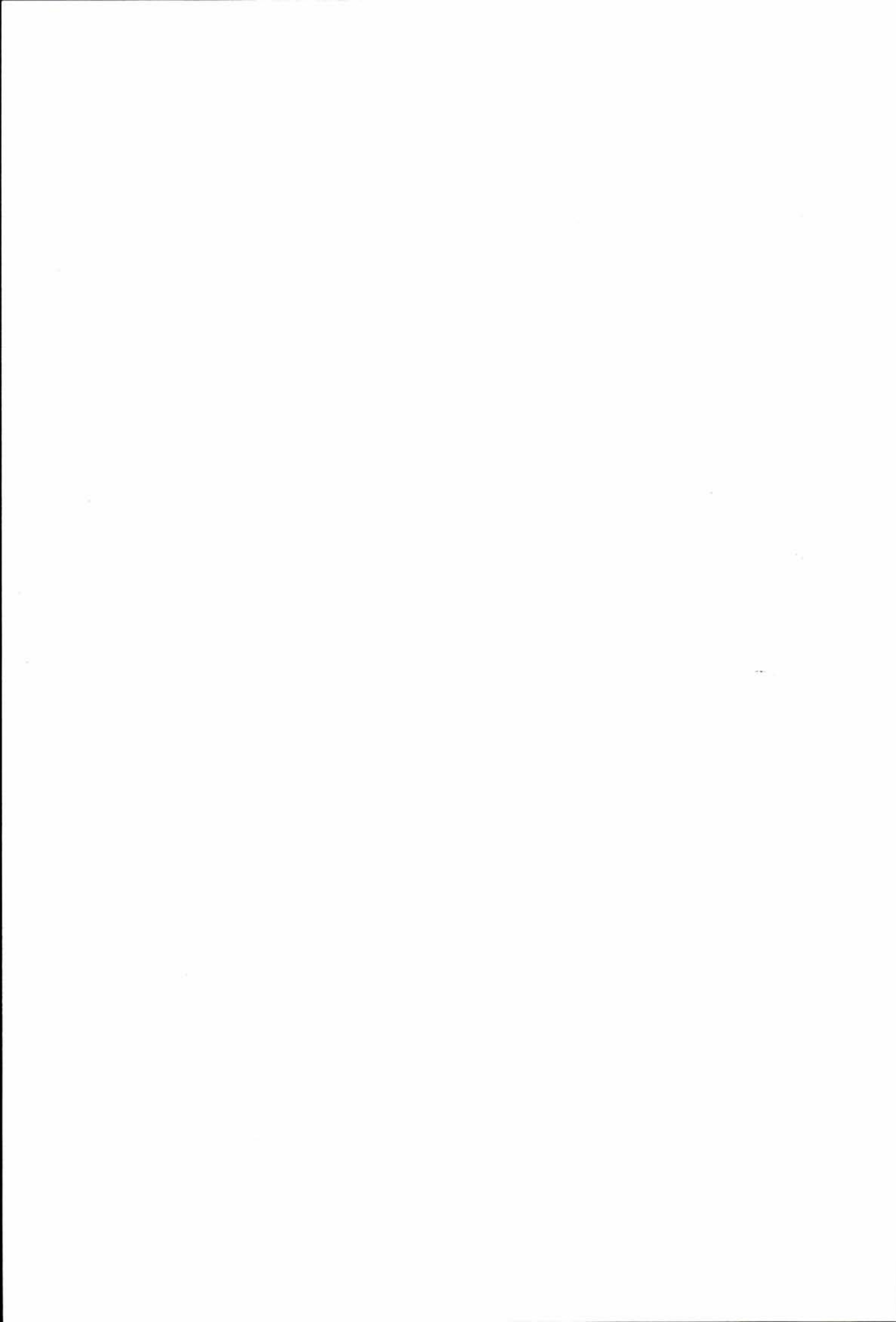
Samtidig ønsker vi også å kunne få bruke Rc-4 på alle hovedrelasjonene så snart som mulig.

Gods har i dag alt for mange hindringer når vi skal disponere våre lok. Begrensningene på bruk av EL-16 gjør at alternative turneringer ved avvik blir veldig begrenset. Gods jobber også fortsatt sammen med SJ Gods for å finne samkjøringseffekter ved mer felles turnering av våre lokomotiver.

Vennlig hilsen.

Leif Skovly

Gjp.: Thor Vasset, Jøran Andersen, Terje Solberg, Saken.



Møtereferat

Møte nr.:

Møte: Belastningsgrunnlag for planlegging av fremtidig behov for banestrømsforsyning

Saksref.: 00/114 JI 760

Sted: Stortorvet 7, rom 603

Møtedato: 2000-05-09

Referent: Anna Sofie Mørland

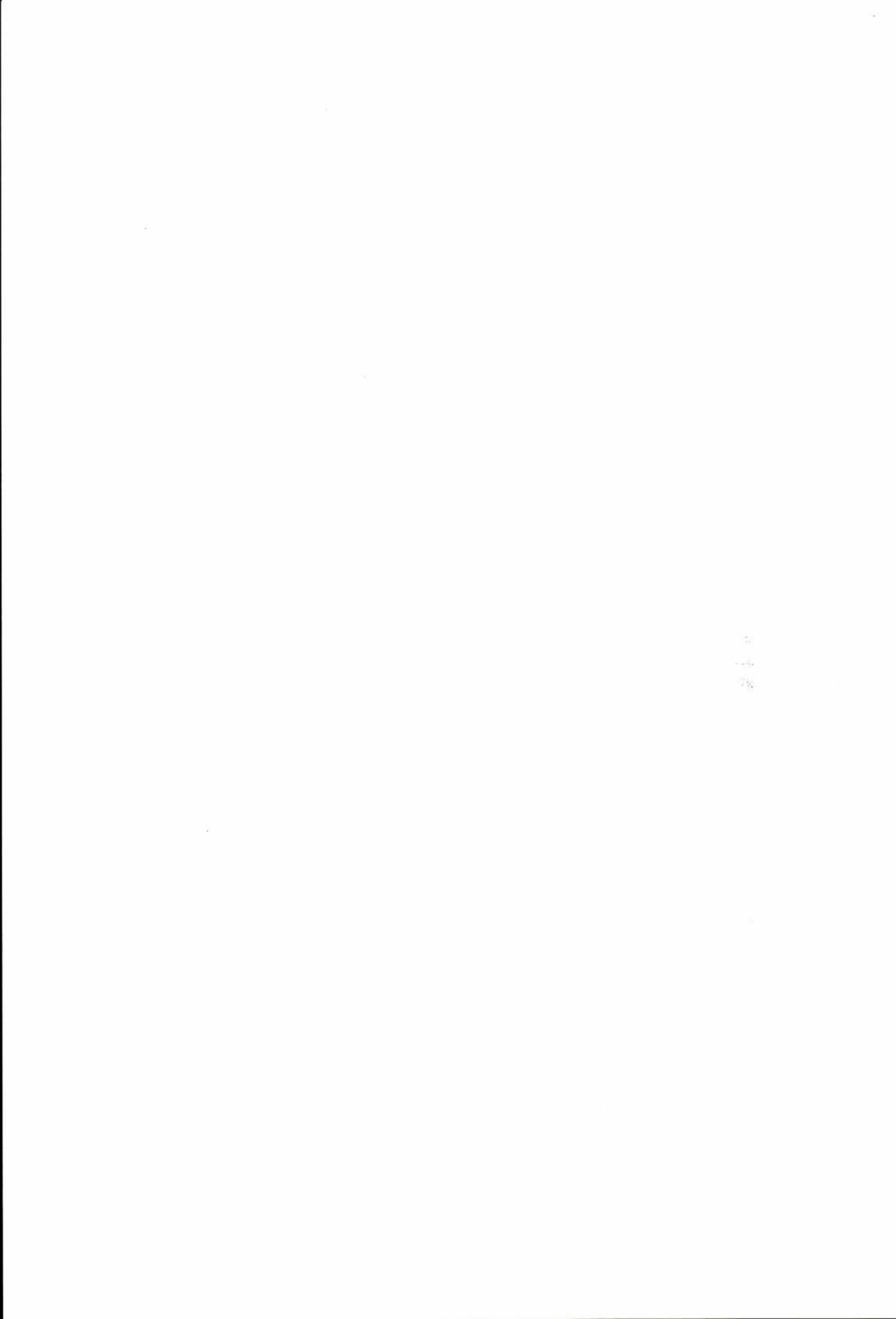
Antall sider inkl. denne: 5

Deltakere: Johan A. Wikander, JBV Region Nord, tlf: 72555
 Trond Williksen, NSB Gods Drift, tlf: 54900
 Bjørn Kanstad, JBV Hk Trafikk, tlf: 55148
 Terje Eidsmoen, JBV Hk Baneforvaltning, tlf: 55121
 Thor J. Vasset, NSB Gods Materiell, tlf: 52058
 Gunnar Loftesnes, JBV Hk Baneforvaltning, tlf: 55124
 Nils Hansegård, JBV Hk Trafikk, tlf: 53938
 Frode Johnsen, JBV Hk Teknisk, tlf: 55178
 Anna Sofie Mørland, BanePartner, tlf: 56309

Fravær:

Kopi til: Møtedeltager, Ingolf Pedersen, 99/3282 I 760

Sak nr.:	Saker til behandling	Ansvar	Frist
1	<p>Bakgrunn for møte:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Nytt punkt i Teknisk regelverket krever at trafikkprognose som legges til grunn for planlegging av fremtidig banestrømsforsyning, skal godkjennes av JBV Hk. -Hovedkontoret har mottatt ruteplan for et simuleringsprosjekt for banestrømsforsyning på Dovrebanen for godkjenning. Hk ønsket å avholde et møte for å belyse sine kommentarer i saken. <p>Formål med møte:</p> <ul style="list-style-type: none"> -få en prinsipiell diskusjon omkring temaet "fremtidig dimensjonerings-strategi for banestrømforsyningen" -få en avklaringen omkring den konkrete ruteplanen for Dovrebanen som ligger til godkjenning 		
2	<p>Krav i Teknisk regelverk (JD 546 kap 5, avsnitt 2) i.f.m. dimensjonering av banestrømsforsyningen ble presentert. Kopi av fremlagt foil er vedlagt.</p>		
3	<p>Johnsen fremla noen foiler i.f.m at det for tiden arbeides med flere prEN-normer der det vil bli stilt krav til</p>		



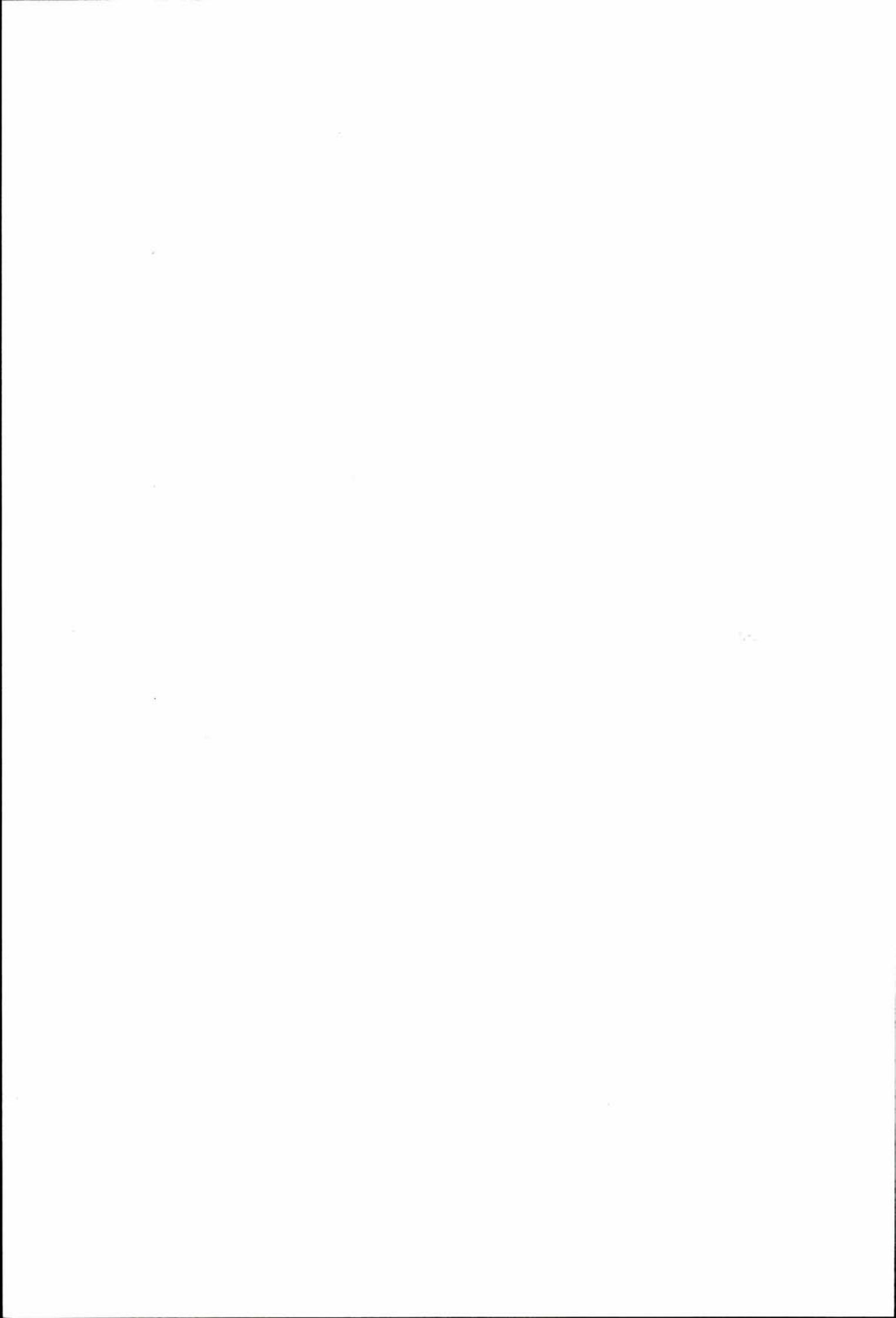
Sak nr.:	Saker til behandling	Ansvar	Frist
	<p>banestrømsforsyningen. Foreløpige utkast stiller bl.a. krav til tilgjengelig effekt per strekning som funksjon av maksimal hastighet, togfølgetider og maksimal effektuttak per tog.</p> <p>Krav om simulering eller tilsvarende for verifisering av gitte krav for "tetteste" del av ruteplan er også nevnt i forslagene til nye normer.</p> <p>Det er vanskelig å sammenligne effektkrav med norske forhold da effektkrav i prEN-normer stort er satt til dobbeltsporet strekninger (men det er generelt ingen tvil om at det norske banestrømsforsyningsnettet er svakt i europeisk sammenheng). For spenningskrav stiller Norge stort sett strengere krav enn det forslag til prEN-normer gjør.</p>		
4	<p>Wikander gav en kort introduksjon til bakgrunnen for innsendt ruteplan "Strategisk ruteplan for Dovrebanen 1998 – 2007" som det er søkt om å få godkjent for prosjektet "Hovedplan Dovrebanen for strømforsyning og energiavregning". Hovedplanen som utarbeides nå er et resultat av Kraftsystemplanen som ble utarbeidet i 1999. Denne konkluderte med at behovet for Otta og Rudshøgda midlertidige omformerstasjoner burde dokumenteres på nytt, og at det burde ses på alternative forsterkningsmetoder langs Dovrebanen.</p>		
5	<p><u><i>Hovedpunkter fra den generelle diskusjonen:</i></u></p> <p>Det er ønskelig at det i planleggingen av banestrømforsyningen gjøres mer langsiktige vurderinger i tillegg til de vurderinger som i dag kreves for et 5-10 års-perspektiv.</p> <p>Kortsiktige tiltak er ofte ikke i samsvar med ønskede langsiktige tiltak. Strømforsyningen bør dimensjoneres mer "robust". Det blir lett for mye "skreddersøm" ved kortsiktige planer. Kryssingsspor må bygges slik at forsinkelser i ruteplanen får minst mulig konsekvens på sikt. Dette vil gi en overkapasitet i forhold til ruteplan, men gir bedre håndtering av avvik. På samme måte bør det tenkes ved dimensjonering av strømforsyning. Det er ønskelig at banestrømforsyningen skal kunne takle en hver avvikssituasjon uten at det legger begrensninger på togfremføringen.</p> <p>Planer for utbygging av kryssingsspor er en viktig faktor dersom man skal fastlegge mulig togtetthet. Forhold omkring fremtidig lengder på tog, nødvendige lengder på</p>		

100
101
102

Sak nr.:	Saker til behandling	Ansvar	Frist
	<p>kryssingsspor og behov for trippelspor (gir større fleksibilitet ved kryssing) ble diskutert. Dimensjonering av banestrømforsyningen bør skje uten å ta hensyn til kryssingssporenes lengde. Dette fordi det foreligger planer om å forlenge flere kryssingsspor for å øke kapasiteten på banestrekningene.</p> <p>Det er klart ønskelig å ha en mer langsiktig strategi for utbygging av banestrømforsyningen. Men fra tidligere erfaringer vet man at dette ikke er enkelt både fordi strategiske avgjørelser for togtetthet, toghastighet, togvekter stadig endres og at mangel på bevilgninger gjør at kun kortsiktige strakstiltak blir gjennomført.</p> <p>Ønsket "robust" stømforsyning vil bli svært kostbar. For større langsiktige beslutninger bør nytte/kost vurderinger ligge til grunn. Kostnader for strømforsyningsanleggene er det greit å få oversikt over, men det burde det vært gjort vurderinger av kostnadene for alle kapasitetøkende tiltak opp mot den nytten kapasitetsøkningen gir.</p> <p>Ut fra den kortsiktige og den langsiktige planleggingen må gapet mellom hva som er installert i dag og hva som er ønskelig i fremtiden vurderes. Deretter må det finnes ut hva og hvor det er fornuftig å bygge ut først.</p> <p><u>Fremtidig trafikk:</u> NSB vil nødvendigvis ikke være toneangivende for fremtidig trafikk. JBV Hovedkontoret har ansvaret for å sette dimensjonerende togfrequens og dimensjonerende lengde og vekt på materiellet. Innspill fra aktuelle operatører er selvfølgelig ønskelig.</p> <p>Maksimal toglengder er avgjørende for konkurranseevnen for transportselskapene i forhold til fordeling av transport mellom skinner og vei. Det er en fordel for togtransport å kunne kjøre lange tog.</p> <p><u>Fremtidig materiell:</u> Når det gjelder fremtidig materiell, særlig innen gods trafikk, vil det sannsynligvis bli ønsket å bruke mer RC lok fra Sverige i tillegg til EL 16. På sikt er det også mulig at det kjøpes inn nytt materiell av tilsvarende type som er innkjøpt i Danmark.</p> <p>RC-lokene har minst 7 – 10 års levetid i følge NSB gods. Det antas at det fremover kan være aktuelt å kjøre doble RC/EL 16 sett med 850 tonn + 50% dersom begrensningen for</p>		



Sak nr.:	Saker til behandling	Ansvar	Frist
	<p>multippelkoblede RC-lok oppheves.</p> <p>Kortsiktig perspektiv (5 år): Dagens ruteplan kan benyttes og det bør vurderes og investere der det i dag er for dårlig strømtilførsel. Ved bruk av ruteplaner må en ta hensyn til at kryssinger kan skje andre steder enn det som er planlagt i grafiske ruteplan på grunn av forsinkelser eller annet. Økt bruk av både tyngre tog og multippel bør vurderes.</p> <p>Det er vesentlig er at man undersøker kapasiteten når kryssinger skjer på "verste" sted.</p> <p>Et dimensjonerende minimum for kortsiktig planlegging må være at det hvor som helst mellom 2 omformerstasjoner må kunne krysse 2 godstog når det kun er disse to togene på strekningen.</p> <p>Langsiktig perspektiv (15 – 20 år): Det vil i dette perspektivet ikke være hensiktsmessig å benytte en fastsatt ruteplan. Mer strategiske planer er ønskelig. Vesentlige størrelser for dimensjonering av strømforsyningen på en banestrekning vil være maksimal togtakting, maksimalt uttak av effekt og maksimale toglaster.</p> <p>For aktuelle timefrekvenser ved langsiktig planlegging bør det legges inn godstogkryssing på annenhvert kryssingsspor. Hovedtrekk for hvor det er sannsynlig at kryssinger vil foretas kan trekkes fra dagens ruteplaner, (tog starter tilnærmet samtidig fra hver ende på strekningen).</p> <p>Oppsummering ellers:</p> <ul style="list-style-type: none"> • For enkeltsporete strekninger er godstrafikk med tette kryssinger dimensjonerende • For dobbeltsporete strekninger er togfølgetider en viktig dimensjonerende faktor • Det bør holdes møter for å avklare / godkjenne ruteplaner istedenfor brevveksling. Ved innsending av forslag til "ruteplan" bør det innkalles til et møte i saken <p>Direktiv fra EU vil sannsynligvis innen kort tid kreve at alle jernbanestrekninger dokumenteres med hensyn på viktige parameter som bl.a. tilgjengelig effekt pr km. JBV bør utarbeide tilsvarende tabeller blant annet for bruk i ruteplanlegging. JBV bør ha kapasitetstall for hva de kan tilby markedet.</p>		



Møtereferat

Møte nr.: 3

Møte:	Hovedplan Dovrebanen, prosjektmøte	Saksref.: 00/114 JI 760
Sted:	BP-hjørnet 2	Møtedato: 2000-06-16
Referent:	Anna Sofie Mørland	Antall sider inkl. denne: 2
Deltakere:	Wik, OL, ORJ, FrJ, ASM	
Fravær:		
Kopi til:	Deltagere, TMF	

Sak nr.:	Saker til behandling	Ansvar	Frist
4/2000	<p><u>Status på prosjektet</u></p> <p>Møte for å avklare ruteplaner ble holdt 9. mai av Hovedkontoret i forbindelse med at brev om godkjenning var oversendt. Møtereferat fra dette møte ble oversendt med statusrapport for mai. Prosjektet er forsinket på grunn av sen avklaring av ruteplaner fra Hovedkontoret. Forsinkelsen på prosjektet er rundt 2 måneder på grunn av sen avklaring av ruteplaner.</p> <p>Ørjasæter orienterte om hva som er gjort så langt i prosjektet.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3-fase nettet er lagt inn på nytt - Jernbanens infrastruktur er ferdig innlagt. - Innlegging av trafikken (ruteplaner og tog) er startet. <p>70 – 80 % av alle data er lagt inn pr. dd.</p>		
5/2000	<p><u>Videre fremdrift på bakgrunn av ruteplanavklaring</u></p> <p>Møte med Hovedkontoret gav to ulike typer ruteplaner som grunnlag for ruter. Den ene for en tidshorisont på 5 – 10 år, den andre for lengre perspektiv. Dette gir mer arbeid enn først forutsatt. Det ble besluttet å dele hovedplanarbeidet i del 1 og del 2, og la del 2 være et tillegg til avtalen..</p>		
6/2000	<p><u>Hovedplan del 1:</u></p> <p>Denne delen vil ta for seg ruteplan med tidshorisont 5 – 10 år. Godstrafikken skal være multippel-koblede EL 16 og togvekt på 1.275 tonn.</p>		

Sak nr.:	Saker til behandling	Ansvar	Frist
7/2000	<p>FrJ opplyste at det i Sverige kjøres multippelkoblede RC, men at disse har en begrensning i pådrag på maks 70 % uttak av effekt.</p> <p>Det ble besluttet å kjøre første simulering uten denne begrensningen, men hvis det blir nødvendig med mye tiltak skal det også gjøres en simulering med begrensning.</p> <p>For å se hvordan det nye danske loket virker skal et av godstogene legges inn med denne modellen. Data for toget må purres.</p> <p>Hovedplan Energiavregning skal utarbeides i forbindelse med del 1. Det skal tas ut data for de tog som er med i beregningen, En opsjon for å legge inn de godstogene som trafikkerer strekningen i dag legges til avtalen. I hovedplanen skal det være en liste over de av dagens tog som ikke er med i rapporten.</p> <p><u>Hovedplan del 2</u> Del 2 skal kun gjelde banestrømforsyning. Ruteplanunderlaget for langsiktig planlegging skal legges til grunn for denne delen. Strømforsyning anbefalt i del 1 skal legges inn som eksisterende strømforsyning. I tillegg skal det gjøres en sammenligning mellom simuleringene i del 1 og del 2.</p> <p>Langsiktig ruteplan må purres.</p> <p>Prisoverslag for del 2 må være klart rundt 10 august. Kostnadsdeling mellom regionene som ved del 1.</p>	<p>ASM</p> <p>TMF</p> <p>ASM</p>	<p>Snarest</p> <p>Snarest</p>
8/2000	<p><u>Neste møte</u></p> <p>Det innkalles til nytt møte når resultater fra grunnsimuleringen er behandlet, ca. midt i september.</p>	<p>ASM</p>	

Jernbaneverket Hovedkontoret
Stortorvet 7
Oslo

Henvendelse til: Anna Sofie Mørland
Tlf: 22 45 63 09
Saksref.: 00/114 JI760
E-post: asm@jbv.no

Dato: 2000 01. 26
Deres ref.:
Vedlegg:

Godkjenning av ruteplaner i forbindelse med utarbeidelse av "Hovedplan Dovrebanen, banestrømforsyning og energiavregning

I forbindelse med utarbeidelse av hovedplan for banestrømforsyning på Dovrebanen krever regelverket, JD 546, kap. 5.2 at det benyttes en godkjent trafikkprognose for de neste 5-10 år.

Det er utarbeidet en utredning for Dovrebanen frem til 2007, "Jernbaneutredning, Strategisk ruteplan for Dovrebanen 1998 - 2007" av Jernbaneverket Region Nord. Denne kan skaffes til veie ved behov fra Region Nord.

I tillegg til denne ruteplanen, er det utarbeidet planer frem mot år 2010 som innbefatter oppgradering av delstrekninger til høyere hastighet. Disse forbedringene vil forkorte reisetiden med 7 minutter i forhold til den nye reisetiden på 5 ½ time. Det er ikke utarbeidet noen ny ruteplan som innbefatter disse forbedringene. I hovedplanen vil det bli sett på hvilken økning i effektuttaket disse hastighetsøkningene vil kreve.

Ber om at dette underlaget godkjennes om trafikkprognose for utarbeidelse av hovedplan banestrømforsyning på Dovrebanen.

Med vennlig hilsen

Anna Sofie Mørland

Anna Sofie Mørland
Prosjektleder

Kopi:

Gjenpart: O. Løken, JØ, J. A. Wikander, JN





Notat

Til: Arne Ørjasæter BanePartner

Fra: HBKS Nils Hansegård.

Dato: 09.11.00

Saksref.:

Kopi til:

Simulering av strømforsyningen på Dovrebanen.

Vedlagt grafisk ruteplan som viser "kapasitetsoptimalt" ruteopplegg på strekningen Eidsvoll – Dombås for godstog.

Planen er laget for 12 timer og viser hvor mange godstog man teoretisk kan kjøre på strekningen ved full trafikk i begge retninger og når all persontrafikk utelates. Dette ut fra den filosofi at det er godstogene som dimensjonerer for strømuttak.

Foreslår at man i første omgang tester ut hele eller deler av denne strekningen for å se om dette er riktig metodikk å benytte i en slik strategisk sammenheng.

Rutene er basert på følgende:

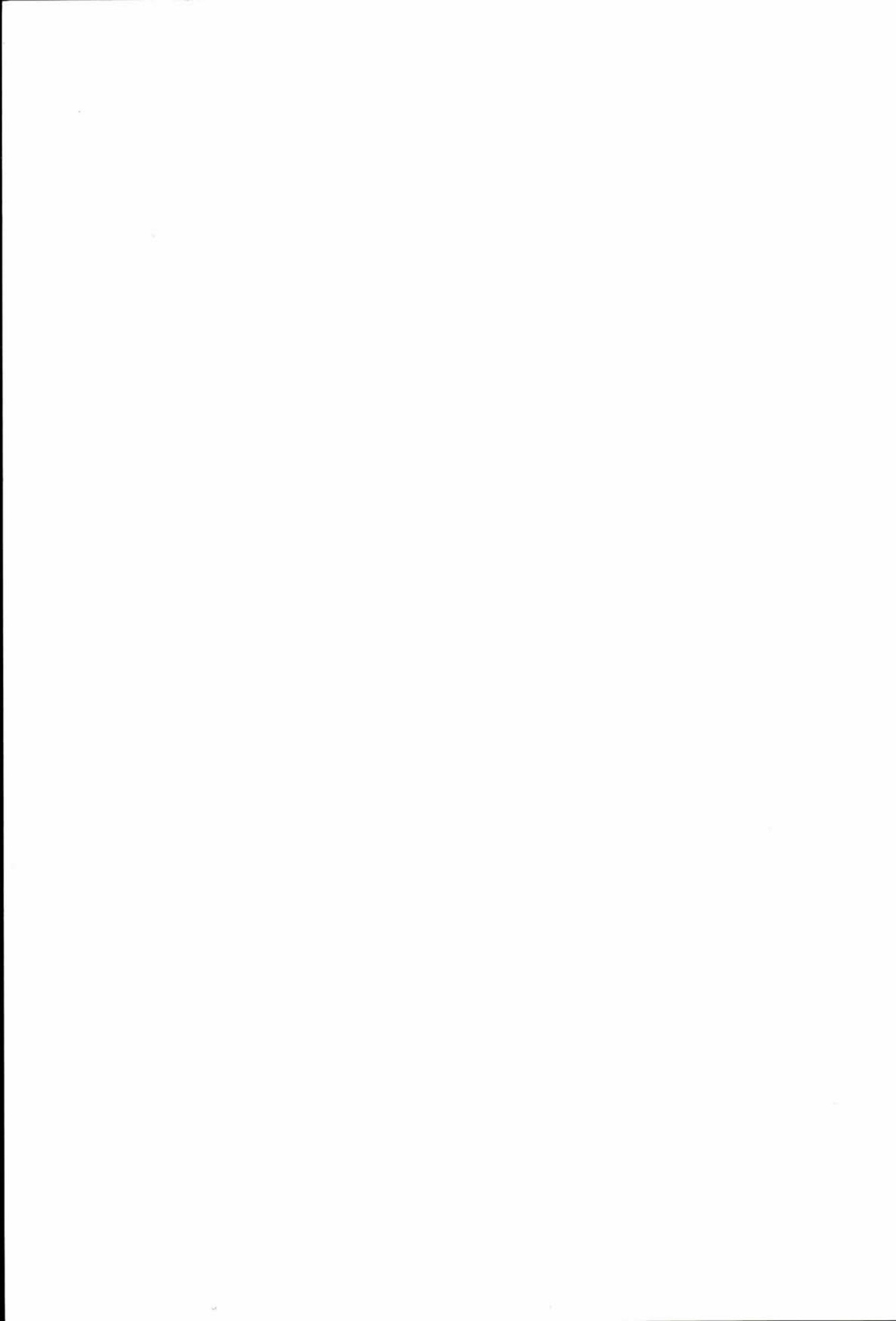
Lok.type; el 16, tilkoplek togvekt; 850 tonn, tog lengde ekskl. lok.; 500 meter, maks. hastighet; 90 km/h.

Togene stopper i Hamar og Dombås samt ved kryssing. Dette fremgår av den grafiske ruten.

Dersom du lurer på noe, ta kontakt.

M.v.h.

Nils Hansegård.





Notat

Til: Knut Haugen

Fra: Peder Kanestrøm

Dato: 15.05.01

Saksref.:

Kopi til:

Dårlig matekapasitet

Strekningen Trondheim – Lundamo.

Stavne (statiske) omformerstasjon takler ikke å gå alene dersom det kjøres med moderne tog som mater tilbake på nettet ved bremsing. Ved brems kobler begge aggregater ut. Stavne må hele tiden være tilknyttet en omformerstasjon med roterende aggregater.

Det hender også at Stavne faller ut når den henger sammen med roterende omf.

Ved utkobling i Stavne får vi spesielt dårlig spenning strekningen Melhus – Tr.heim når det kjøres tog opp Heimdalstigningen.

Når først Stavne har koblet ut vil hele belastningen bli trukket fra neste omformerstasjon som i dette tilfellet er Lundamo 80 km unna. Lundamo har hvert og er fortsatt sporadisk bestykket med kun ett aggregat i drift grunnet revisjon og feil. Slik har det hvert helt siden Stavne ble satt i permanent drift.

Dersom Stavne ligger ute og det starter et El 18 eller et krengetog fra Tr.heim st. er jeg i tvil om at det i det hele tatt kommer seg over Heimdalstoppen.

Med Stavne delvis eller helt utkoblet vil Lundamo bli utkjørt med letthet dersom lokførere ikke kjører med moderat pådrag, (det kan da ikke kjøres så fort som ruteplan tilsier.)

Moderne tog krever en langt mer stabil spenning enn det som kan bli levert på strekningen i dag.

Konklusjon er: Stavne omformerstasjon må bygges om slik at den takler tilbakematet effekt. Når stavne vart bygd var det i planen at det skulle være tilbakemating. JN fikk som vanlig beskjed om kutt i bl.a. inv.budsjettet. Dette gikk ut over tilbakematingen på Stavne (2mill kr spart). Når det igjen vart aktuelt med bygging av tilbakemating var prislappen det dobbelte. Vi aksepterte da en annenrangs ikke god løsning. En uakseptabel løsning som vi fortsatt har.

De praktiske problemer vi (Jernbaneverket) har i forbindelse med dette er:

- kortere hvite tider for vedlikehold.
- BE får vansker med sin vedlikehold som krever stopp av aggregater.
- Koordinering mellom strømbrydd og trafikk. De aller fleste har ikke den visdom som skal til for slik koordinering.

De praktiske problemer NSB har er:

- For dårlig spenning på strekn. spesielt dersom det er brudd mellom Lundamo og Stavne.
- Utkjøring av aggregat grunnet tilbakemating eller overbelastning.

Strekningen Lundamo – Oppdal.

Lundamo omf. og Oppdal omf. avstand 80 km. Vi får dårlig spenning i området Garli grunnet for stort pådrag (grunnet stort behov for strøm). Vi får også utkjøringer av aggregater spesielt i Oppdal da pådraget fra tog er større enn hva aggregatene i Oppdal kan levere.

Midlertidig løsning: Sette inn to 7Mva aggregater i Oppdal.

Permanent løsning: Ny omformerstasjon med to aggregat på Garli.

Strekningen Oppdal – Dombås.

Oppdal omf. og Dombås omf. avstand 80 km. Vi får dårlig spenning i området Hjerkin – Kongsvoll grunnet for stort pådrag. Vi får også utkjøringer av aggregater spesielt i Oppdal men også i Dombås da pådraget fra tog er større enn hva aggregatene i Oppdal og Dombås kan levere.

Midlertidig løsning: Sette inn to 7Mva aggregat i Oppdal og to 7Mva aggregat i Dombås.

Permanent løsning: Ny omformerstasjon med to aggregat på Hjerkin.

Strekningen Dombås – Fron.

(Otta midlertidige omf. ligger mellom Dombås og Fron)

Dombås omf. og Fron omf. avstand 80km. Vi får dårlig spenning i området spesielt i området Otta - Dovre grunnet for stort pådrag, gjelder spesielt ved vedlikehold i omf. Vi får utkjøringer av aggregater spesielt i Dombås og i Otta men også i Fron da pådraget fra tog til tider er større enn hva aggregatene kan levere.

Midlertidig løsning: Sette inn to 7Mva aggregat i Dombås, en 5,8Mva i Otta og en 7Mva + en 5,8Mva i Fron

Permanent løsning: Ny omformerstasjon med to aggregat på Otta.

Strekningen Fron - Fåberg.

Denne strekningen er forholdsvis bra. Vi merker reduksjon i matekapasiteten på strekningen ved strømbrudd og ved vedlikehold i omf.

Midlertidig løsning: Lik dagens.

Permanent løsning: En en 7Mva + en 5,8Mva i både Fron og Fåberg (Fåberg omf. ligger for tiden i JØ, nord for Hove).

Etter min mening som i hovedsak er basert på erfaring må vi ha oppgradering av samtlige omformerstasjoner unntatt Lundamo.

Tilleggsproblemer.

El-18 og Signatur forårsaker pendlinger i tradisjonelle roterende aggregater. Hva konsekvensene på sikt blir med slik pendling vet vi pr. i dag ikke. I verste fall materialtretthet og havari av aggregat. (Bråstopp av 100tonn 500o/sec roterende masse)

Hilsen Peder Kanestrøm

BanePartner- en ledende leverandør av banerettet rådgivning og prosjektering

BanePartner er en forretningsenhet i Jernbaneverket. Vi tilbyr rådgivende tjenester fra ingeniører, arkitekter og økonomer både knyttet til banens infrastruktur med banenett og stasjoner/knutepunkt, drift- og vedlikeholdsplanlegging og til rullende materiell og transportplanlegging. Ved større prosjekter inngår vi samarbeidsavtaler med underleverandører etter behov.

Dyktige medarbeidere som " kan bane " gjør BanePartner til en attraktiv og konkurransedyktig samarbeidspartner. Dette gjelder både ved begrensede oppgaver med krav til spesialkompetanse og ved store, tverrfaglige prosjekter. Vi har ca. 150 ansatte (april 2001), hvorav 9 er knyttet til vår avdeling i Trondheim.

BanePartner utfører oppdrag både for Jernbaneverket og andre oppdragsgivere hvorav transportutøvere som NSB BA med datterselskaper og AS Oslo Sporveier, utstyrsleverandører, rådgivende ingeniørfirmaer og entreprenører er de viktigste. For oppdrag i utlandet har vi inngått samarbeid med tilsvarende enheter innen jernbaneinfrastruktur i Norden og dannet RailTeam - Nordic Railway & Transport Consultants.

Vi benytter en prosjektsettes i fokus i alle le 9001.

Jernbaneverket
Biblioteket

omføring av alle typer oppdrag. Kvalitet arbeidet kvalitetssystem basert på ISO



09TU09979
71594418

BanePartner
Stortorvet 7
P.b. 1162 Sentrum
0107 Oslo

BanePartner
Avdeling Trondheim
Pirsenteret
7462 Trondheim

Telefon:
22 45 61 00
Telefaks:
22 45 61 10

E-post:
banepartner@jbn.no
Web:
www.banepartner.com

Reg.nr.:
NO 982 954 932 MVA
Bankgiro:
7694.05.01977

BanePartner er en
forretningsenhet i
 Jernbaneverket