
RAPPORT

**25 kV, 50 Hz matesystem
ved NSB. Videre utredning.**



RAPPORT

**25 kV, 50 Hz matesystem
ved NSB. Videre utredning.**

SAMMENSTILLINGSRAPPORT



Oppdragsgiver: **NSB Bane, Teknisk kontor**

Prosjekt: 25 kV, 50 Hz matesystem ved NSB. Videre utredning.

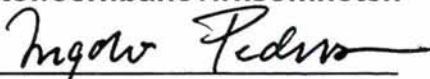
Delrapport: Sammenstillingsrapport

Dato: 23.06.1995


Rapporten omhandler (stikkord):

Konsekvensene ved en eventuell overgang til 25 kV, 50 Hz strømmating ved NSB og skal være grunnlaget for å ta en beslutning om NSB skal gå over til nytt matesystem. Denne rapporten er en sammenstilling av 4 delrapporter som er relativt detaljerte.

For NSB Bane, Teknisk kontor/Jernbaneverkset

Prosjektansvarlig: 
Ingolv Pedersen

Prosjektleder: 
Magne Bergerud

Rapport utarbeidet av: 
Magne Bergerud

Antall sider: 25



Dokumentkontrollside

Oppdragsgiver:		NSB Bane, Teknisk kontor					
Prosjektbeskr.:		25 kv, 50 Hz matesystem ved NSB. Videre utredning.					
Prosjektnr.:							
Dokumenttittel:				Sammenstillingsrapport		Dokument nr.:	
Utarbeidet av :				Magne Bergerud		Sign <i>M. Bergerud</i>	
Skal kontrolleres av:	Kontrolltype	Rev. 0		Rev. 1		Rev. 2	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
I. Pedersen	Helhetsvurdering						
J. P. Haugli	Språk			23.6.95			
J. H. Haugli	Logisk oppbygging /disposisjon			23.6.95			
J. P. Haugli	Teknisk: - faglig - tverrfaglig			23.6.95			
J. P. Haugli	Presentasjonsform			23.6.95			
M. Bergerud	Kopieringen er kontrollert(sign original)			23.06.95	<i>MB</i>		
Generelle kommentarer:							
Dokument godkjent for utsendelse				Dato 23.06.95		Sign. <i>Magne Bergerud</i>	

INN H O L D

0	SAMMENDRAG	5
1	INNLEDNING	7
	1.1 BAKGRUNN	7
	1.2 MANDAT	7
	1.3 PROSJEKTORGANISASJON	7
2	BANE	8
	2.1 OMLEGGINGSMØNSTER	8
	2.2 MATESTASJONER	11
	2.3 KONTAKTLEDNINGSANLEGG	14
	2.5 FREMTIDIG UTVIKLING I EUROPA	20
	2.6 KONKLUSJONER BANE	20
3	TRAFIKK	21
	3.1 FORUTSETNINGER	21
	3.2 KONSEKVENSER	21
4	MATERIELL	22
5	KONSERNAVKLARINGER	23
	5.1 POLITISKE FORHOLD	23
	5.2 ØKONOMISKE FORHOLD	23
6	RESULTATER	24
7	KONKLUSJON	25

0 SAMMENDRAG

Denne videre utredning av en eventuell overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem for banestrømforsyning ved NSB er gjennomført med 4 delprosjekter: materiell, trafikk, bane og konsernavklaringer (overordnede politiske og økonomiske forhold). Det er for hvert av delprosjektene utarbeidet en selvstendig delrapport. I tillegg er det utarbeidet denne sammenstillingsrapporten som inneholder en sammenstilling av de viktigste momentene som er kommet frem under arbeidet. Sammenstillingsrapporten er egnet til å få en kort oversikt, mens delprosjektrapportene er relativt detaljerte.

BANE

For å vurdere konsekvensene ved en eventuell overgang til 25 kV, 50 Hz er det tatt utgangspunkt i et bestemt omleggingsmønster. Det er fremkommet slik at de eldste anleggene skiftes ut først. I analysen er omleggingsperioden tidfestet til 2007 - 2017. Det forutsettes da at ombygging og oppgradering av KL-anleggene ville bli utført uansett, og at dette arbeidet starter 10 år tidligere (1997). Dette omleggingsmønsteret er en forutsetning for vurderingene til Trafikk og Materiell. Det vil være behov for tosystemsmateriell i overgangsperioden.

De økonomiske analysene baserer seg på 2 alternativer:

- * Videreføring av dagens system
- * Overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem

I analysene er det differensekostnadene mellom disse alternativene som det er beregnet nåverdi av. Det er vurdert behovet for matestasjoner og transformatorstasjoner ved de to angitte alternativene. Det er også tatt hensyn til merkostnadene ved å oppgradere KI-anleggene til 25 kV i stedet for oppgradering med dagens system. Videre er konsekvensene for signal- og teleanlegg vurdert ved en eventuell overgang til 25 kV, 50 Hz.

I forhold til tidligere vurderinger kommer Bane vesentlig dårligere ut ved en overgang til nytt matesystem. Hovedårsakene ligger i at investeringer i eksisterende system tidlig i analyseperioden gjør relativt store utslag. Videre har det vist seg at kravene i forhold til overordnet nett har den konsekvensen at det må bygges utbalanseringsanlegg for å kompensere for skjevbelastninger i de fleste transformatorstasjoner, hvilket doubler prisen pr transformatorstasjon.

Sum nåverdi (1995) for Bane er -138 mill kr.

TRAFIKK

Vurderingene av konsekvensene for Trafikk bygger på det angitte omleggingsmønster fra Bane. Det er først og fremst selve omleggingen som gir konsekvenser for trafikksiden. Konsekvensene består i økte kjøretider, punktlighetsavvik, ekstra kostnader i forbindelse med internasjonal samtrafikk og erstatningsopplegg ved infrastrukturarbeider.

Sum nåverdi (1995) for Trafikk er -45 mill kr.

MATERIELL

For Materiell består konsekvensene i ekstra anskaffelser av tosystemmateriell, ombygging til tosystemsmateriell og forserte anskaffelser i omleggingsperioden. Det er forserte anskaffelser av materiell og det store behovet for tosystemmateriell i en ommleggingsperiode som slår sterkest ut for Materiell. Nåverdi (1995) -500 mill kr (ekskl restverdier).

På den annen side vil anskaffelser av mer nytt materiell redusere vedlikeholdskostnadene.

Sum nåverdi (1995) for Materiell er -391 mill kr.

KONSERNAVKLARINGER.

Her er de mest relevante spørsmål med tilknytning til politiske forhold drøftet. Konklusjonen er et det er stor usikkerhet mht hvordan politiske forhold kan påvirke gjennomføringen av et eventuelt prosjekt av denne art. Det gjelder ikke minst i forhold til statsbudsjettet. Denne type usikkerhet er ikke forsøkt kvantifisert.

Mulighetene for kompensasjon mellom Kjørevegen og Trafikkdelen er undersøkt. Under visse omstendigheter finnes det muligheter, men slike forhold krever grundigere undersøkelser. Med det resultat som kommer frem i denne rapporten er det ikke gått videre med det spørsmålet.

De økonomiske analyser som er gjennomført, presenteres som nåverdi og som en nytte/kostnadsbrøk. Det er forskjellen mellom å videreføre dagens strømforsyningssystem og en overgang til 25 kV, 50 Hz som er beregnet. Det er dermed ikke beregnet lønnsomhet av strømforsyningssystemet som sådan.

Lønnsomhetsberegningene tar utgangspunkt i et sett med forutsetninger som går på levetidsbetrakninger på teknisk utstyr, prisutvikling, valuta- og avgiftsforhold.

RESULTATER.

Lønnsomhetsberegningene viser en nåverdi (1995) på -574 mill kr. eller en nytte/kostnadsbrøk på 0,89. Nåverdien fordeler seg med -138 mill kr på NSB Bane og -436 mill kr på NSB Jernbaneverk. Det vil si at prosjektet er ulønnsomt, både samfunns- og bedriftsøkonomisk.

Det er imidlertid knyttet betydelige gevinster til et slikt prosjekt, særlig mht redusert energiforbruk og lavere drifts- og vedlikeholdskostnader på teknisk utstyr. Disse effektene kommer imidlertid for sent i analyseperioden til å kunne forsvare de store investeringskostnadene i dag.

Viktige elementer som prisen på elektrisk energi, generell teknologisk utvikling og standardisering kan på sikt gjøre det relevant for NSB å vurdere overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem på nytt.

KONKLUSJON.

Prosjektgruppen kan konkludere med at en omlegging av strømforsyningssystemet vil være ulønnsomt, både for NSB og for samfunnet totalt sett. Beregningene viser også at dette resultatet er robust ved at det vanskelig kan forandres av endrede forutsetninger.

1 INNLEDNING

1.1 BAKGRUNN

NSB har i dag et system for elektrisk banedrift som leverer 15 kV, 16 2/3 Hz kraft til trekkaggregatene. Dette systemet ble valgt ca 1920 ut fra den teknikk som da var tilgjengelig.

Den tekniske utvikling har medført at et matesystem basert på 25 Kv, 50 Hz i dag fremstår som et reelt alternativ. Et energisystem basert på 50 Hz krever ikke omforming til 16 2/3 Hz som NSBs eksisterende matesystem er basert på.

Det er i 1993/94 gjennomført flere delutredninger om saken. Den ble fremmet for KL-møtet 18.04.94. KL-møtet fant ikke å kunne ta en beslutning ut fra det fremlagte underlag. Det ble besluttet å utrede saken videre for å få belyst flere sider både teknisk og økonomisk.

Det gjennomføres en teknisk/økonomisk gjennomgang av de anlegg, materiell og andre forhold som kan ha betydning for lønnsomheten ved en eventuell overgang fra dagens matesystem til 25 kV, 50 Hz. For de økonomiske analysene benyttes det en analyseperiode på 25 år fra 1997 til 2022. Det beregnes nåverdi i 1995-kroner.

1.2 MANDAT

For å foreta en videre utredning av konsekvensene ved en eventuell overgang til 25 kV, 50 Hz ble det besluttet å iverksette et prosjekt med følgende mandat:

- * Beregne og kvalitetssikre omstillingseffekten i Jernbanevirksomheten basert på en felles fremdriftsplan for overgang til nytt system.
- * Se på alternative omleggingsmønstre hva angår de ulike banestrekninger.
- * Kartlegge hvilke hensyn/forholdsregler som må gjøres gjeldende i påvente av en eventuell omlegging, både for infrastruktur og trafikkselskap. (KL-anlegg tilpasset 25 kV, omleggingsmuligheter for lok osv.)
- * Kvalitetssikre investeringsbehovet for strømforsyning i infrastrukturen og utarbeide en fremdriftsplan for arbeidet frem mot år 2020. I tillegg må det avklares hvorvidt en omlegging av matesystemet vil nødvendiggjøre endringer i sikringsanleggene.
- * Kartlegge planer for utvikling i andre europeiske land, og i særdeleshet hva angår Sverige.
- * Vurdere kompensasjonsordninger mellom Bane og Jernbanevirksomheten inkludert en politisk avklaring i dette prinsipielle spørsmålet.

1.3 PROSJEKTORGANISASJON

Ansvaret for å gjennomføre prosjektet ble tillagt Bane, Teknisk kontor. Prosjektet ble organisert med 4 delprosjekter: Materiell, Trafikk, Bane og Konsernavklaringer. Bemanningen besto av følgende nøkkelpersoner:

Prosjektansvarlig:	Ingolv Pedersen, Teknisk kontor
Prosjektleder:	Magne Bergerud, Bane, Ingeniørtjenesten (Innleid)
Delprosjektleder Materiell:	Terje Olav Hauger, Jernbanevirksomheten, Teknisk sektor (TU)
Delprosjektleder Trafikk:	Birger Karlsen, Jernbanevirksomheten

Delprosjektleder Bane:	Jan Petter Haugli, Bane, Teknisk kontor, Strømforsyning
Delprosjektleder Konsernavklaringer:	Jostein Djupvik, Bane, Økonomi

Det ble også opprettet et prosjektråd med følgende sammensetning:

Truls Hegrenæs, Bane, Region Vest
Arnt Backer, Bane, Teknisk kontor, Strømforsyning
Steinar Norli, Jernbanevirksomheten
Harald Dammen, Jernbanevirksomheten, Persontrafikk (Ble avløst av Per Arne Johansen, Jernbanevirksomheten, Persontrafikk)
Thor J. Vasset, Jernbanevirksomheten, Gods, Produksjon
Birger Karlsen, Jernbanevirksomheten

Det enkelte delprosjekt utnyttet videre medarbeidere i egen eller andre enheter. I tillegg ble følgende konsulenter leid inn:

Energiforsyningens Forskningsinstitutt (EFI)
DSB rådgivning, Danmark
Interconsult
NSB Bane, Ingeniørtjenesten

2 BANE

2.1 OMLEGGINGSMØNSTER

Det er valgt en todelt plan for overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem. Den første delen er en plan for ombygging av kontaktledningsanleggene (kl-anleggene), mens den andre er en plan for omlegging til nytt matesystem. Planene er forskjøvet i tid slik at ombygging av kl-anleggene starter i god tid før omlegging til 25 kV, 50 Hz matesystem påbegynnes. Omleggingsmønsteret er en rammebetingelse for materiellsiden.

De viktigste forutsetningen rapporten bygger på m.h.t. omleggingsmønster er følgende:

- beslutning om ombygging av kl-anlegg må tas i løpet av 1995 av hensyn til planlegging og materialkjøp som skal gjennomføres før ombygging av kl-anlegg starter.
- kl-anleggene fornyes uavhengig av matesystem. Det forutsettes en ombygging av kl-anleggene med start i 1997 og ferdigstilling i 2014. Omlegging av matesystem forutsettes starte 10 år etter at ombygging av kl-anlegg starter. Omlegging av matesystem vil foregå over en periode på ti år med ferdigstilling i 2017.

- planen for omlegging er å betrakte som et case. I hvilken grad planen er den optimale med tanke på behov for parallelt arbeidende arbeidslag og mest mulig jevn fordeling av årsverk og kostnader er det ikke tatt stilling til. Omleggingsmønster er basert på å skifte ut de eldste omformerstasjonene og kl-anleggene først og utsette ombygging og nyanskaffelse av nærtrafikkmateriell lengst mulig.
- anleggsarbeider på flere strekninger samtidig er nødvendig for at omleggingsplanen skal være gjennomførbar.
- ikke-elektrifiserte baner er ikke tatt med i analysen.

Ved ombygging av kl-anleggene, bygges Sørlandsbanen om først, og man fortsetter som angitt i tabell 2.1.

Strekning:	KL- ombygging	Omleggings- periode	km spor	Ant. netter m. togstans
Stavanger-Kristiansand	1997-99	2007-09	233	6
Kristiansand-Nordagutu Nelaug-Arendal	1999-2001	2009-10	255	5
Bergen-Hønefoss	2002-05	2007-09	417	8
Trondheim-Eidsvoll	2006-10	2010-13	485	12
Kongsberg-Nordagutu-Skien	2011	2013	82	2
Skien-Drammen (inkl. Brevik)	2011	2013	162	4
Gjøvik-Roa-Grefsen	2012	2014	117	3
Roa-Hokksund	2012	2014	88	2
Magnor-Lillestrøm	2013	2015	115	3
Kornsjø-Moss/Mysen-Oslo	2013	2015	312	7
Kongsberg-Oslo-Eidsvoll, Filipstad, Spikkestad	2014	2016	258	4
Gardermobanen	2014	2017	90	1
Lodalen	2014	2017	50	4
Ofofbanen			42	-
Rørosbanen			382	-
Meråkerbanen			102	-
Nordlandsbanen			736	-

Tabell 2.1 Planer for omlegging til 25 kV, 50 Hz matesystem.

Tosystemmateriell kreves på respektive strekninger f.o.m. første år i kolonne 3. Ved hver omlegging tas det sikte på å legge om ca. 40 km bane til nytt matesystem. Omlegginger legges til natten mellom lørdag og søndag for å forstyrre trafikkavviklingen minst mulig.

Gardermobanen og Lodalen er tillagt 1 års omleggingsperiode, hvilket gir få sporkilometer omlagt dette år. Årsaken er anleggenes høye brukstid og lave tilgjengelighet. Antall sporkilometer i Lodalen er en antatt verdi.

2.2 MATESTASJONER

For å få klarhet i de økonomiske konsekvensene av en overgang til nytt matesystem, er det foretatt grundige analyser for å komme fram til de kostnader NSB vil få i analyseperioden 1997 - 2022 hvis dagens system videreføres, og alternativt, hvis det blir foretatt en omelektrifisering til 25 kv, 50 Hz matesystem.

De viktigste forutsetningene for disse alternativene er:

- teknisk-økonomisk levetid for investeringer i infrastruktur forutsettes å være 40 år.

Videreføring av dagens matesystem, 15 kV, 16 2/3 Hz

- ved videreføring av dagens matesystem er det tatt utgangspunkt i baneregionenes hovedplaner for forsterkning av strømforsyning. Hovedplanene angir hvor nye matestasjoner er plassert geografisk og tidsmessig samt stasjonenes installerte ytelse.
- dagens matestasjoner med roterende omformere forutsettes ikke fullstendig reinvestert i løpet av analyseperioden. Derimot antas ombygginger, større vedlikehold og reinvesteringer på fast stasjonsutrustning, transformatorvogn, omformer- og apparatvogn gjennomført.

Overgang til nytt matesystem, 25 kV, 50 Hz

- Ved en overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem er det forutsatt å benytte enkelt endematet system.
- EFI, Energiforsyningens Forskningsinstitutt, har kartlagt normer og krav som kan forventes stilt til en transformatorstasjon for banestrømforsyning med tanke på usymmetrisk lastuttak, overharmonisk støy og andre forstyrrelser av spenningskvaliteten på det overliggende nettet. I dette arbeidet er det forutsatt en standard transformatorstasjon spesifisert av NSB.
- Når tilgjengelig minimal kortslutningsytelse er under 750 MVA (det vil si mer enn 1% usymmetri for laster av mer enn 3 sekunders varighet), må det iht krav i EFIs rapport bygges et SVC (Static VAR Compensator) utbalanseringsanlegg. Ved dimensjonering av SVC-anlegg er det foretatt et valg mellom 2 standard størrelser, 10 eller 20 MVA.

Beskrivelse av framtidige matestasjoner ved videreføring av dagens matesystem, 15 kV, 16 2/3 Hz

Det vil bli bygd 16 nye omformerstasjoner i løpet av analyseperioden. Av disse er det 2 enklere stasjoner med roterende omformeraggregater, og de resterende 14 blir statiske omformerstasjoner. 3 av de nye statiske omformerstasjonene vil erstatte midlertidige roterende omformerstasjoner som delvis er bygd før analyseperioden starter. De nye omformerstasjonene er planlagt som forsterkning av matesystemet på eksisterende baner, samt for mating av Gardermobanen. I tillegg til forsterkning vil stasjonene bidra til en generell nivåheving på strømforsyningsanleggene totalt.

Ved en videreføring av dagens matesystem forventer vi å reinvestere de eldste matestasjonene til NSB. Dette er de 3 transformatorstasjonene for 16 2/3 Hz som ligger i tilknytning til Hakavik Kraftstasjon, forsynt over NSBs 55 kV mateledning. Størsteparten av dette mateledningsanlegget er også tenkt reinvestert i løpet av analyseperioden for prosjektet.

De to eldste omformerstasjonene til NSB, Ski og Lillestrøm, vil før år 2000 bli erstattet med nye statiske omformere. De gjenværende roterende omformerstasjonene vil som sagt ikke bli fullstendig reinvestert i løpet av analyseperioden.

Nødvendige ombygginger/fornyelser på eksisterende omformere berører i hovedsak statorviklinger, motor og generator. I omformerstasjonenes faste utrustning er det 16 kV anlegg, lokalkontroll og matekabler som må reinvesteres.

Overgang til nytt matesystem, 25 kV, 50 Hz

Krav fra elverk/netteiere ved nytt matesystem

Ved en overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem må det forventes strengere krav til det overliggende nettet som forsyner NSBs matestasjoner enn med dagens matesystem. Dette skyldes at det med 25 kV, 50 Hz matesystem kan oppstå forstyrrelser på det overliggende nettet som bl.a.:

- Usymmetri
- Spenningsfluktuasjoner
- Resonnans
- Harmonisk støy

For å få mer oversikt over dette har, som sagt, EFI utført et kartleggingsarbeide for NSB. Hovedhensikten med EFIs arbeide var å få kartlagt hvilke krav NSB kan forvente å få fra elverk/netteiere ved bygging av 25 kV, 50 Hz transformatorstasjoner. EFIs arbeide tyder på at NSB ikke vil få problemer med å overholde kravene med tanke på hurtige spenningsvariasjoner.

Kravene til maksimalt uttak av usymmetrisk last vil bli vanskelig å overholde for NSB. Når det gjelder krav til maksimalt tillatt andel av overharmoniske, enkeltvis og totalt (THD), er det vanskelig å konkretisere disse direkte mot NSB. Kravene er klare nok, men de er vanskelig å "oversette" til vårt forbruk. Erfaringer fra andre land med 25 kV, 50 Hz matesystem viser at overharmoniske ikke utgjør noe særlig problem, da asynkronmaterieell støyer svært lite. Av denne årsak velger vi i å se bort fra denne problemstillingen, og forutsetter dermed at det overliggende nettet er stivt nok for den støy som vil bli generert av lokomotiv og annet trekkraftmaterieell.

Utbalanseringsanlegg som kommer i svake deler av det overliggende nettet på grunn av usymmetri, vil også kunne dempe overharmonisk støy.

Hovedkonklusjonen med tanke på krav fra elverk/netteiere vil være rettet mot det usymmetriske lastuttaket en 25 kV, 50 Hz transformatorstasjon vil representere. For NSBs definerte transformatorstasjon vil det kreves en minimum kortslutningsytelse på 750 MVA på overliggende nett. Hvis det ikke er mulig å knytte seg til overliggende nett med så stor korslutningsytelse, må det installeres utbalanseringsutstyr. Best egnet til utbalansering er SVC-anlegg, eller eventuelt å forsterke det overliggende nettet for å øke kortslutningseffekten. For utbalansering av skjevlaster finnes det også andre tekniske løsninger som er beskrevet nærmere

i EFIs rapport. Disse utbalanseringsteknikkene er uaktuelle da de er kompliserte og anses å være for kostbare, eller de er lite hensiktsmessige sammenlignet med SVC-anlegg som kan balansere ut skjevlaste med store variasjoner over tid.

Ved en overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem må alle omformerstasjoner erstattes med transformatorstasjoner. Før den første banestrekningen kan legges om fra dagens matesystem til 25 kV, 50 Hz system, vil det være påkrevd å foreta enkelte investeringer innenfor dagens matesystem. Disse investeringene er:

- Lillestrøm og Jessheim omformerstasjoner, statiske
- Moss omformerstasjon, statisk
- Stavne omformerstasjon, statisk, ferdigstilt 1997
- Leivoll omformerstasjon, roterende, midlertidig
- Egersund omformerstasjon, statisk

Disse investeringene er under planlegging i dag og er påkrevd for å opprettholde trafikken på Gardermobanen, samt på deler av andre banestrekninger som i dag har de største driftsproblemene p.g.a. svak strømforsyning.

Et 25 kV, 50 Hz matesystem må drives med seksjonert drift, og av den grunn må transformatorstasjonene plasseres tettere. Antall transformatorstasjoner vil bli større enn antall omformerstasjoner. Dette vil si at NSBs matesystem må bygges opp fra bunnen av. Denne nye modellen består av 57 transformatorstasjoner, derav 49 med SVC-anlegg for utbalansering av skjevlaste. Til forsyning av transformatorstasjonene må det bygges 67 km overføringslinjer, 47 km 132 kV ledning og 20 km 66/50 kV ledning.

Innenfor analyseperioden forventes det ingen fornyelser og reinvesteringer av matestasjonsanleggene for 25 kV, 50 Hz utover de anlegg som må bygges for å fullføre en overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem. Men innenfor analyseperioden må man ta høyde for enkelte reinvesteringer og ombygginger av anlegg for 15 kV, 16 2/3 Hz matesystem. Dette vil til en viss grad være de samme som ved en videreføring av dagens matesystem.

Ved utløpet av analyseperioden vil de nye statiske omformerstasjonene som uansett må bygges, ha en restverdi. Denne restverdien kan man ikke nyttiggjøre seg i stor grad, da dette er anlegg for mating av 15 kV, 16 2/3 Hz.

Ikke-tallfestede gevinster/kostnader ved overgang til 25 kV, 50 Hz

I forbindelse med dette prosjektarbeidet har det vist seg at det er en del aspekter som kan ha betydning for kostnadene, men som det er vanskelig å tallfeste. De viktigste av disse er beskrevet i stikkordsform under:

-miljøaspekt

høyspent overføringslinjer på høyfjellstrekninger og i tettbygde strøk vil kunne gi NSB negativ publisitet.

-reduisert bruk av regenerativ bremsing

med 25 kV, 50 Hz matesystem er kl-anlegget normalt oppseksjonert. Det vil ikke være samkjøring mellom nabotransformatorstasjoner og færre tog kan ta opp bremseeffekten.

-kraftpris og overføringskostnader med 25 kV, 50 Hz matesystem vil NSBs lastuttak få en annen karakter. I transformatorstasjoner uten SVC-anlegg vil lastuttaket være usymmetrisk og dette kan få konsekvenser for kraftprisen.

-switchetap i SVC-anlegg dette utstyret har switchetap i tyristorene. Tapene er ikke tallfestet.

-lavere enhetspriser på komponenter i rullende materiell enhetsprisene på komponenter i ensystemsmateriell for 25 kV, 50 Hz blir lavere enn komponenter i dagens ensystemsmateriell for 15 kV, 16 2/3 Hz.

-lavere enhetspriser på matestasjonsanlegg og reservedeler når det nye matesystemet er etablert vil enhetsprisen på nye matestasjonsanlegg være lavere enn enhetsprisen på anlegg for dagens matesystem. Reservedeler vil også bli noe billigere med nytt matesystem.

-billigere nyelektrifisering hvis dagens dieseldrevne banestrekninger i framtiden skal elektrifiseres, vil dette falle rimeligere med 25 kV, 50 Hz matesystem enn med dagens matesystem.

-generell standardheving av matesystemet ved overgang til 25 kV, 50 Hz vil matestasjonsanleggene totalt sett få en høyere standard samt økt installert effekt enn ved videreføring av dagens system. Anleggene i gjennomsnitt ha en mye lavere alder, og dessuten vil anleggskomponentene være enklere og mer robuste.

2.3 KONTAKTLEDNINGSANLEGG.

Ved overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem stilles nye krav til mekaniske og elektriske komponenter.

De mekaniske konstruksjonsendringene i kontaktledningsanleggene er knyttet til behovet for økte isolasjonsavstander. IEC 913 spesifiserer følgende mekaniske isolasjonsavstander mellom spenningsførende deler og omgivelsene (jord):

dagens system	15 kV	250 mm
nytt system	25 kV	270 mm

Forutsetninger.

De viktigste forutsetningene er beskrevet nedenfor.

Kostnader forbundet med endring av nåværende hastighetsprofiler skal ikke belastes en overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem.

De kostnader som tas opp i denne rapporten er forbundet med de tilleggskostnader den generelle kl-ombyggingen påføres for å bygge tilstrekkelig isolasjonsavstand i anleggene for 25 kV.

Kostnader forbundet med prosjektering av ulike typer anlegg er ikke medregnet fordi prosjektering av anleggene må gjøres uansett hvilket matesystem man har.

Gardermobanen er forberedt for 25 kV, 50 Hz matesystem m.h.t. mekaniske og elektriske krav.

Det er forutsatt at behovet for forsterkningsledning bortfaller p.g.a. mindre avstand mellom innmatningspunktene ved 25 kV, 50 Hz matesystem.

Mekaniske konstruksjonsendringer i kontaktledningsanlegg.

Mekaniske konstruksjonsendringer som følge av høyere systemspenning på kl-anleggene må vurderes for henholdsvis tunneler, bruer og fri linje.

I tunneler anser man at det eksisterer tre tekniske løsninger for å benytte 25 kV, 50 Hz matesystem:

-dispensasjon

dispensasjon innebærer at man tillates å bygge kontaktledningens laveste punkt, målt fra skinneoverkant, under 5 m i tunneler. Denne løsningen innebærer ingen endring av hastighetsprofilen, det vil si opp til 200 km/t med en strømvtager.

-dobbel kontakttråd

dobbel kontakttråd innebærer en teknisk løsning der bærelina erstattes med en parallell løpende kontakttråd til den eksisterende og føres som dobbel kontakttråd gjennom tunnelen. Største tillatte hastighet for dette systemet er 80 km/t. Dette vil for en rekke tunneler innebære nedsettelse av hastigheten. Det er ikke regnet trafikkale virkninger p.g.a. de store konsekvensene for trafikkavviklingen.

-strømskinne

strømskinne innebærer at man har en stiv skinne festet med støtteisolatorer i tunneltaket. Største tillatte hastighet for dette systemet er 140 km/t. Det er ikke regnet trafikkale virkninger p.g.a. de store konsekvensene for trafikkavviklingen under anleggsperioden.

Dispensasjon

Det er i det videre arbeidet bare sett på dispensasjonsalternativet som er det eneste med akseptable økonomiske og trafikkmessige konsekvenser i den foreliggende situasjon.

Det er i dette arbeidet vurdert at i alle tunneler der kontakttrådshøyden er 4,85 m og lavere må tiltak gjennomføres.

Midler til å øke isolasjonsavstanden ved hjelp av strossing (utvidelse av tunnelverrsnittet v.hj.a. sprengning) vil ikke kunne regnes med. Strossing innebærer meget tunge inngrep i tunnelene og har dessuten store konsekvenser for trafikken.

Den løsning som gjenstår er å bytte til bøkesviller med NABLA skinnebefestigelse. NSB har erfaring med denne løsningen fra to tunneler på Sørlandsbanen. Løsningen gjør det mulig å opprettholde kravet, gitt i dispensasjonen, til minste kontakttrådshøyde ved 25 kV, 50 Hz matesystem. Bytte av sviller gir en gevinst på 5 cm, som anses tilstrekkelig. Man får i tillegg 3 cm utover de 2 cm som kreves, hvilket gir en viss margin ved fremtidig pakking av sporet. Denne løsningen krever at kun skinneprofil UIC54 benyttes hvilket tilsvarer ovebygningsklasse c, det vil si

18 tonn aksellast for persontog ved maksimalt 160 km/t og 18 tonn aksellast for godstog ved maksimalt 100 km/t.

I forhold til dagens spor vil imidlertid omlegging til bøkesviller med Nabla skinnebefestigelse innebære en forbedring m.h.t. aksellast i svært mange tunneler. Ingen tunneler vil få reduksjon i maksimal tillatt aksellast i.o.m. denne løsning er like god eller bedre enn det eksisterende.

Mekaniske konstruksjonsendringer på bruer.

Det er forutsatt brukt isolert bærelinje der avstand til omgivelsene underskriver grensen på 270 mm. Den isolerte bærelinjen skal kompensere for den manglende isolasjonsavstand utover 250 mm. Hensikten er å unngå endringer i brukonstruksjonene. Kostnadene for dette er ikke medregnet i dette prosjektet.

Nødvendige tiltak på fri linje vurderes m.h.t. eksisterende isolatorer og luftisolasjon i seksjonsfelter.

Eksisterende isolatorer.

De glassisolatorene som NSB bygger i alle nye kl-anlegg i dag, er i følge leverandøren testet og godkjent for opp til 75 kV. Dette gjelder kun glassisolatorer. Dette innebærer at glassisolatorene NSB har montert i nye kl-anlegg de senere årene ikke behøver å byttes ut.

Luftisolasjon i seksjonsfelter.

På de strekninger kl-anleggene er ombygget og utført med stålmaster og glassisolatorer vil det være for liten luftisolasjon i seksjonsfeltet. De allerede bygde seksjonsfeltene må bygges om fra 400 til 450 mm m.h.t. luftisolasjonen. Dette er tilstrekkelig også med tanke på vindlast.

Elektriske konstruksjonsendringer

Kontaktledningsbrytere

Kontaktledningsbryterne kommer til å skiftes ut under en generell kl-ombygging. Bryterne skiftes ut p.g.a. for liten strømbane og nye brytere dimensjoneres for 25 kV. Kostnader for utskifting tilkommer den generelle kl-ombyggingen.

Seksjonsisolatorer

Seksjonsisolatorer med kompositisolatorer og tilstrekkelig luftgap er på linje med resterende glassisolatorer godkjent for 25 kV, 50 Hz matesystem.

Kabler

Isolasjonsnivået for kablene, ventilavlederne og kabelmuffer økes fra 36 til 52 kV med tilhørende prisdifferanse. Montasjearbeidet er det samme, uavhengig av kabelens isolasjonsnivå.

Autotransformatorer

Matesystem med autotransformatorer kan være aktuelt av to hovedårsaker:

- Ingen mulighet til å etablere dødseksjoner på grunn av kurvatur og stigning/fall.
- Manglende tilgang til overliggende nett med tilstrekkelig kortslutningseffekt.

Det første er tilfelle på Bergensbanen mellom Haugastøl og Mjølfjell. Det andre er tilfelle for resterende strekninger med autotransformatorer.

NSB må benytte autotransformatorer på de strekningene som er vist i tabell 2.2.

Strekning	lengde [km]	tunnel [km]	tun- neler	trans- formatorer	fri linje [km]
Ganddal - Brusand	35,0	0	0	4	35,0
Leivoll - Hjelleset	48	27,8	19	5	20,2
Skollenborg - Kongsberg	6,8	0	0	1	6,8
Kongsberg - Øysteinstul	26,2	3,6	7	2	22,6
Kambo - Høium	30	0,1	1	3	29,9
Haugastøl - Mjølfjell - Flåmsbanen	98,9	61,8	198	9	37,1

Tabell 2.2. Strekninger med behov for autotransformatorer.

Sugetransformatorer og filter

Dagens sugetransformatorer må byttes ut med p.g.a. økt spenningsnivå. Det er antatt at de eksisterende sugetransformatorene erstattes med nye, uten at antallet økes.

I kap. 2.4 er det antatt skjøteløse sporfelter hvilket reduserer behovet for filterimpedanser. Det antas at 2/3 av det antall filterimpedanser som eksisterer i dag, vil det fortsatt være behov for.

Jordinger

Det er to typer jording det må tas hensyn til: beskyttelsesjording og driftsjording.

Høyere nominell spenning på kl-anleggene medfører at kortslutningseffektene vil øke i disse. Kortslutningseffekten som i dag regnes å ligge på 15 kA i gjennomsnitt, vil øke til mer enn 15 kA. Dette krever økt tverrsnitt på alle beskyttelsesjordinger. Tverrsnittet økes fra 50 i dagens system til 70 mm².

Alle Cu-liner som inngår i driftsjordinger, f.eks. liner for forbindelser mellom impedanser og sugetransformatorer, kan beholdes m.h.t. driftsstrøm. Dette fordi driftsstrømmen kommer til å reduseres når spenningen i matesystemet øker.

Kondensatorbatterier

Kondensatorbatteriene vil bli overflødige ved 25 kV, 50 Hz matesystem. Tettere innmating fjerner behovet for spenningshevende elementer.

Nye dødseksjoner

Nye dødseksjoner må bygges i tilknytning hver enkelt transformatorstasjon samt mellom de enkelte transformatorstasjonene. Det er her regnet med konvensjonelle dødseksjoner (ikke høyhastighetsseksjoner).

Returledning

Returleder bygges i forbindelse med de nye kl-anleggene, og kostnadene forbundet med dette tilfaller den generelle kl-ombyggingen.

Forbigangsledning

Forbigangsledning er kun aktuelt på de store stasjonsområdene. Det er her antatt at følgende stasjonsområder vil få forbigangsledning: Drammen, Oslo S, Lillestrøm, Ski og Kristiansand.

Mateledning

Mateledning ført i luft over stasjoner er aktuelt på de store stasjonsområdene. Det er her antatt at følgende stasjonsområder vil få forbigangsledning: Drammen, Oslo S, Lillestrøm, Ski og Kristiansand.

Reservetransformatorer og frekvensomformere

Ved overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem må reservestrømtransformatoren skiftes til en som transformerer fra 25 kV til 230 V. Ytelsen på reservestrømtransformatorene er i dag vanligvis 10 eller 25 kVA.

Togvarmetransformatorer

I Lodalen finnes tre grupper med togvarmetransformatorer som må byttes ved overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem. Pris pr. gruppe anslås til 1 500 000 kr.

Sporvekselvarme

Der det i dag finnes sporvekselvarme med 16 2/3 Hz forventes det at dette er bygget før år 2007. Der det eventuelt skulle finnes sporvekselvarme igjen med 16 2/3 Hz i 2007, antas kostnadene forbundet med ombygging å være neglisjerbare.

Prøveanlegg i verksteder og ladestasjoner

Av NSBs fire verksteder er det kun Verksted Grorud som oppgir at man har anlegg for 16 2/3 Hz som benyttes aktivt og som må skiftes ut.

Hensyn og forholdsregler som tas i påvente av eventuell overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem.

Ved om- og nybygging av jernbaneanlegg anbefales det at NSB velger løsninger i kl-anleggene som i størst mulig grad forbereder disse for 25 kV, 50 Hz matesystem. Det vil si at tekniske løsninger legges inn i tide slik at overgangskostnader reduseres i størst mulig grad. Det bør innarbeides i alle retningslinjer for prosjektering og ombygging at man dimensjonerer for 25 kV, 50 Hz matesystem. Bakgrunnen for dette er at prisen på elektrisk kraft er en parameter som på sikt vil øke vesentlig.

Ikke tallfestede størrelser

Redusert elektrisk holdfasthet i tunneler

Leverandørene garanterer ikke glassisolatorer som har stått lenge på plasser der muligheter for selvvask ikke er tilstede, d.v.s. i tunneler. Det er ingen grunn til å skifte ut disse isolatoerene på grunn av dette, men de må kontrolleres oftere med tanke på tilsmussing og redusert holdfasthet. Eventuelt må tunnelvask gjennomføres oftere. I hvilken grad behovet for tunnelvask øker, vil variere over hele landet. Et alternativ til hyppigere tunnelvask er å øke antall isolasjonskapper fra tre til fire der det er plass.

Forbedret standard i overbygningsklasse i tunneler

Bytte til bøkesviller med NABLA skinnebefestigelse innbærer en forbedring i overbygningsklasse ved at man i mange tunneler går fra klasse b til klasse c. Dermed kan man, i de tunneler der overbygningsklassen er den begrensende faktor, øke både hastighet og maksimal tillatt hastighet.

Vektøkning på EI 18.

Dersom EI 18 skal utføres som tosystemlok, vil dette kreve en vektøkning på anslagsvis 700 kg. En slik økning medfører at lokets vekt overstiger vektgrensen på 84 tonn. Det er usikkert hvilke konsekvenser dette vil få m.h.t. hastighetsbegrensninger for dette loket. Lokets dynamiske egenskaper kan være tilstrekkelige gode til at det kompenserer vektøkningen. Dette må imidlertid følges opp med målinger før eventuelle hastighetsbegrensninger innføres.

2.4 SIGNAL- OG TELEANLEGG

Konsekvenser for signal- og teleanlegg ved overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem er utført som flere delarbeider. NSB Bane, Ingeniørtjenesten, DSB rådgivning og Interconsult har deltatt i arbeidet.

Forutsetninger

På Gardermobanen bygges signalsystemene med tonefrekvente sporfelter og anses dermed uavhengige av matesystem.

Delrapporter

NSB Bane, Ingeniørtjenesten har skrevet en generell beskrivelse av NSBs signal- og teleanlegg. Beskrivelsen forklarer de grunnleggende mekanismer vedrørende induksjon samt grenseverdier for induserte strømmer og spenninger.

Med utgangspunkt i NSB Bane, Ingeniørtjenestens generelle beskrivelse og annen teknisk dokumentasjon har DSB rådgivning vurdert konsekvenser og foreslått tekniske løsninger i NSBs signal- og teleanlegg ved overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem. Flere av de momentene som DSB rådgivning behandler i sin rapport er relevante ved forbedringer i dagens signal- og teleanlegg, uavhengig av hvilket matesystem NSB måtte ha.

Interconsult har kvalitetssikret DSB rådgivnings rapport. Kvalitetssikringen har i hovedsak vært gjennomført med det mål at DSB rådgivnings rapport i størst mulig grad skal være dekkende for norske forhold. Interconsult konkluderer med at DSB rådgivnings rapport gir et godt grunnlag for å kostnadsberegne tiltak i signalanlegg ved overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem. Med hensyn til teleanleggene, stiller Interconsult seg mer kritisk konklusjonene i DSB rådgivnings rapport.

Til sist har NSB Bane, Ingeniørtjenesten på grunnlag av ovenfor nevnte rapporter gjennomført en kostnadsberegning for tiltak i signal- og teleanlegg som følge av overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem.

Av de kostnadsberegnete tiltak i signal- og teleanlegg er de viktigste: kabler, radioanlegg, sporfelter, linjeblokk og sidespor.

Grensesnitt mellom nye og gamle signalsystem

I løpet av perioden 2007 til 2017 når signal- og teleanlegg ombygges, vil man hele tiden ha punkter hvor nye anlegg fysisk grenser til dagens anlegg. Nye skjøteløse sporfelter vil ikke komme i konflikt og forstyrre de eksisterende signalanlegg og vice versa. I prinsippet kan nytt og gammelt system adskilles med en ordinær isolert skinneskjøt.

2.5 FREMTIDIG UTVIKLING I EUROPA

I Europa forekommer det flere systemer for strømforsyning til jernbane. To vekselstrømsystemer, 25 kV, 50 Hz og 15 kV, 16 2/3 Hz, dominerer bildet. 25 kV, 50 Hz benyttes i England, Frankrike, Danmark, Finland, det tidligere Jugoslavia og Portugal. Fem land, Norge medregnet, har 15 kV, 16 2/3 Hz matesystem. De øvrige landene er Sverige, Sveits, Tyskland og Østerrike. Utover dette finnes det likespenningssystemer i en rekke land.

Det internasjonale arbeidet for standardisering av matesystemene i Europa har ikke resultert i konkrete anbefalinger. Man har derimot kunnet identifisere en trend. Denne trenden tyder på at Europa er i ferd med å fjerne likestrømsystemene ende opp med de to nevnte vekselstrømsystem. Togmateriell vil i fremtiden bli stadig forbedret med hensyn til flerstrømsystemer.

2.6 KONKLUSJONER BANE

De viktigste forholdene som får betydning for Bane ved en eventuell overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem ved NSB er:

- Investeringer i nye statiske omformere er planlagt og delvis startet. Disse kostnadene kommer tidlig i analyseperioden og får stor innvirkning på økonomien for Bane. Ved en beslutning om overgang for 3 - 4 år siden ville det meste av disse kostnadene vært unngått.
- I det store flertall av transformatorstasjoner må det installeres utbalanseringsutstyr (SVC) for å kompensere skjevbelastninger av overliggende nett. Årsaken til dette er at overliggende nett på aktuelle steder har for lav kortslutningsytelse. Dette er en overraskelse i forhold til tidligere utredninger og dobler kostnadene pr transformatorstasjon hvor slikt utstyr må installeres.
- For signal- og teleanlegg er det følgende forhold som får betydning: Utskifting av sporfelt, forsert og mer omfattende utbygging av fiberkabel og utbygging av DC-blokk på antenneanlegg.

Med de kostnadene som disse og andre tiltak innbærer kommer Bane ut med en nåverdi (1995) på -138 mill kr, en vesentlig endring i forhold til tidligere utredninger. Det henvises forøvrig til Delrapport Bane.

3 TRAFIKK

3.1 FORUTSETNINGER

J's bidrag i prosjektet bygger i første rekke på følgende hovedforutsetninger:

- * Banes målsetting at fornyelse av kontaktledningen er foretatt på alle strekninger.
- * Banes oppgitte framdriftsplan for omleggingen og behov for arbeidstider.
- * Banes vurdering av tekniske problemstillinger, kvalitet og strømforsyningens driftsstabilitet.
- * Dagens togtilbud.
- * J's behov for trekraftmateriell, anskaffelse- og utrangeringsplan.
- * Tu's vurderinger av tekniske forhold på materiellet.
- * Nødvendige midler avsatt for planlagt gjennomføring av overgangen i hele perioden.
- * Nyanskaffelser og ombygging skjer i fastsatt tempo f.o.m. i dag og til omlegging er gjennomført.
- * Fri flyt av materiell i overgangsperioden.

3.2 KONSEKVENSER

Det er stor usikkerhet knyttet til et prosjekt med så vidt lang levetid.

Markedsutsikter, politiske rammebetingelser ol. kan endres vesentlig i den 30-årsperioden som er vurdert. De vurderinger, beregninger og anslag som er foretatt har måttet basere seg mye på kjennskap til dagens driftsforhold. De forutsetninger som er gitt av Bane for den praktiske utbygging er meget avgjørende for de innspill som er gitt av J. Bane har bl.a. forutsatt at kontaktledningsanlegget er fornyet på alle strekninger før selve ombyggingsperioden 2007-2017.

Dagens togtilbud er lagt til grunn for J's bidrag. Hvis man i 2007-2017 har større togtilbud enn dagens vil dette influere både på driftskonsekvenser og økonomi. Man vil anta at f.eks. ved en trafikkøkning på 10 % vil også kostnadene øke med ca. 10 % og samtidig få større driftsforstyrrelser.

Ved omlegging til 25kV 50Hz vil man i overgangstiden mellom gammelt og nytt system vil man være avhengig av materiell som kan trafikkeres på begge systemer, dvs to-systemmateriell. Ut fra bestemte forutsetninger om levetid, trekraftbehov, driftsommlegginger m.v. som er gjengitt i delrapport "Trafikk", er det utarbeidet forutsetninger for materiellkonsekvensene.

En annen trafikkmessig konsekvens ved omlegging er at NSB og SJ da vil ha forskjellige strømforsyningssystemer. DSB har det samme system som NSB eventuelt vil få. Praktisk lar denne samtrafikk seg teknisk løse, men det er nødvendig med forhandlinger mellom forvaltningene både om trafikkmessige og økonomiske forhold.

De økonomiske konsekvensene som vil bli påført J innenfor den drifts- og trafikkmessige siden, er nærmere omtalt i de enkelte delavsnittene i delrapport "Trafikk". Resultatet er følgende:

Økte kjøretider	2 mill. kr. pr. år
Punktlighetsavvik	5 mill. kr. pr. år
Internasjonal samtrafikk	5 mill. kr. pr. år
Erstatningsopplegg ved infrastrukturarbeider, totalt for hele perioden.	6 mill. kr.

Dette blir negativ nåverdi (1995) på 45 mill.kr. ekskl mva.

4 MATERIELL

Generelt vil en omlegging fra et system med en spenning og en frekvens til et annet system med en annen spenning og frekvens bety at alt rullende materiell vil måtte fungere på begge systemene i hele overgangsperioden. Dette vil konkret medføre nødvendige ombygginger på noe materiell, samtidig som man må forrykke både anskaffelse- og utrangeringsplaner. Mange forhold må legges til grunn når man anskaffer/utrangerer materiell, men for å ha et fast utgangspunkt har man i denne utredningen forutsatt at materiellet har en levetid på 30 år.

For materiellsiden vil slik omlegging av banestrømforsyningen være svært ressurskrevende, og dersom en slik overgang skal bli aktuell, er det et absolutt krav at nødvendige midler blir garantert i hele overgangsperioden, dvs. inntil år 2017.

For å beregne hvilke kostnadmessige konsekvenser en eventuell overgang vil ha for rullende materiell er det definert en optimalisert anskaffelses- og utskiftingsplan som tilfredsstiller Trafikk's behov i den definerte overgangsperiode fra 2007 til 2017.

Ved hjelp av denne, samt kostnadene ved nyanskaffelser, ombygging og forsering av innkjøp har så nåverdien (1995) av de totale merkostnader blitt estimert. Resultatet inkluderer ikke restverdier etter endt analyseperiode.

Kostnadsestimeringen bygger på et omleggingsmønster med fri materiellflyt i overgangsperioden. Enhver forandring mht. eierstruktur, materiellbehov etc. vil kunne påvirke dette resultatet. Det er bla. nyttig å merke seg at dersom Gardermobanen AS i fremtiden vil bli eier av flyplasstogene, vil det kunne oppstå problemer mht. fri materiellflyt mellom flyplasstog og Inter-city togene slik delrapporten foreslår. Videre kan det stilles spørsmålsteget ved villigheten til å bestille ekstra togsett, noe som er en nødvendighet ved omlegging, når man vet at disse vil være overflødige etter at omleggingsperioden er gjennomført.

En overgang vil for materiellsiden medføre at endel materiell utfases før teknisk-økonomisk levetid er nådd som følge av behov for to-system materiell ved omlegging av de forskjellige banestrekninger. Dette antas å redusere vedlikeholdskostnadene med nåverdi (1995) i størrelsesorden 40-45 mill. kr.

De økonomiske konsekvensene som vil bli påført materiellsiden, er nærmere omtalt i de enkelte avsnittene i delrapport "Materiell". Resultatene er som følger (inkl. mva):

Totalt merkostnader materiell ved foreslått omleggingsmønster, nåverdi (1995):	-500 mill. kr.
Reduksjon i vedlikeholdskostnader, nåverdi (1995):	+51 mill. kr.
Restverdier, nåverdi (1995)	+58 mill. kr.

Totalt merkostnader for materiell ved foreslått omleggingsmønster inkl. reduksjon i vedlikeholdskostnader og restverdier, nåverdi (1995) -391 mill. kr.

=====

5 KONSERNAVKLARINGER

5.1 POLITISKE FORHOLD

I et prosjekt med så høye investeringsutgifter og så lang investeringsperiode vil politiske forhold kunne komme til å spille en betydelig rolle for gjennomføringen. Delrapporten om konsernavklaringer inneholder derfor et kapittel hvor de mest relevante spørsmål er beskrevet. En har forsøkt å beskrive hva slags innvirkning slike forhold kan få på prosjektet, først og fremst i hvilken retning resultatet vil påvirkes. Disse forholdene medfører en usikkerhet for gjennomføringen. De er ikke forsøkt kvantifisert, da det ikke ble funnet å være gjennomførbart.

Rapporten inneholder betraktninger rundt mulighetene for kompensasjon mellom Kjørevegen og Trafikkdelen. Spørsmålet er aktuelt i en situasjon der prosjektet som helhet viser positiv lønnsomhet, men hvor Kjørevegen isolert sett sitter igjen med hele gevinsten mens Trafikkselskapet får et økonomisk tap. Konklusjonen er at en slik kompensasjon kan la seg gjennomføre ut fra gitte betraktninger, men at det både kreves en juridisk utredning og en politisk realitetsbehandling før svaret er gitt. Med det resultat lønnsomhetsanalysene i dette prosjektet viser (se kap. 0 og 6 i denne rapporten), er imidlertid spørsmålet av mindre interesse i denne omgang.

Det er videre slått fast at den løpende finansieringen over statsbudsjettet i investerings-perioden vil medføre en usikkerhet for prosjektets framdrift. Dersom bevilgningene ikke følger de anleggsmessige planer, vil prosjektet sannsynligvis fordyres. Erfaring tilsier at en slik situasjon kan komme til å oppstå.

Sammenfatningsvis er det klart at de politiske spørsmål vil kunne komme til å spille en betydelig rolle med hensyn til å øke usikkerheten i lønnsomhetsberegningene. Det er også størst sannsynlighet for at denne økte risikoen tenderer i negativ retning med hensyn til innvirkning på det økonomiske resultatet.

5.2 ØKONOMISKE FORHOLD

Prosjektets økonomiske resultat presenteres som en nåverdi og som en nytte/kostnadsbrøk. Dette er likeverdige måter å presentere resultatet på. Totallønnsomheten er en samfunnsøkonomisk størrelse, mens den bedriftsøkonomiske andel er ekvivalent med NSB Jernbanevirksomhetens andel av resultatet. Begge viser en negativ lønnsomhet ved omlegging av matesystemet til 25 kV, 50 Hz. I tillegg til splittingen i Trafikk og Kjøreveg, er lønnsomheten

beregnet pr banestrekning for infrastrukturen og delt opp i materiell-vurderinger og trafikkavvikling for Jernbanevirksomheten.

Det understrekes at prosjektet er definert som forskjellen mellom å videre føre dagens strømforsyningssystem og legge om til 25 kV, 50 Hz. Det er dermed ikke beregnet lønnsomhet av strømforsyningssystemet som sådan.

Lønnsomhetsberegningene tar utgangspunkt i et sett med forutsetninger. Disse vedrører levetidsbetraktninger på teknisk utstyr, prisutvikling, valuta- og avgiftsforhold. Mulige endringer i forutsetningene er hensyntatt ved hjelp av følsomhetsanalyser, dvs at utslag på lønnsomheten av endrede parameterverdier er undersøkt og presentert.

6 RESULTATER

Lønnsomhetsberegningene viser en nåverdi på -574 mill kr eller en nytte/kostnadsbrøk på 0,89. Nåverdien fordeler seg med -138 mill kr på NSB Bane og -436 mill kr på NSB Jernbanevirksomheten. Det vil si at prosjektet er ulønnsomt, både samfunns- og bedriftsøkonomisk. De sensitivitetsberegninger som er utført forsterker dette resultatet ved å vise at det skal svært store endringer i parameterverdier til før prosjektet kan bli lønnsomt.

Det eksisterer videre en usikkerhet rundt de politiske forhold som vanskelig lar seg tallfeste (se kap. 5.1).

På den tekniske siden har prosjektet kommet fram til at mye av NSBs eksisterende materiell ikke kan bygges om til to-systemsdrift i det hele tatt. Dette fordyrer prosjektet ved gi økt behov for forserte investeringer i nytt materiell. Baneteknisk utstyr er beregnet å bli dyrere enn først antatt, fordi det viste seg nødvendig å installere utbalanseringsutstyr i de fleste av de nye transformatorstasjonene.

Generelt kan det sies at det er betydelige gevinster knyttet til et slikt prosjekt, særlig med hensyn til redusert energiforbruk og lavere drifts- og vedlikeholdskostnader på teknisk utstyr. Disse effektene vil imidlertid få full virkning først langt inn i analyseperioden og kommer dermed for sent til å forsvare de store investeringskostnadene. Videre har NSB Bane nå begynt å bygge flere nye omformerstasjoner for 15 kV, 16 2/3 Hz, bl.a. på Gardermobanen, og disse forpliktelsene påvirker prosjektet sterkt i negativ retning. Dette er den viktigste årsaken til at prosjektet viser en betydelig dårligere lønnsomhet nå enn bare for få år siden. Ved en tidligere beslutning om omlegging kunne alle disse omformerstasjonene blitt erstattet av nytt materiell for 25 kV, 50 Hz, eller midlertidige løsninger inntil nytt matesystem var på plass.

Det kan ikke ses bort fra at viktige parametere i fremtiden kan komme til å endres. Slike parametere kan tenkes å være prisen på elektrisk energi, teknologisk utvikling av jernbanetekniske- og eksterne anlegg samt internasjonal standardisering av togmateriell. Dette innebærer en endring i forutsetningene og kan medføre at en ny vurdering av overgang til 25kV, 50 Hz matesystem vil gi et annet resultat.

7 KONKLUSJON

Prosjektgruppen kan konkludere med at en omlegging av strømforsyningssystemet vil være ulønnsomt, både for NSB og for samfunnet totalt sett. Beregningene viser også at dette resultatet er robust ved at det vanskelig kan forandres av endrede forutsetninger.

Prosjektgruppen anser at beregningene som er gjennomført, er tilstrekkelig detaljerte og funderte til at en beslutning vedrørende valg av matesystem nå kan fattes. Beslutningsunderlaget er presentert i sammendragsform i denne rapporten og mer detaljert i de foreliggende delrapporter.

DELRAPPORT

**25 kV, 50 Hz matesystem
ved NSB. Videre utredning.**

BANE



Oppdragsgiver: **NSB Bane**

Prosjekt: 25 kV, 50 Hz matesystem ved NSB. Videre utredning.

Dato: 22.06.1995

Rapporten omhandler (stikkord):

Konsekvensene ved en eventuell overgang til 25 kV, 50 Hz strømmating ved NSB og skal danne grunnlaget for å ta en beslutning om NSB skal gå over til nytt matesystem.

For NSB Bane

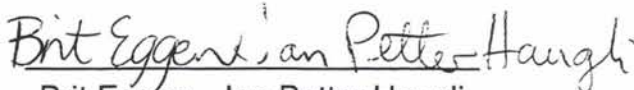
Prosjektansvarlig:


Ingolv Pedersen

Prosjektleder:


Magne Bergerud

Rapport utarbeidet av:


Brit Eggen Jan Petter Haugli

Revisjon nr.: 1.0 Antall sider: 65

DOKUMENTKONTROLLSIDE

Oppdragsgiver: NSB Bane							
Prosjektbeskr.: Overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem ved NSB. Konsekvenser for NSB Bane.							
Prosjektnr.:							
Dokumenttittel: 25 kV, 50 Hz matesystem ved NSB. Videre utredning.						Dokument nr.:	
Utarbeidet av : Brit Eggen, Jan Petter Haugli						Sign <i>Jan Petter Haugli</i>	
Skal kontrolleres av:	Kontrolltype	Rev. 0		Rev. 1		Rev. 2	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
J.P. Haugli	Helhetsvurdering			22.6.95	JPH		
J.P. Haugli	Språk			22.6.95	JPH		
J.P. Haugli	Logisk oppbygging /disposisjon			22.6.95	JPH		
J.P. Haugli	Teknisk: - faglig - tverrfaglig			22.6.95	JPH		
J.P. Haugli	Presentasjonsform			22.6.95	JPH		
J.P. Haugli	Kopieringen er kontrollert(sign original)			22.6.95	JPH		
Generelle kommentarer:							
Dokument godkjent for utsendelse				Dato 22.06.95		Sign <i>Jan Petter Haugli</i>	

INNHOOLD

DOKUMENTKONTROLLSIDE	2
0. SAMMENDRAG	6
1. BAKGRUNN	9
2. INNLEDNING	10
3. FRAMDRIFTSPLAN FOR OMLEGGING TIL NYTT MATESYSTEM	12
3.1 Innledning	12
3.2 Forutsetninger	12
3.2.1 Elektrifiserte baner	12
3.2.2 Ikke-elektrifiserte baner	12
3.3 Omleggingsmønster og tidsplaner.	13
3.3.1 Forslag til omleggingsmønster.	13
3.4 Tidligere rapporter	15
4. MATESTASJONER	16
4.1 Forutsetninger	16
4.1.1 Videreføring av dagens matesystem, 15 kV, 16 2/3 Hz	16
4.1.1.1 Tapsberegninger	16
4.1.2 Overgang til nytt matesystem, 25 kV, 50 Hz	17
4.1.2.1 Normer og krav til matesystemet	17
4.1.2.2 Etablering av ny matemodell	17
4.1.2.3 Tapsberegninger	18
4.2 Beskrivelse av framtidige anlegg	19
4.2.1 Videreføring av dagens matesystem, 15 kV, 16 2/3 Hz	19
4.2.1.1 Nyinvesteringer	19
4.2.1.2 Fornyelser, reinvesteringer, ombygginger	19
4.2.1.3 Periodisk vedlikehold	23
4.2.1.4 Daglig drift	24
4.2.1.5 Restverdier ved analyseperiodens utløp	24
4.2.2 Overgang til nytt matesystem, 25 kV, 50 Hz	24
4.2.2.1 Krav fra elverk/netteiere ved nytt matesystem	24
4.2.2.2 Nyinvesteringer	25
4.2.2.3 Fornyelser, reinvesteringer, ombygginger	28
4.2.2.4 Periodisk vedlikehold	29
4.2.2.5 Daglig drift	29
4.2.2.6 Restverdier ved analyseperiodens utløp	29
4.3 Ikke-tallfestede gevinster/kostnader ved overgang til 25 kV, 50 Hz	30
4.3.1 Miljøaspekt	30
4.3.2 Redusert bruk av regenerativ bremsing	30

4.3.3	Elkraftsentral, tilpasninger	31
4.3.4	Gjenbruk av fjellhaller til 25 kV, 50 Hz transformatorstasjoner	31
4.3.5	Kraftpris og overføringskostnader	31
4.3.6	Switchetap i SVC-anlegg	32
4.3.7	Lavere enhetspriser på komponenter i rullende materiell	32
4.3.8	Lavere enhetspriser på matestasjonsanlegg	32
4.3.9	Billigere nyelektrifisering	32
4.3.10	Generell standardheving av matesystemet	33
4.4	Tidligere rapporter	33
5.	MEKANISKE OG ELEKTRISKE KONSTRUKSJONSENDRINGER I KONTAKTLEDNINGSANLEGG.	36
5.1	Innledning	36
5.2	Forutsetninger.	36
5.3	Mekaniske konstruksjonsendringer i kontaktledningsanlegg.	37
5.3.1	Bakgrunnsmateriale	37
5.3.2	Mekaniske konstruksjonsendringer i tunneler.	37
5.3.2.1	Dispensasjon	38
5.3.2.2	Dobbel kontaktråd	43
5.3.2.3	Strømskinne	43
5.3.3	Mekaniske konstruksjonsendringer på bruer.	46
5.3.4	Mekaniske konstruksjonsendringer på fri linje p.g.a. isolasjonsavstand.	46
5.3.4.1	Eksisterende isolatorer.	46
5.3.4.2	Luftisolasjon i seksjonsfelter.	46
5.4	Elektriske konstruksjonsendringer	47
5.4.1	Bakgrunnsmateriale	47
5.4.2	Kontaktledningsbrytere	47
5.4.3	Seksjonsisolatorer	47
5.4.4	Kabler	47
5.4.5	Autotransformatorer	48
5.4.5.1	Autotransformator fri linje	48
5.4.5.2	Autotransformator tunnel	48
5.4.5.3	Behov for autotransformator	49
5.4.6	Sugetransformatorer og filter	49
5.4.7	Jordinger	50
5.4.8	Kondensatorbatterier	51
5.4.9	Øvrige konstruksjonsendringer	51
5.4.10	Omlegginger	51
5.4.11	Nye dødseksjoner	51
5.4.12	Returledning	51
5.4.13	Forbigangsledning	52
5.4.14	Mateledning	52
5.5	Utskiftingsbehov i hjelpeanlegg	52
5.5.1	Reservetransformatorer og frekvensomformere	52
5.5.2	Togvarmetransformatorer	52

5.5.3	Sporvekselvarme	53
5.5.4	Prøveanlegg i verksteder og ladestasjoner	53
5.6	Hensyn og forhåndsregler som kan tas i påvente av eventuell overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem.	53
5.6.1	KI-anlegg i tunneler	54
5.6.2	KI-anlegg på bruer	54
5.6.3	KI-anlegg på fri linje	54
5.6.4	Kontaktledningsbrytere	54
5.6.5	Seksjonsisolator	54
5.6.6	Kabler	54
5.6.7	Sugetransformatorer og filter	54
5.6.8	Jordinger	55
5.6.9	Returleder	55
5.6.10	Sporvekselvarme	55
5.7	Ikke tallfestede størrelser	55
5.7.1	Redusert elektrisk holdfasthet i tunneler	55
5.7.2	Forbedret standard i overbygningsklasse i tunneler .	55
5.7.3	Vektøkning på EI 18.	55
5.8	Tidligere rapporter	55
6.	SIGNAL- OG TELEANLEGG	58
6.1	Innledning	58
6.2	Forutsetninger	58
6.3	Delrapporter	58
6.4	Kostnadsberegnete tiltak i signal- og teleanlegg	59
6.5	Grensesnitt mellom nye og gamle system	60
6.6	Tidligere rapporter	60
7.	FREMTIDIG UTVIKLING I EUROPA	62
	VEDLEGG	63
	LITTERATURREFERANSER	65

0. SAMMENDRAG

En hovedforutsetning rapporten bygger på er at kl-anleggene skal fornyes uavhengig av hvilket matesystem NSB har. Rapporten beregner merkostnadene i infrastruktur ved å dimensjonere for 25 kV, 50 Hz, fremfor 15 kV, 16 2/3 Hz matesystem. I tillegg beregnes kostnadene ved å videreføre dagens matesystem og for å bygge et nytt matesystem.

Beslutning om ombygging av kontaktledningsanlegg (kl-anlegg) forutsettes tatt i løpet av 1995. Planlegging av arbeidene og innkjøp av materiell før selve ombyggingen av kl-anlegg kan starte, er beregnet å ta ca. 2 år.

Ombygging av kl-anlegg og forberedelser for nytt matesystem skal, etter de foreslåtte planer, pågå i 10 år før omlegging til nytt matesystem påbegynnes. Ombygging av kontaktledningsanleggene påbegynnes i 1997 og arbeidene fullføres i 2014. Omlegging til nytt matesystem skjer i årene 2007 til 2017. Omleggingsmønsteret er laget med tanke på å skifte ut de eldste kl-anleggene og omformerstasjonene først, samt utsette ombygging og nyanskaffelser av nærtrafikkmateriell lengst mulig.

Kostnader for elektrifisering av ikke-elektrifiserte baner er ikke tatt med i denne rapporten.

Matestasjoner, videreføring av dagens matesystem

Ved en videreføring av dagens matesystem er det forutsatt at dette skal forsterkes ved å bygge nye omformerstasjoner. De eksisterende omformerstasjonene, hovedsakelig med roterende teknikk, er forutsatt å være i drift ut analyseperioden. Omformerstasjonene vil gjennomgå større ombygginger og reinvesteringer, både på fast stasjonsutrustning og på de transportable omformerenhetene.

I løpet av analyseperioden vil det bli bygd 16 nye omformerstasjoner, derav 14 med statiske omformere. Tre av de nye statiske omformerne vil erstatte provisoriske omformerstasjoner med roterende omformere. To av de eldste omformerstasjonene vil bli lagt ned.

Matestasjoner, overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem

Ved en overgang til nytt matesystem må det bygges nye transformatorstasjoner som transformerer energien fra overliggende nett (3-fase 50 Hz) til jernbanens nett. Det er forutsatt å bygge transformatorstasjonene med ca. 40 km avstand i utgangspunktet.

Dette matesystemet fører til at overliggende nett belastes usymmetrisk. Utredninger fra EFI har vist at NSB må forvente å få krav fra elverk og netteiere om ikke å forårsake mer enn 1% usymmetri på overliggende nett. En kartlegging av det overliggende nett som skal mate transformatorstasjonene, har vist at kravet vil bli vanskelig å overholde uten å samtidig installere utbalanseringsutstyr (SVC-utstyr,

Static Var Compensator).

En overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem vil kreve 57 transformatorstasjoner, og av disse må 49 utstyres med SVC-anlegg for å balansere ut den usymmetriske belastningen. En transformatorstasjon som utrustes med utbalanseringsutstyr er mer enn dobbelt så kostbar som en transformatorstasjon uten utbalanseringsutstyr.

I tillegg vil det bli nødvendig å bygge totalt 67 km høgspenningsoverføringslinje til de nye transformatorstasjonene, derav 47 km 132 kV ledning, og 20 km 66/50 kV ledning.

Innen omleggingen til det nye matesystemet vil det være nødvendig å bygge 5 statiske og 1 roterende omformer til forsyning av dagens matesystem. Dette for å forsyne trafikken på Gardermobanen og strekninger som i dag har svak strømforsyning.

Kontaktledningsanlegg

Ved overgang fra 15 kV til 25 kV må isolasjonsavstanden økes fra 250 til 270 mm. Dette berører tunneler, bruer og fri linje.

Det finnes tre alternativer for å benytte 25 kV, 50 Hz matesystem i tunneler: dispensasjon m.h.t. kontakttråd høyden, dobbel kontakttråd og strømskinne. De to siste alternativene har store trafikale konsekvenser og er således ikke utredet nærmere.

Dispensasjonsløsningen kan benyttes ved å bytte til bøkesviller og en skinnbefestigelse som til sammen gir lavere byggehøyde.

Kostnader forbundet med ekstra isolasjon i kontaktledningsanleggene på bruer, som følge av høyere spenning, er neglisjerbare i denne sammenhengen.

Glassisolatorene NSB har bygget i nye kl-anlegg de siste årene trenger ikke skiftes ut. Glassisolatorene som benyttes i dag, kan benyttes i fremtidige kl-anlegg også ved 25 kV, 50 Hz matesystem. Luftisolasjon i seksjonsfelt må endres fra 400 til 450 mm.

Kabler i kl-anleggene må skiftes til kabler med 52 kV isolasjonsnivå. Kabler i det nåværende systemet er isolert for 36 kV.

På enkelte strekninger må autotransformatorer benyttes fordi banens profil og kurvatur ikke tillater dødseksjoner eller fordi det ikke finnes tilgang til overliggende nett med tilstrekkelig ytelse. Totalt må NSB installere 24 autotransformatorer fordelt på 245 km bane.

Sugetransformatorer og filterimpedanser må skiftes p.g.a. høyere spenning og frekvens som stiller andre krav til h.h.v. gjennomføringer og impedanser i disse komponentene. Videre må beskyttelsesjordinger få økt tverrsnitt p.g.a. økt kortslutningseffekt i

kl-anleggene, kondensatorbatterier må fjernes, flere dødseksjoner må bygges inn i kl-anleggene, forbigangs- og mateledning må bygges på større stasjonsområder. Diverse utskiftninger må foretas i hjelpeanlegg som reservestrømtransformatorer, togvarmetransformatorer og prøveanlegg i verksteder.

Signal- og teleanlegg

I signal- og teleanlegg må tiltak gjennomføres m.h.t. kabler, radioanlegg, sporfelte, linjeblokk og sidespor. De mest kostnadsdrivende postene er utskifting av kobberkabel til fiberkabel og ombygging til skjøteløse sporfelt. Skjøteløse sporfelt medfører at antall filterimpedanser kan reduseres.

Resultat

Nåverdien for enkeltstrekninger, ikke-strekningsspesifikke kostnader og sum er vist i tabellen under. Alle tall i hele millioner. Ikke-strekningsspesifikke kostnader omfatter hovedsaklig Gardermobanen, Lodalen, prøveanlegg i verksteder, hovedrevisjoner og ombygging av omformere og apparatvogner og samlet energitap over hele landet.

Sørlandsbanen	-160
Bergensbanen	-61
Dovrebanen	-12
Vestfold- og Bratsbergbanen	18
Grefsen-Gjøvik, Roa-Hokksund	-23
Magnor-Lillestrøm, Oslo-Kornsjø	-62
Kongsberg-Oslo-Eidsvoll	-37
Ikke-strekningsspesifikke	199
Sum Bane	-138

Resultatet viser at nåverdien av prosjektet for Banes vedkommende er negativt. Hovedårsakene er mer enn dobbelt så dyre transformatorstasjoner som tidligere antatt, nedlegging av nye omformerstasjoner før utgått levetid, det faktum at full nytte av omleggingen ikke kommer før år 2017, d.v.s. når kun 5 år gjenstår av analyseperioden. I tillegg er kostnader forbundet med signal- og teleanlegg medregnet, hvilket ikke er gjort tidligere.

1. BAKGRUNN

NSBs nåværende matesystem leverer 15 kV, 16 2/3 Hz kraft til trekkaggregatene. Dette er et system som ble valgt ca. 1920 ut i fra den teknikk som da var tilgjengelig.

Jernbaner som har elektrifisert etter 1950 har valgt 25 kV, 50 Hz matesystem. Dette systemet har en rekke fortrinn sammenlignet med det NSB har i dag.

NSBs nåværende kl- og strømforsyningsanlegg har nådd en høy alder og den tekniske- og økonomiske levetiden har allerede begynt å gå ut for de eldste. Den tekniske tilstand for øvrig på en del anlegg i infrastrukturen tilsier at store reinvesteringer må foretas i nær fremtid. I denne forbindelse har NSB i regi av Banedivisjonen gjennomført en utredning om hvilket av de to nevnte alternativ man bør satse på når reinvesteringene skal gjennomføres.

Det har tidligere vært gjennomført utredninger på dette som har forespeilet NSB relativt store besparelser ved en overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem. I de tidligere rapporter er det imidlertid enkelte forhold som ikke er tatt i betraktning. Målsettingen med denne utredningen er å vurdere alle forhold som kan ha betydning ved en overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem. Videre skal tidligere utredninger kvalitetssikres med tanke på dagens forhold. Hensikten med denne rapporten er at den skal være grundig nok til at en avgjørelse kan tas vedrørende valg av matesystem.

2. INNLEDNING

Denne rapporten omhandler de investeringer som må gjøres i infrastrukturen ved fornyelse av matesystemet. Rapporten vurderer nødvendige kostnader som må foretas enten man velger å videreføre dagens system eller om man velger å bygge opp et nytt system med 25 kV, 50 Hz matesystem.

Rapporten tar utgangspunkt i en plan for ombygging av kl-anleggene og en plan for omlegging til 25 kV, 50 Hz matesystem (kap. 3). Den sistnevnte planen bestemmer utskiftings- og ombyggingsbehovet for trekraftmateriellet. Planen har ingen innvirkning på videreføring av dagens system.

Kapittel 4 beskriver både videreføring av dagens system og overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem m.h.t. matestasjoner. Det er lagt vekt på at disse modellene skal være mest mulig sammenlignbare både med tanke på teknikk og økonomi.

NSB Baneregion Nord har, på bakgrunn av eksisterende hovedplaner for strømforsyning, sammenstilt kostnader ved videreføring av dagens system. EFI har laget en rapport som oppsummerer de viktigste normer og krav som NSB vil bli berørt av ved overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem. EFI's rapport er en viktig del av underlaget for dimensjonering og kostnadsberegning av matesystemet ved overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem. NSB Bane, Ingeniørtjenesten har samlet informasjon om det overliggende nettet og sammenstilt kostnader for bygging av nytt matesystem.

Kapittel 5 beskriver tekniske og økonomiske konsekvenser for kl-anleggene ved overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem. De tekniske konsekvensene er en følge av at andre og strengere krav stilles til mekaniske løsninger og elektrisk holdfasthet i et system med 25 kV, 50 Hz matesystem. Vedrørende grense mellom kl- og signalanleggene så er sugetransformator, filterimpedanser, overdragstransformatorer, reservestrømstransformatorer og frekvensomformere (for signalanleggene) medregnet i kl-anleggene.

Kapittel 6 beskriver økonomiske konsekvenser p.g.a. nødvendige tiltak i tele- og signalanleggene som følge av overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem. DSB rådgivning har gjennomført en utredning m.h.t. konsekvenser for tele- og signalanlegg ved overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem. DSBs rapport danner grunnlaget for kostnadsberegningene som er utført av NSB Bane, Ingeniørtjenesten. NSB Bane, Ingeniørtjenesten har deltatt i oppfølging av DSBs rapportarbeide. Rapporten til DSB rådgivning er kvalitetssikret av Interconsult.

Kapittel 7 gir en kort oppsummering av forventet utvikling i Europa m.h.t. matesystemer.

Kapitlene som omtaler tidligere rapporter peker på de viktigste avvikene mellom tidligere rapportene og denne rapporten. Det er i hovedsak tekniske avvik, som bidrar til kostnadsforskjeller, som omtales.

3. FRAMDRIFTSPLAN FOR OMLEGGING TIL NYTT MATESYSTEM

3.1 Innledning

I denne rapporten er det valgt en todelt plan for overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem. Den første delen er en plan for ombygging av kontaktledningsanleggene, mens den andre er en plan for omlegging til nytt matesystem. Planene er forskjøvet i tid slik at ombygging av kl-anleggene starter i god tid før omlegging til 25 kV, 50 Hz matesystem påbegynnes.

Det er valgt å studere et eksempel for omlegging til 25 kV, 50 Hz matesystem. Eksempelet er en rammebetingelse for materiellsiden. Utskifting og ombygging av lokomotiver og motorvognsett er optimalisert m.h.t. dette eksempelet.

3.2 Forutsetninger

3.2.1 Elektrifiserte baner

Det forutsettes at beslutning om ombygging av kl-anlegg tas i løpet av 1995. Det anses nødvendig med to års planlegging og materialkjøp før ombygging av kl-anlegg kan starte. Et større ombyggingsprogram for kl-anleggene kan tidligst starte i neste planperiode.

Det forutsettes at kl-anleggene fornyes uavhengig av matesystem. Det forutsettes en ombygging av kl-anleggene med start i 1997 og ferdigstilling i 2014. Omlegging av matesystem forutsettes starte 10 år etter at ombygging av kl-anlegg starter. Omlegging av matesystem vil foregå over en periode på ti år med ferdigstilling i 2017.

Planen for omlegging som er presentert i denne rapporten er å betrakte som et case. I hvilken grad planen er den optimale med tanke på behov for parallelt arbeidende arbeidslag og mest mulig jevn fordeling av årsverk og kostnader er det ikke tatt stilling til. Omleggingsplanene er et utgangspunkt for, og en del av grunnlaget for de øvrige delprosjektenes rapporter. Dette fordi planene utgjør utgangspunktet for materielldisposisjoner og ombyggingsbehov av trafikkmateriellet. Rapporten betrakter ikke alternative omleggingsmønstre utover det foreslåtte.

Oftobanens nære tilknytning til Sveriges jernbanenett og den tunge trafikken på denne linjen gjør det vanskelig å motivere en omlegging på denne linjen som tross alt har et relativt beskjedent energiforbruk.

Anleggsarbeider på flere strekninger samtidig er nødvendig og en forutsetning for at omleggingsplanen skal være gjennomførbar.

3.2.2 Ikke-elektrifiserte baner

For ikke-elektrifiserte baner vil kostnader forbundet med elektrifisering ikke tas med. På Røros-, Meråker- og Raumabanen må

trekkraftmateriellet være av tosystemtype dersom disse elektrifiseres med 25 kV, 50 Hz matesystem uten at det resterende jernbanenettets matesystem byttes.

Elektrifisering av Nordlandsbanen (Steinkjer-Bodø) med 25 kV, 50 Hz matesystem kan i stor grad skje uavhengig av det resterende jernbanenettet. Dersom 25 kV, 50 Hz matesystem velges på Nordlandsbanen vil det medføre begrensninger i materiellturneringen om man ikke velger tosystemlok.

3.3 Omleggingsmønster og tidsplaner.

Ved ombygging av kl-anleggene bygger man om de eldste anleggene først, d.v.s. Sørlandsbanen bygges om først, og man fortsetter slik som angitt i tabell 3.1. I vedlegg 10 og 11 finnes kartskisser som viser h.h.v. ombygging av kl-anlegg og omleggingsmønster til nytt matesystem.

3.3.1 Forslag til omleggingsmønster.

Forslaget til omleggingsmønster er basert på to forhold: omformerstasjonenes og kl-anleggenes alder og utsette ombygging og nyanskaffelse av nærtrafikkmateriell lengst mulig. Endringer i omleggingsmønsteret medfører endring i utskiftings- og ombyggingstakt av materiell og tilhørende kostnader. Omleggingsmønsteret kan varieres og det krever mye innsats fra trafikk- og materiellsiden for hvert omleggingsmønster. Det er derfor valgt å betrakte dette ene mønsteret som et case, som tidligere nevnt.

Strekning:	KL-ombygging	Omleggingsperiode	km spor	Ant. netter m. togstans
Stavanger-Kristiansand	1997-99	2007-09	233	6
Kristiansand-Nordagutu Nelaug-Arendal	1999-2001	2009-10	255	5
Bergen-Hønefoss	2002-05	2007-09	417	8
Trondheim-Eidsvoll	2006-10	2010-13	485	12
Kongsberg-Nordagutu-Skien	2011	2013	82	2
Skien-Drammen (inkl. Brevik)	2011	2013	162	4
Gjøvik-Roa-Grefsen	2012	2014	117	3
Roa-Hokksund	2012	2014	88	2
Magnor-Lillestrøm	2013	2015	115	3
Kornsjø-Moss/Mysen-Oslo	2013	2015	312	7
Kongsberg-Oslo-Eidsvoll, Filipstad, Spikkestad	2014	2016	258	4
Gardermobanen	2014	2017	90	1
Lodalen	2014	2017	50	4
Ofotbanen			42	-
Rørosbanen			382	-
Meråkerbanen			102	-
Nordlandsbanen			736	-

Tabell 3.1 Planer for omlegging til 25 kV, 50 Hz matesystem.

Tosystemmateriell kreves på respektive strekninger f.o.m. første år i kolonne 3. Ved hver omlegging tas det sikte på å legge om ca. 40 km bane til nytt matesystem. I denne tabellen er det ikke tatt hensyn til at visse strekninger kan komme til å forsynes med autotransformatorer. På slike strekninger vil man legge om mer enn 40 km pr. omlegging. På dobbeltsporstrekniger vil man tilsvarende legge om 2x40 km pr. omlegging.

Omlegginger legges til natten mellom lørdag og søndag for å forstyrre trafikkavviklingen minst mulig.

Gardermobanen og Lodalen er tillagt 1 års omleggingsperiode, hvilket gir få sporkilometer omlagt dette år. Årsaken er anleggenes høye brukstid og lave tilgjengelighet. Antall sporkilometer i Lodalen er en antatt verdi. I år 2017 kommer ikke nye transformatorstasjoner til å bygges og settes i drift.

3.4 Tidligere rapporter

- 3.4.1 "25 kV, 50 Hz matesystem ved Norges Statsbaner Grov plan", januar 1993 NSB Divisjonsstab Bane-Teknisk kontor
Rapporten behandler ikke omleggingsmønster utover å foreslå at de eldste anleggene skiftes ut først. Rapporten peker på at det vil bli behov for tosystemmateriell i en overgangsperiode.
- 3.4.2 "Conversion to 25 kV, 50 Hz electrification", mai 1993 Transmark
Rapporten behandler overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem på Sørlandsbanen og bruker denne som kostnadsmodell for det resterende jernbanenettet. Rapporten peker på at det er mer lønnsomt med 20 års omlegging fremfor 15 år.
- 3.4.3 "NSB banestrømforsyning - Eventuell overgang til 25 kV, 50 Hz", september 1993 EFI
Rapporten behandler ikke dette emnet.
- 3.4.4 "En beslutning om omlegging av NSBs strømforsyningssystem krever videre utredning", september 1993 McKinsey & Company"
Rapporten har delvis samme omleggingsmønster m.h.t. rekkefølge for ombygging og omlegging av banestrekninger. Det vil si at man bygger om banene med de eldste anleggene først og sparer nærtrafikkstrekningene til sist for å kunne utsette ombygging og innkjøp av nærtrafikkmateriell lengst mulig. I rapporten planlegger man kl-ombygging og omlegging til nytt matesystem samtidig.
- 3.4.5 "25 kV, 50 Hz matesystem ved Norges Statsbaner", mars 1994 NSB
Rapporten gir en kortfattet fremdriftsplan som er i overensstemmelse med McKinseys rapport, se ref. [7].

4. MATESTASJONER

4.1 Forutsetninger

Prosjektet har vurdert en overgang til nytt system for NSBs matesystem. I år 2007 skal den første banestrekningen legges om fra 15 kV, 16 2/3 Hz til 25 kV, 50 Hz matesystem, se tabell 3.1. For å få klarhet i de økonomiske konsekvensene av en overgang til nytt matesystem, er det foretatt grundige analyser for å komme fram til de kostnader NSB vil få i analyseperioden 1997 - 2022. Her er det gjort beregninger både med videreføring av dagens matesystem, og alternativt hvis det blir foretatt en omelektrifisering til 25 kV, 50 Hz matesystem. Forutsetningene for disse alternativene er beskrevet i kapittel 4.1.1 og 4.1.2.

Teknisk-økonomisk levetid for investeringer i infrastruktur forutsettes å være 40 år.

4.1.1 Videreføring av dagens matesystem, 15 kV, 16 2/3 Hz

Det er utarbeidet en referansemodell for dagens matesystem. Med referansemodell menes de omformer- og transformatorstasjoner som NSB forventer å ha i drift fram mot år 2022. Vedlegg 1 beskriver denne modellen mer detaljert. Det er tatt utgangspunkt i baneregionenes hovedplaner for forsterkning av strømforsyning. Hovedplanene angir hvor og når de nye matestasjonene plasseres geografisk og tidsmessig samt stasjonenes installerte ytelse.

Når det gjelder dagens matestasjoner med roterende omformere, er disse ikke forutsatt fullstendig reinvestert i løpet av analyseperioden. Det er derimot lagt inn kostnader forbundet med ombygginger, større vedlikehold og reinvesteringer på fast stasjonsutrustning, transformatorvogn, omformer- og apparatvogn. Disse er beskrevet nærmere i kap. 4.2.1.2.

4.1.1.1 Tapsberegninger

Vedlegg 2 viser beregninger av elektriske tap ved en videreføring av dagens matesystem. Det er her tatt utgangspunkt i det forventede énfase energiuttaket i 1995. Dette energiuttaket er forutsatt konstant over hele analyseperioden, og omformingstapene er forutsatt å være:

15 % for roterende omformere
5 % for statiske omformere

Disse prosentatsene inkluderer både omformings- og transformeringstap, samt annet biforbruk i omformerstasjonen. Bygging av nye statiske omformerstasjoner, som referansemodellen angir, kommer inn i dette regnestykket med at det regnes et gjennomsnittlig tap på 10 % på summen av uttaket i én ny statisk og én eksisterende roterende omformerstasjonen. Det vil si, man forutsetter at den statiske og den roterende omformeren deler lasten likt.

Vedlegg 2 inkluderer også overføringstap i kontaktledningsanlegget. Som standardverdier for disse tapene er det forutsatt 5 % overføringstap for 15 kV, 50 Hz matesystem. Ved fastsettelse av denne tapssatsen er kun de aktive tapene medregnet, det vil si, de tapene som forårsakes av kontaktledningsanleggets ohmske motstand (varmetap). Tapssatsene er fastsatt ut fra en standard avstand på 80 km mellom omformerstasjonene.

4.1.2 Overgang til nytt matesystem, 25 kV, 50 Hz

Ved en overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem er det forutsatt å benytte enkelt endematet system, se vedlegg 4 for nærmere beskrivelse.

4.1.2.1 Normer og krav til matesystemet

Dagens normer vedrørende usymmetri på det overliggende nett for høyere spenninger er ikke fastlagt. Det er derfor blitt utført et arbeide av EFI, Energiforsyningens Forskningsinstitutt, som har kartlagt hvilke normer og krav som kan forventes stilt til en transformatorstasjon for banestrømforsyning med tanke på usymmetrisk lastuttak, overharmonisk støy, og andre forstyrrelser av spenningskvaliteten på det overliggende nettet.

Det er i dette arbeidet forutsatt en standard transformatorstasjon med følgende data:

- Systemløsning: Enkelt endematet system (single end-feed system)
- Installert ytelse: 15 MVA, 2 énfasetransformatorer á 7,5 MVA koblet til hver sin fase
- Innkommende spenning: 132 kV, eventuelt 66/50 kV hvis 132 kV ikke er tilgjengelig

Maksimalbelastning pr. transformator:

- Gjennomsnitt over 60 min: 5 MW
- Gjennomsnitt over 5 min: 7,5 MW
Denne verdien er brukt som dimensjonerende i forbindelse med usymmetri.
- Kortvarig toppverdi, $t < 3$ sekund: 10 MW

Enkelte stasjoner vil ha annen installert ytelse dersom de er plassert i knutepunkt eller forsyner autotransformatorer. Nærmere beskrivelse av systemløsninger er beskrevet i EFIs rapport, vedlegg 4. Se også referanse [1] samt vedlegg 13, systemløsning for transformatorstasjon.

4.1.2.2 Etablering av ny matemodell

Det er blitt utarbeidet en matemodell som viser plassering av samtlige transformatorstasjoner i det nye matesystemet. Modellen inkluderer kostnader forbundet med bygging av matestasjonene samt tilførselslinjer. På enkelte strekninger der det er vanskelig å føre fram tilførselslinjer, er det forutsatt å bygge autotransformatorsystem som

øker overføringsevnen til kontaktledningsanlegget. Autotransformatorsystemet bidrar også til å kunne øke avstanden mellom transformatorstasjonene. I modellen er følgende forutsetninger lagt til grunn:

- Systemløsning: Enkelt endematet system (single end-feed system)
- Transformatorstasjonene bygges etter NVEs krav til sikring, klasse 1
- Innkommende spenning: 132 kV, eventuelt 66/50 kV hvis 132 kV ikke er tilgjengelig
- Avstand mellom transformatorstasjoner: ca. 40 km
- Installert ytelse: 15 MVA, 2 énfasetransformatorer á 7,5 MVA koblet til hver sin fase
- Ved prissetting av linjebygging er det forutsatt en ledningsdimensjon på FeAl nr. 95, både for 132 kV og 66 kV, samt normale byggeforhold. Prisen inkluderer bygg, materialer samt grunnverv.
- På strekninger med autotransformatorløsning vil installert ytelse være 13 MVA i stedet for 7,5 MVA for hver materetning.
- Maksimal avstand mellom transformatorstasjoner med autotransformatorløsning: ca. 100 km

Når tilgjengelig minimal kortslutningsytelse er under 750 MVA, det vil si mer enn 1% usymmetri for laster av mer enn 3 sekunders varighet, som er kravet angitt i vedlegg 4 [EFI], er det her forutsatt å bygge et SVC utbalanseringsanlegg. Dette er anbefalt og beskrevet i EFIs rapport. Ved dimensjonering av SVC-anlegg er det foretatt et valg mellom 2 standard størrelser, d.v.s. 10 eller 20 MVA.

I kostnadsberegningene er det antatt at en transformatorstasjon bygges og betales i løpet av samme kalenderår.

4.1.2.3 Tapsberegninger

Vedlegg 3 viser beregninger av elektriske tap ved en overgang til nytt matesystem. Det er tatt utgangspunkt i det forventede énfase energiuttaket i 1995. Dette energiuttaket er forutsatt konstant over hele analyseperioden, og av dette er det forutsatt omformingstap som beskrevet i kap. 4.1.1. og totale tap i transformatorstasjonene på 2%. Denne prosentatsen inkluderer både transformeringstap og forbruk av hjelpekraft i transformatorstasjonen. Omlegging fra dagens matesystem til 25 kV, 50 Hz matesystem, følger det planlagte omleggingsmønsteret, beskrevet i tabell 3.1.

Vedlegg 3 inkluderer også overføringstap i kontaktledningsanlegget. Som standardverdier for disse tapene er det forutsatt 1,5 % overføringstap for 25 kV, 50 Hz matesystem. Ved fastsettelse av denne tapssatsen er kun de aktive tapene medregnet, det vil si, de tapene som forårsakes av kontaktledningsanleggets ohmske motstand (varmetap). Tapssatsene er fastsatt ut fra en standard avstand på 40

km mellom transformatorstasjonene.

4.2 Beskrivelse av framtidige anlegg

4.2.1 Videreføring av dagens matesystem, 15 kV, 16 2/3 Hz

4.2.1.1 Nyinvesteringer

Ved en videreføring av dagens matesystem, vil det i løpet av analyseperioden bli bygd 16 nye omformerstasjoner. Av disse er det 2 enklere stasjoner med roterende omformeraggregater, og de resterende 14 blir statiske omformerstasjoner. 3 av de nye statiske omformerstasjonene vil erstatte midlertidige roterende omformerstasjoner som delvis er bygd før analyseperioden starter. De nye omformerstasjonene er planlagt som forsterkning av matesystemet på eksisterende baner, samt for mating av Gardermobanen. I tillegg til forsterkning vil de også være med å gi en generell nivåheving på strømforsyningsanleggene totalt.

4.2.1.2 Fornyelser, reinvesteringer, ombygginger

Ved en videreføring av dagens matesystem forventer vi å reinvestere de eldste matestasjonene til NSB. Dette er de 3 transformatorstasjonene for 16 2/3 Hz som ligger i tilknytning til Hakavik Kraftstasjon, forsynt over NSBs 55 kV mateledning. Størsteparten av dette mateledningsanlegget er også tenkt reinvestert i løpet av analyseperioden for prosjektet.

De to eldste omformerstasjonene til NSB, Ski og Lillestrøm, vil før år 2000 bli erstattet med nye statiske omformere. De gjenværende roterende omformerstasjonene vil som sagt ikke bli fullstendig reinvestert i løpet av analyseperioden.

Nødvendige ombygginger/fornyelser på eksisterende omformere og omformerstasjoner innen år 2022:

Statorviklinger, motor og generator:

Omformeraggregater som er produsert før ca. år 1965 har viklinger i klasse B, Mica-Asfalt. Dette er viklinger som tåler en maksimal temperatur på ca. 130°C. I nærmeste framtid må det settes i gang et utskiftingsprogram for disse generatorviklingene, slik at de blir erstattet med viklinger av klasse F, Micadur, som har en høyere kvalitet og tåler temperaturer opp til 155°C.

Omformeraggregater med original vikling klasse F, spesielt de eldste av denne type, vil sannsynligvis etter hvert utover i analyseperioden også få behov for større reparasjoner og/eller omviklinger. For å få klarhet i om dette er nødvendig må det foretas jevnlig tilstandskontroller som bl.a. måler tap i viklingene (DLA-analyser) og følger opp tendenser hvis det skjer endringer.

Andre mindre tiltak i forbindelse med hovedrevisjoner som for eks. oppfesting av viklinger, halvledende tape o.l. må også følges opp. Kostnader forbundet med dette ligger inne i de økte kostnadene ved hovedrevisjoner, i forhold til dagens kostnader.

Omformere med vikling klasse F:

- Alle 10 MVA-omformere
- 7 MVA-omformere nr. 53-59
- 5,8 MVA-omformere nr. 20, 27 (isolasjonstype Mica-rex)

Omformere med vikling klasse B:

- 5,8 MVA-omformere nr. 1-32, d.v.s. 30 stk (unntatt nr. 20, 27)
- 7 MVA-omformere nr. 51 og 52, d.v.s. 2 stk
- 3,1 MVA-omformere nr. 45 og 46, d.v.s. 2 stk

Totalt sett har vi i dag 34 stk. omformere med vikling klasse B og 17 omformere med vikling klasse F. Det vil sannsynligvis være praktisk mulig å vikle om maksimalt 2 omformeraggregater pr. år. En omvikling vil ta mye tid, og kreve mye ressurser både internt i NSB (verksted og fagpersonell), og vil også i større grad føre til bruk av eksterne verksteder og/eller service-enheter. NSB har få omformeraggregater til rådighet, og kan neppe avse mer enn 2 stk. pr. år til omvikling. En slik omvikling må gjøres i forbindelse med hovedrevisjon. De andre omformerne som i løpet av året er inne til hovedrevisjon, går da gjennom en ordinær hovedrevisjon. Man må anta at det i år 1 kun blir foretatt én omvikling. Hvis omviktelsesprogrammet starter i 1997 (år 1), vil det da være ferdig i år 2022, d.v.s. ved analyseperiodens utløp. Da vil alle omformere være viklet om, både de med original vikling klasse B og klasse F.

En omvikling av både motor- og generatorvikling vil koste ca. 2,5 mill. kroner pr. omformeraggregat.

Polhjulsviklinger (vikling på rotor)

Også polhjulsviklingene på omformeraggregatene kan få redusert kvalitet utover i analyseperioden slik at det må utføres større reparasjoner og/eller omviklinger. For å avgjøre om dette er nødvendig må det foretas jevnlig tilstandskontroller som bl.a. måler tap i viklingene (DLA-analyser) og følger opp tendenser hvis det skjer endringer.

En del av de eksisterende polhjulsviklingene inneholder asbestholdig materiale. Ved en omvikling vil det kreves spesiell behandling når de eksisterende viklingene skal fjernes fra stavene.

En eventuell omvikling av polhjulsviklingene er forbundet med så mye usikkerhet at det ikke er gjort anslag på hvilke kostnader dette kan føre med seg. Dette vil sannsynligvis komme så langt fram i tid at det neppe vil få særlig innvirkning på de økonomiske overslagene uansett.

Apparatvogn:

Innenfor analyseperioden må NSB foreta en modernisering av apparatvognene på omformerenheterne. Denne moderniseringen vil i hovedsak bestå i følgende:

- bygge nytt kontrollanlegg (relévern, regulatorer m.m)
- bytte kabler
- bytte effektbrytere
 - *E-brytere: SIEMENS 3AF, vacuum-brytere
 - *3-fasebrytere: SF₆ -brytere
- bygge inn trykkavlastning fra bryterceller

NSB har i dag allerede bygd om 12 av de eldste apparatvognene. Dette er apparatvognene på omformere nr. 2 - 13. Denne ombyggingen er gjort som beskrevet ovenfor, med unntak av å bygge inn trykkavlastning fra brytercellene. Disse apparatvognene vil det ikke være nødvendig å bygge om i løpet av analyseperioden.

Det vil sannsynligvis være praktisk mulig å bygge om maksimalt 2 apparatvogner pr. år. En ombygging må gjøres i forbindelse med hovedrevisjon av omformerenheterne og vil erfaringsmessig ta lang tid, opp mot 5 - 6 måneder. Det vil også kreves mye ressurser, delvis internt i NSB (verksted og fagpersonell), men sannsynligvis må dette arbeidet hovedsakelig utføres av eksterne verksteder og/eller serviceenheter. NSB har få omformerenheter til rådighet, og kan neppe avse mer enn 2 stk. pr. år til ombygging av apparatvogn i forbindelse med hovedrevisjoner. Man må anta at det i år 1 kun blir foretatt én ombygging av apparatvogn. Hvis ombyggingsprogrammet starter i 1997 (år 1), vil det da være ferdig i år 2016. Da har alle omformerenheterne fått ombygd apparatvogn. Det er naturlig å bygge om apparatvogn på de samme omformerenheterne som får viklet om motor- og generatorvikling. Det kreves nøyaktig planlegging og god koordinering mellom interne og eksterne grupper for at dette arbeidet skal lykkes.

En ombygging av apparatvogn vil koste ca. 3 mill. kroner pr. stk.

O-brytere (3-fase effektbrytere på transformatorvogn)

Disse bryterne er oljefattige brytere, og de medfører en viss risiko for eksplosjoner. Dette kan få store konsekvenser for innendørsanlegg. Et annet problem med disse bryterne er at de er dimensjonert for en bestemt maksimal kortslutningsytelse. Siden anleggene er satt i drift er det overliggende nettet på mange steder i landet blitt forsterket slik at den maksimale kortslutningsytelsen kan være høyere enn det bryteren er dimensjonert for. I nærmeste framtid bør det derfor settes i gang et utskiftingsprogram for disse bryterne, slik at de gamle oljefattige bryterne blir erstattet med SF₆ -brytere.

Prisen på en slik bryter vil være ca. kr 190 000. I tillegg til selve bryteren med stativ må det samtidig byttes styre- og signalkabler m.m.

Montasjearbeidet beregnes utført av NSBs eget personale i forbindelse med hovedrevisjonene. Hele dette arbeidet inkludert bryter og annet materiell anslås å koste ca. kr 400.000 pr. stk.

Vi regner med å skifte O-bryter i forbindelse med hovedrevisjon av omformerenheten på de enhetene som får viklet om motor- og generatorviklinger samt ombygget apparatvogn. Det vil si én stk. i år 1, og 2 stk. pr. år videre framover. Dette vil da føre til at 2 omformerenheter pr. år vil bli meget grundig ombygd og opprustet, ut over det ordinære hovedrevisjonsarbeidet.

Samtlige transformatorvogner (unntatt 3 stk i Asker) har oljefattige brytere som må skiftes ut, det vil si 46 stk. Hvis utskiftingsprogrammet starter i år 1997, vil det være ferdig i år 2020.

Fast stasjonsutrustning; 15 kV anlegg, lokalkontroll, matekabler

Mange omformerstasjoner har fortsatt gamle brytere i 15 kV rom, det vil si trykkluftbrytere. Disse bryterne må det i nærmeste framtid påbegynnes et utskiftingsprogram for. Samtidig må brytercellene ombygges og moderniseres. I tilknytning til dette arbeidet er det naturlig å bytte reléer og kontrollutrustning for utgående linjeavganger. Fullstendig ombygging av 15 kV-rom, inkludert kontrollutrustning, forventes å koste ca. 4,5 mill kr i en omformerstasjon med 2-3 utgående linjefelt + reserve. Denne prisen inkluderer etablering av trykkavlastning i de stasjoner der det er praktisk mulig.

Lokalkontrollanleggene i omformerstasjonene vil også få en høy alder etter hvert. Det er naturlig å bytte disse anleggene samtidig med ombygging av 15 kV anlegg. En slik total utskifting av lokalkontrollanlegget antas å gi en kostnad på ca. 4 mill. kr pr. omformerstasjon. Denne kostnaden inkluderer ny kontroll- og verneutrustning på innkommende 3-faselinjer, samt lokalkontroll av både omformer- og 15 kV anlegg. Med i denne prisen er det forsøkt tatt med den lange anleggstiden man vil få p.g.a. at gammelt anlegg må være i drift samtidig, samt sanering av gammelt utstyr.

Matekabler fra 15 kV-rom til kontaktledningsanlegget er også i dårlig forfatning på en del omformerstasjoner. De stasjonene det ikke er blitt byttet matekabler på, har kabler med papir/olje isolasjon. På omformerstasjoner med kabler av denne typen, bør det i løpet av analyseperioden foretas en utskifting til plastisolerte kabler. En slik utskifting kan i gjennomsnitt anslås å koste kr: 1,5 mill pr. stasjon. (Ca. 1,5 km 36 kV PEX-kabel) Da omtrent halvparten av dagens omformerstasjoner har nye matekabler innen år 1997, vil denne utgiften midlet over alle omformerstasjoner gi en kostnad på 750.000 kr pr. stasjon.

Når man skal modernisere den faste stasjonsutrustningen i en omformerstasjon, er det naturlig å bygge om alt på en gang. Dette betyr at man bytter ut 15 kV anlegg, lokalkontrollanlegg og matekabler til samme tid. Under dette arbeidet er det naturlig å benytte

stasjonsvogn for å kunne opprettholde tilnærmet normal drift i ombygningsperioden. En total kostnad på en slik ombygging antas å være ca. 9,25 mill kr pr. stasjon. Ombygningsarbeidet er tenkt påbegynt i år 1997 med den eldste stasjonen med transportable omformeraggregater som da er 47 år. Deretter følger de andre omformerstasjonene etter hvert som de når opp i samme alder. Ombygging av fast stasjonsutrustning vil pågå fra 1997 - 2017.

Tidsplaner

Ved videreføring av dagens matesystem skal alle ovenfor nevnte kostnader tas med gjennom hele analyseperioden, fra 1997 - 2022, eller så lenge utskiftingsprogrammene løper

d.v.s.:

Hovedrevisjoner:	1997 - 2022
Omvikling motor- og generatorviki:	1997 - 2022
Ombygging apparatvogn:	1997 - 2016
Bytte av O-brytere:	1997 - 2020
Reinvestering av fast stasjonsanlegg:	1997 - 2017

4.2.1.3

Periodisk vedlikehold

Omformeraggregatene blir hovedrevidert med ca. 10 års mellomrom. I forbindelse med hovedrevisjonene blir det foretatt mindre konstruksjonsendringer og ombygginger på aggregatene, apparatvognene og delvis transformatorvognene. Dette er utgifter som kommer inn under periodiske vedlikeholdskostnader.

I dag har NSB Bane en kostnad på ca. 7 mill. kr pr. år i forbindelse med hovedrevisjoner av 4 omformeraggregater. I fremtiden vil det være nødvendig å øke dette beløpet, av årsaker som delvis er beskrevet i kapittel 4.2.1.2, delvis også av andre årsaker, som for eksempel et mulig behov for revisjon av 1-fasetransformator. Dessuten ønsker vi å revidere 5 omformerenheter pr. år. Vi forutsetter derfor at kostnader forbundet med hovedrevisjoner vil ligge på ca. 14 mill. kr i starten av analyseperioden, og øke til 17 mill. kr. mot slutten av perioden. Stigning i kostnader antas å være som angitt nedenfor:

år 1997-2001:	14 mill. kr.
år 2002-2003:	14,5 mill. kr.
år 2004-2007:	15 mill. kr.
år 2008-2010:	15,5 mill. kr.
år 2011-2014:	16 mill. kr.
år 2015-2017:	16,5 mill. kr.
år 2018-2022:	17 mill. kr.

I tillegg til det som er nevnt ovenfor kan det komme ekstra kostnader i forbindelse med hovedrevisjoner. Dette er da hovedsakelig kostnader forbundet med hovedtransformator (3-fasetransformator). Disse må muligens etter hvert få en grundigere gjennomgang av bl.a. gjennomføringer, skap, hjelpeutrustning m.m. samt eventuelt

rustbehandling av vogn. Dette arbeidet er det ikke gjort kostnadsanslag på, da det er usikkert med tanke på behov og eventuelt omfang.

4.2.1.4 Daglig drift

De fortløpende driftsoppgavene sorterer under denne posten. Dette er arbeidsoppgaver som for eksempel jevnlig ettersyn, feilsøking og feilretting, komponentbytte, mindre revisjoner samt renhold. Dette arbeidet blir utført av det ordinære driftspersonalet i stasjonene.

4.2.1.5 Restverdier ved analyseperiodens utløp

Ved utløpet av analyseperioden vil mange av omformerstasjonene ikke ha noe restverdi, da den teknisk/økonomiske levetiden er løpt ut. For de nye anleggene, samt deler av de ombygde anleggene, vil det være en restverdi da investeringene har en nytte ut over analyseperioden. For beregning av restverdier benyttes lineær avskrivning over 40 års levetid.

4.2.2 Overgang til nytt matesystem, 25 kV, 50 Hz

4.2.2.1 Krav fra elverk/netteiere ved nytt matesystem

Ved en overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem må det forventes strengere krav til det overliggende nettet som forsyner NSBs matestasjoner enn med dagens matesystem. Dette skyldes at det med 25 kV, 50 Hz matesystem kan oppstå forstyrrelser på det overliggende nettet som bl.a.:

- Usymmetri
- Spenningsfluktuasjoner
- Resonnans
- Harmonisk støy

For å få mer oversikt over dette har EFI, Energiforsyningens Forskningsinstitutt utført et kartleggingsarbeide for NSB. Rapport fra EFI finnes som vedlegg 4. Kapittel 4.1.2.1 beskriver hvilke forutsetninger som er tatt ved valg av systemløsning for transformatorstasjonene, og hvilke belastningsforhold vi har antatt vil være typiske for en transformatorstasjon. Flere detaljer omkring systemløsninger er beskrevet nærmere i EFIs rapport, vedlegg 4.

Hovedhensikten med EFIs arbeide var å få kartlagt hvilke krav NSB kan forvente å få fra elverk/netteiere ved bygging av 25 kV, 50 Hz transformatorstasjoner. EFIs arbeide tyder på at NSB ikke vil få problemer med å overholde kravene med tanke på hurtige spenningsvariasjoner. Kravene til maksimalt uttak av usymmetrisk last vil bli vanskelig å overholde for NSB. Når det gjelder krav til maksimalt tillatt andel av overharmoniske, enkeltvis og totalt (THD), er det vanskelig å konkretisere disse direkte mot NSB. Kravene er klare nok, men de er vanskelig å "oversette" til vårt forbruk. Erfaringer fra andre land med 25 kV, 50 Hz matesystem viser at overharmoniske ikke utgjør noe særlig problem, da asynkronmaterieell støyer svært lite. Av

denne årsak velger vi i å se bort fra denne problemstillingen, og forutsetter dermed at det overliggende nettet er stivt nok for den støy som vil bli generert av lokomotiver og annet trekkraftmateriell. Utbalanseringsanlegg, som må bygges der det overliggende nettet for svakt m.h.t. usymmetri, vil også kunne dempe overharmonisk støy.

Hovedkonklusjonen med tanke på krav fra elverk/netteiere vil være rettet mot det usymmetriske lastuttaket en 25 kV, 50 Hz transformatorstasjon vil representere. For NSBs definerte transformatorstasjon vil det kreves en minimums kortslutningsytelse på 750 MVA på overliggende nett. Hvis det ikke er mulig å knytte seg til overliggende nett med så stor korslutningsytelse, må det i tillegg benyttes utbalanseringsutstyr. Best egnet til utbalansering er SVC-anlegg, eller eventuelt å forsterke det overliggende nettet for å øke kortslutningseffekten. For utbalansering av skjevlaster finnes det også andre tekniske løsninger som er beskrevet nærmere i EFIs rapport, vedlegg 4. Disse utbalanseringsteknikkene er uaktuelle da de er kompliserte og anses å være for kostbare. De er også lite hensiktsmessige sammenlignet med SVC-anlegg som kan balansere ut skjevlaster med store variasjoner over tid.

4.2.2.2

Nyinvesteringer

Ved en overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem, må alle omformerstasjoner erstattes med transformatorstasjoner. Før den første banestrekningen skal legges om fra dagens matesystem til 25 kV, 50 Hz system, vil det være påkrevd å foreta enkelte investeringer innenfor dagens matesystem. Disse investeringene er:

- Lillestrøm og Jessheim omformerstasjoner, statiske
- Moss omformerstasjon, statisk
- Stavne omformerstasjon, statisk, ferdigstilt 1997
- Leivoll omformerstasjon, roterende, midlertidig
- Egersund omformerstasjon, statisk

Disse investeringene er under planlegging i dag, og er påkrevd for å opprettholde trafikken på Gardermobanen, samt på de deler av andre banestrekninger som i dag har de største driftsproblemene med svak strømforsyning.

Et 25 kV, 50 Hz matesystem må drives med seksjonert drift, og av den grunn må transformatorstasjonene plasseres tettere. Antall transformatorstasjoner vil bli større enn antall omformerstasjoner. Hele NSBs matesystem må bygges opp igjen fra bunnen. Det er blitt utført et arbeide av NSB Bane, Ingeniørtjenesten som i hovedtrekk er en grov plan for plassering og dimensjonering av transformatorstasjoner langs dagens elektrifiserte jernbanenett. Se vedlegg 5 som er en liste over alle transformatorstasjonene. Vedlegg 6 er en kartskisse som viser plasseringen av de nye transformatorstasjonene. Arbeidet er utført etter de forutsetninger som er beskrevet i kapittel 4.1.2.2. Resultater fra EFIs arbeide er også innarbeidet, slik at behovet for

utbalansering av skjevlaster er tatt med i de transformatorstasjonene det er påkrevd.

I dette arbeidet er også behovet for bygging av overføringslinjer fram til NSBs nye transformatorstasjoner tatt med. Det er skaffet til veie data for det overliggende nettet og kortslutningsytelser fra Statnett og lokale netteiere. Tilknytningspunkter til det overliggende nett samt nye overføringslinjer fram til NSBs transformatorstasjoner er angitt. Vedlegg 5 gir en oversikt over alle nye transformatorstasjoner med de totale kostnadene lagt inn, da inkludert de nødvendige avgreningspunkter, overføringslinjer, SVC-anlegg for utbalansering og autotransformatorsystem der det kreves. Vedlegg 9 gir en nærmere beskrivelse av hvordan tilknytning til det overliggende nett utføres, samt kostnader forbundet med nettilknytning.

Denne nye modellen består av 57 transformatorstasjoner, derav 49 med SVC-anlegg for utbalansering av skjevlaster. Til forsyning av transformatorstasjonene må det bygges 67 km overføringslinjer, 47 km 132 kV ledning og 20 km 66/50 kV ledning.

Nedenfor er hver banestrekning kort beskrevet med plassering av transformatorstasjoner.

Plassering av transformatorstasjoner og dødseksjoner

Ved plassering av transformatorstasjoner er det tatt hensyn til:

- Ønsket avstand mellom transformatorstasjonene på 40 km.
- Tilgjengelige overføringslinjer og effekt.
- Mulighet for plassering av dødseksjoner, ved hver matestasjon og midt mellom matestasjonene.
- Ønske om å ha transformatorstasjoner i knutepunkt som f.eks. Lillestrøm, Ski, Drammen o.s.v.

Plassering av transformatorstasjoner er vist på skisse, vedlegg 6.

"Oslo-gryta"

Av hensyn til hensiktsmessig plassering av dødseksjoner bør Oslo S stasjonsområde normalt forsynes av én transformator. Dødseksjoner er da plassert i Oslotunnelen, i Gamlebyen og utenfor Loenga. I utgangspunktet vurderte en det som gunstig å ha én større transformatorstasjon i knutepunktet Oslo. Dette ble utelatt på grunn av mangelfull installert tilgjengelig effekt i nærheten av Oslo S. I stedet er det valgt å legge en tyngre transformatorstasjon (2x13 MVA) på Skøyen som normalt vil mate Oslo S stasjonsområde.

Installert ytelse i "Oslo-gryta" er tenkt som følger:

- Asker: 2x7,5 MVA
- Skøyen: 2x13 MVA (1)
- Alnabru: 13+7,5 MVA (2)
- Lillestrøm: 3x13 MVA
- Holmlia: 13+7,5 MVA (3)
- Nittedal: 2x7,5 MVA (4)

I parentes bak de enkelte transformatorstasjonene er angitt prioriteringsrekkefølgen for mating av stasjonsområdet Oslo S. Disse transformatorstasjonene må dermed ha egne linjefelt for å forsyne Oslo S. Skal Nittedal forsyne Oslo S medfører det restriksjoner på trafikken. Samlet installert ytelse vil med dette være 123 MVA, mot 119,4 MVA i dag (inkl. 3x14 MVA på Lillestrøm som følge av Gardermobanen og 2x10 MVA på Alnabru).

Dovrebanen

Lillestrøm, Jessheim og Minnesund er karakterisert som viktige knutepunkt med stor belastning, og det var derfor naturlig å legge større transformatorstasjoner her. På banestrekningen videre nordover plasseres matesstasjonene med ca. 40 km avstand. Unntaket er stasjonene Tretten, Ringebu og Harpefoss med kun 46 km mellom Tretten og Harpefoss. Det vil være en teknisk/økonomisk vurdering om det bør være transformatorstasjon på Ringebu, eller om strekningen bør dekkes av autotransformatorer. I dette tilfellet ble Harpefoss vurdert som såpass svak ($S_{\min} = 100$ MVA) at det synes mest gunstig å ha en ekstra stasjon ved Ringebu. Ved feilsituasjoner skal det være mulig å mate forbi en transformatorstasjon. Når det overliggende nettet er så svakt som i dette tilfellet, bør transformatorstasjonene ligge tett.

Kongsvingerbanen

Transformatorstasjonene er plassert med omlag 40 km innbyrdes avstand. Det er også plassert en transformatorstasjon ved Magnor, som er ganske nærme grensen. Om denne bør være på 2x7,5 MVA eller om 1x7,5 MVA er tilstrekkelig er et ganske åpent spørsmål. I denne vurderingen er den satt til 2x7,5 MVA.

Gjøvikbanen

Det er plassert transformatorstasjoner ved Nittedal, Lunner og Raufoss. Nittedal mater 20 km inn mot Oslo S og 20 km mot Lunner. Lunner mater mot Nittedal, Hønefoss og Raufoss. Avstanden mellom Lunner og Raufoss er omlag 50 km. Det er valgt å ikke legge inn autotransformatorer på strekningen ettersom belastningen på banen er relativt liten.

Østfoldbanen

Det er valgt å legge relativt stor installert effekt (28 MVA) på strekningen Oslo - Ski ettersom dette er en hardt belastet banestrekning med dobbeltspor. Ski og Sarpsborg/Skjeberg er

knutepunkter for østre og vestre linje, og er derfor gitt 3x7,5 MVA installert effekt. Kambo transformatorstasjon har fått økt installert ytelse (7,5+13 MVA) ettersom denne er tenkt å mate autotransformatorer i 30-40 km sydover mot Sarpsborg. Autotransformatorer plasseres omlag 5, 15, 25 og 35 km fra transformatorstasjonen.

Generelt er det overliggende nettet i Østfold relativt lite utbygget og med lave kortslutningsytelser, noe som vanskeliggjør oppbyggingen av et optimalt matesystem.

Sørlandsbanen

Det er valgt å legge relativt stor installert effekt (56 MVA) på strekningen Oslo - Drammen ettersom dette er en hardt belastet banestrekning med dobbeltspor. Skøyen skal i tillegg normalt mate Oslo S stasjonsområde. Asker, Drammen og Nordagutu er knutepunkter, og vil mate i 3 retninger. Skollenborg, Leivoll og Ganddal transformatorstasjoner har fått økt installert ytelse (20,5 MVA) ettersom disse skal mate med autotransformatorer i én retning hver. Mellom Vennesla og Krossen transformatorstasjoner ligger Kristiansand S. For å sikre forsyningen til Kristiansand stasjon er disse 2 transformatorstasjonene kommet noe tett (18 km).

Vestfoldbanen

Vestfoldbanen vil få gode mateforhold med transformatorstasjoner for hver 40. km. Drammen og Nordagutu transformatorstasjoner er knutepunkter som også vil mate Vestfoldbanen.

Bergensbanen

På Bergensbanen er det lange strekninger med mye stigning/fall. Det er derfor begrenset hvor man kan plassere dødseksjoner på denne strekningen. Dette er særlig problematisk mellom Finse og Voss. Finsetunnellen - Voss har et fall på 1185 m over 71 km, og fallet er bortimot sammenhengende. Fallet på denne strekningen er for det meste 18 ‰. Mellom Haugastøl og Mjølfjell er derfor strømtilførselen basert på autotransformatorer.

På Bergensbanen er heller ikke tilgangen på overføringslinjer og installert effekt helt ideell m.h.p. plassering av transformatorstasjoner. Det vil derfor være litt større variasjoner i avstand mellom stasjonene her (28 - 55 km) i forhold til andre banestrekninger.

4.2.2.3

Fornyelser, reinvesteringer, ombygginger

Innenfor analyseperioden forventes det ingen fornyelser og reinvesteringer av matesasjonsanleggene for 25 kV, 50 Hz, utover de anlegg som må bygges for å fullføre en overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem. Men innenfor analyseperioden må man ta høyde for enkelte reinvesteringer og ombygginger av anlegg for 15 kV, 16 2/3 Hz matesystem. Dette vil til en viss grad være de samme som ved en videreføring av dagens matesystem.

Følgende ombygginger og utskiftinger følger planen fra kap. 4.2.1.2 i følgende år:

Omvikling, generatorvikl.: 1997 - 2001

Ombygging apparatvogn: 1997 - 2001

Bytte av O-brytere: 1997 - 2001

Etter år 2001 vil det ikke bli foretatt ombygginger og reinvesteringer på apparatvogn, transformatorvogn samt omvikling av generatorviklinger.

Ved en overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem, vil det ikke bli foretatt reinvesteringer av fast stasjonsutrustning. (15 kV anlegg, matekabler, kontrollanlegg m.m.).

Det må forventes økte feil og havarier, for eksempel bryterhavarier, som følge av uteblitte reinvesteringer. Vi forutsetter derfor økte vedlikeholdsutgifter i perioden 1997 - 2006 på kroner 500.000 pr. år. Fra og med 2007 vil de første strekningene være omelektrifisert, og vi regner da med at disse økte utgiftene vil forsvinne da man kan bruke reservedeler fra nedlagte stasjoner og aggregater.

4.2.2.4 Periodisk vedlikehold

Med 25 kV, 50 Hz matesystem vil det innenfor analyseperioden ikke bli behov for periodisk vedlikehold på samme måte som ved videreføring av dagens matesystem (hovedrevisjoner).

Ved en overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem skal alle hovedrevisjoner gå som planlagt for videreføring av dagens system fram til og med år 2001, d.v.s. med en kostnad på kr 14 mill pr. år. Deretter skal kostnader for hovedrevisjoner fra år til år være:

2002: 10 mill. kr

2003: 8 mill. kr

2004: 6 mill. kr

2005: 4 mill. kr

2006: 2 mill. kr

Etter år 2006 forventes ingen hovedrevisjoner på roterende omformere.

4.2.2.5 Daglig drift

De fortløpende driftsoppgavene sorterer under denne posten. Dette er arbeidsoppgaver som for eksempel jevnlig ettersyn, feilsøking og feilretting, komponentbytte, mindre revisjoner samt renhold.

4.2.2.6 Restverdier ved analyseperiodens utløp

Ved utløpet av analyseperioden vil alle transformatorstasjonene ha en restverdi. Siden den teknisk/økonomiske levetiden ikke har løpt ut, vil investeringene ha nytte ut over analyseperioden. For beregning av restverdier benyttes lineær avskrivning over 40 års levetid.

Ved utløpet av analyseperioden vil de nye statiske omformerstasjonene som uansett må bygges, ha en restverdi. Denne restverdien kan man ikke nyttiggjøre seg i stor grad, da dette er anlegg for mating av 15 kV, 16 2/3 Hz. Vi har vurdert muligheten for å bygge om de statiske omformerne, slik at de kan mate ut 25 kV, 50 Hz energi. En slik ombygging vil trolig medføre:

- Bytting av 1-fasetransformator eller eventuelt sette inn en mellomtransformator, 15/25 kV
- Bygging av nye 1-fasefilter
- Skifte deler av, eller hele mellomleddsfilteret
- Mulige endringer også på 3-fasefilteret
- Ombygging av styrings- og reguleringsutrustning for vekselretter
- Bygging av nytt 25 kV koblingsanlegg med relévern og styringsautomatikk
- Ombyggingsarbeider midt inne i et anlegg som hele tiden skal være i drift for 16 2/3 Hz

Dette vil bli så store ombyggingsarbeider, at vi mener det vil falle rimeligere ut å bygge nye transformatorstasjoner. Bare mer detaljerte undersøkelser vil gi svar på om dette kan være lønnsomt. Restverdien settes derfor til 5 mill. kroner pr. statisk omformerstasjon, ut fra en antatt salgsverdi av deler og komponenter til Banverket.

Restverdien på avviklede roterende omformerstasjoner settes lik 0. Dette betyr at inntektene man eventuelt kan forvente å få på anleggene, i sin helhet vil gå med til nedbygging og avvikling av anleggene.

4.3 Ikke-tallfestede gevinster/kostnader ved overgang til 25 kV, 50 Hz
I forbindelse med dette prosjektarbeidet har det vist seg at det er en del aspekter som kan ha betydning for kostnadene, men som det er vanskelig å tallfeste. Disse aspektene er beskrevet i delkapitlene nedenfor.

4.3.1 Miljøaspekt

Ved bygging av høyspent overføringslinjer må man være forberedt på konflikter med naturverninteresser, spesielt på høyfjellstrekninger og i tettbygde strøk. Dette kan bli et problem som gir seg utslag i negativ omtale av NSB, og krav om legging av kabel på deler av strekningen. Slike ekstrakostnader er ikke tatt med i vårt regnestykke. Til NSBs forsvar ved en slik mulig konflikt, må det tas med at elektrifisering med 25 kV, 50 Hz totalt vil føre til lavere overføringstap fram til forbruker (lok), noe som for seg selv gir en miljøgevinst.

4.3.2 Redusert bruk av regenerativ bremsing

Med 25 kV, 50 Hz matesystem vil kontaktledningsanlegget normalt være oppseksjonert. Dette betyr at det ikke vil være samkjøring

mellom nabotransformatorstasjoner. Hver matestasjon har 2 transformatorer som forsyner i hver sin retning. Hver transformator vil derfor mate ut på en ca. 20 km lang strekning. Spenningen vil være relativt høy på disse strekningene, så ved regenerativ bremsing vil spenningen gå fortere "i taket". I tillegg vil et oppseksjonert jernbanenett ikke ha muligheten til å transportere bremseenergien over lengre strekninger, og det blir færre tog som kan ta opp bremseeffekten. Større andeler av bremseenergien vil sannsynligvis flyte tilbake til det overliggende nettet enn med dagens matesystem. Dette er energi NSB i dag ikke får betalt for. Et slikt tap av bremseenergi er ikke forsøkt tallfestet i denne rapporten, men man skal være oppmerksom på at dette fører til noe høyere tap i 25 kV, 50 Hz matesystemet enn det som er beregnet i vedlegg 3.

4.3.3 Elkraftsentral, tilpasninger

I forbindelse med omlegging til 25 kV, 50 Hz matesystem må det gjøres utvidelser i elkraftsentralene. En modernisering av elkraftsentralene vil bli gjort uansett framtidig matesystem. Usikkerheten ligger på den utvidelsen av kapasitet som må til i en periode før og under omleggingen. I de siste månedene før og under omleggingen må elkraftsentralene i tillegg til å styre alle kontaktledningsbryterne kunne styre både de gamle omformerstasjonene og de nye transformatorstasjonene innenfor sitt styringsområde. Dette er kostnader som ikke er tatt med i dette prosjektet. I og med at elkraftsentralene må moderniseres uansett, vil denne ekstrakostnaden neppe få stor betydning.

4.3.4 Gjenbruk av fjellhaller til 25 kV, 50 Hz transformatorstasjoner

Ved prissetting av nye transformatorstasjoner er det tatt utgangspunkt i å bygge anlegg i friluft. Det kan være aktuelt å plassere nye transformatorstasjoner i dagens fjellhaller for omformerstasjoner, men det vil neppe gi særlige utslag på kostnadstallene.

4.3.5 Kraftpris og overføringskostnader

I forbindelse med elektrifisering med 25 kV, 50 Hz vil NSBs lastuttak få en annen karakter enn tidligere. I alle transformatorstasjoner uten SVC-anlegg vil lastuttaket være usymmetrisk mellom en eller to faser, mens det i dagens omformerstasjoner er et symmetrisk 3-fase lastuttak. Det er vanskelig å forutsi om selve kraftprisen vil endre seg p.g.a. usymmetrisk uttak. Følsomhetsanalyse m.h.t. kraftpris er gjennomført, se delrapport for Konsernavklaringer kap. 3.4.2.

Med 25 kV, 50 Hz matesystem vil flere av NSBs matestasjoner knytte seg til det overliggende nettet på et høyere spenningsnivå enn med dagens matesystem. Dette vil gi en lavere effektavgift i overføringstariffen. Denne besparelsen i effektavgiften antas å bli oppveid av at NSB vil få flere tilknytningspunkter, og av økte overføringstariffer grunnet felleie som beskrevet i vedlegg 9.

Dagens matesystem med roterende omformere virker stabiliserende

på det overliggende nettet fordi 3-fase-moterene i tillegg til å være et symmetrisk lastuttak, også kan opprettholde spenningen ved å mate reaktiv effekt tilbake på det overliggende nett et. De statiske omformerne NSB har, og kommer til å få på Gardermobanen, har også til en viss grad den samme virkningen. Her kan man ikke regulere den utmatede reaktive effekten, men ved lave lastuttak vil også disse omformerstasjonene mate tilbake reaktiv effekt.

Transformatorstasjoner for 25 kV, 50 Hz matesystem vil ikke i noen tilfeller ha denne stabiliserende virkningen. I tillegg vil en reaktiv loklast føre til et reaktivt lastuttak i transformatorstasjonen. Dette er ulemper vi ikke har forsøkt å tallfeste i denne sammenhengen. Konklusjonen på alt dette blir at vi forutsetter den samme totale kraftpris uansett hvilket matesystem NSB benytter. Med total kraftprismenes pris for både kraft og overføring.

4.3.6 Switchetap i SVC-anlegg

SVC-anlegg er utbalanseringsanlegg der hovedkomponentene består av kondensatorer og reaktorer. For å kunne utbalansere et lastuttak som varierer over tid, må dette utstyret kunne reguleres og kobles ut og inn med høy hastighet. Dette krever et hurtig kraftelektronikkbasert reguleringsutstyr som forenklet sett kan sammenlignes med deler av utstyret i en statisk omformerstasjon. Dette utstyret vil ha switchetap i tyristorene, med vi har ikke greid å tallfeste disse tapene. Av den årsak har vi regnet med samme tap i alle transformatorstasjoner.

4.3.7

Lavere enhetspriser på komponenter i rullende materiell

Når det nye matesystemet er etablert vil enhetsprisene på komponenter i ensystemsmateriell for 25 kV, 50 Hz bli lavere enn komponenter i dagens ensystemsmateriell for 15 kV, 16 2/3 Hz. En viss vektreduksjon kan også forventes på ensystem 25 kV, 50 Hz materiell i forhold til dagens materiell. Referanse [11] nevner også dette innsparingspotensialet. Denne rapporten ser kun på tidsperioden 1997 - 2022, som vil si omleggingsperioden samt 5 år med normal drift av nytt system. Innenfor denne analyseperioden vil det ikke ligge inntjening i nytt materiell, da det vil være behov for tosystemsmateriell fram til år 2017. Hvis man derimot hadde sett på en lenger analyseperiode, kunne besparelser innenfor rullende materiell vært mulig.

4.3.8

Lavere enhetspriser på matestasjonsanlegg

Når det nye matesystemet er etablert vil enhetsprisen på nye matestasjonsanlegg være lavere enn enhetsprisen på anlegg for dagens matesystem. Ved behov for å utvide kapasiteten i framtiden, vil det bli billigere med 25 kV, 50 Hz matesystem enn med dagens system. Reservedeler vil også bli noe billigere med nytt matesystem. Denne inntjeningsmuligheten er ikke blitt økonomisk verdsatt i denne rapporten.

4.3.9

Billigere nyelektrifisering

Hvis dagens dieseldrevne banestrekninger i framtiden skal

elektrifiseres, vil det bli billigere med 25 kV, 50 Hz matesystem enn med dagens matesystem. Sparepotensialet er ikke beregnet i dette prosjektet. Ved en videreføring av dagens matesystem er det heller ikke sagt at man ved nyelektrifisering kun vurderer dagens matesystem på de nye strekningene.

4.3.10

Generell standardheving av matesystemet

Ved en overgang til 25 kV, 50 Hz vil matestasjonsanleggene totalt sett få økt installert ytelse og en høyere standard enn ved videreføring av dagens system. Anleggene vil i gjennomsnitt ha en mye lavere alder, og dessuten vil anleggskomponentene være enklere og mer robuste. Det vil ikke finnes roterende deler og komponenter som krever mye oppfølging forbundet med smøring/olje og børsteoverføringer. Det er blitt satt pris på investeringer, drift- og vedlikeholdskostnader samt restverdier ved analyseperiodens utløp, med det er ikke blitt satt en pris på de fordeler man har på grunn av den generelle standardhevingen på matestasjonsanleggene.

4.4

Tidligere rapporter

4.4.1

" 25 kV 50 Hz matesystem ved Norges Statsbaner, Grov Plan", januar 1993 NSB Divisjonsstab Bane - Teknisk kontor.

Rapporten har andre forutsetninger enn denne rapporten, og kan derfor ikke sammenlignes direkte. Ved videreføring av dagens matesystem ser den på en total reinvestering av dagens matesystem, med enten roterende eller statisk teknikk, mens denne rapporten ser på delvis reinvesteringer samt ombygginger på mye av dagens anlegg. I tillegg er kostnader for kontaktledningsanlegg og matestasjonsanlegg slått sammen, mens denne rapporten skiller på disse kostnadene.

4.4.2

"Conversion to 25 kV 50 Hz electrification", mai 1993 Transmark.

Transmark har en analyseperiode på 40 år, i motsetning til denne rapporten som har 25 år. Det medfører bla. at de årlige besparelsene i energitap får mindre betydning i denne rapporten.

Ved videreføring av dagens system (det Transmark kaller: "do minimum case") baserer man seg på å erstatte de fleste av dagens matestasjoner med roterende omformere med matestasjoner med statiske omformere. Alle matestasjoner er da tenkt installert med 2X14 MVA ytelse. I denne rapporten er det antatt en komplett utskifting av den faste stasjonsutrustningen i de eksisterende matestasjonene med roterende omformere. I tillegg kommer forsterkning av strømforsyningen i form nye matestasjoner med statiske omformere. De nye matestasjonene er da tenkt installert hovedsakelig i to varianter avhengig av effektbehov: 2x6 MVA og 2x14 MVA.

Transmark har antatt at lengden på overføringslinjer mellom det overliggende nett og transformatorstasjonene vil bli så korte at de

inngår i usikkerhetsrammen man opererer med ($\pm 25\%$). I denne rapporten er disse kostnadene medregnet.

Transmark har beregnet at 7 transformatorstasjoner skulle være tilstrekkelig for å forsyne strekningen Nordagutu - Stavanger. Det gir en gjennomsnittlig avstand mellom transformatorstasjonene på 64,7 km. I denne rapporten har vi beregnet 11 transformatorstasjoner, hvilket gir en gjennomsnittlig avstand på 41,2 km. I tillegg skal, som sagt, autotransformatorer benyttes p.g.a. manglende tilgang på trefasekraft med tilstrekkelig kortslutningsytelse.

Transmark har ikke med kostnader for matestasjoner i sikringsklasse 1, slik denne rapporten har. I tillegg er "våre" priser for innmaten i transformatorstasjoner noe høyere, da vi har benyttet et gjennomsnitt av både Transmarks priser, erfaringspriser fra andre jernbaneforvaltninger samt budsjettpriser fra en leverandør.

Transmarks rapport baserer seg på en øvre grense for tillatt ubalanse i overliggende nett på 2 %, mens denne rapporten går ut fra 1 % som øvre grense. Dette er tall EFI har anbefalt i sin rapport, vedlegg 4. Dette har igjen konsekvenser for behovet for utbalanseringsanlegg i transformatorstasjonene. Transmarks rapport har delvis mangelfulle opplysninger om kortslutningseffekter i overliggende nett, og sammen med en høyere toleransegrense førte dette til at det ikke er kalkulert med utbalanseringsanlegg for utbalansering av skjevlaste. Denne rapporten har med sin lavere toleransegrense for usymmetri samt nærmere undersøkelser av hvert enkelt tilknytningspunkt med tanke på kortslutningseffekter, kommet fram til at det er behov for utbalanseringsanlegg i 49 av 57 transformatorstasjoner. Dette gir et stort avvik på kostnadssiden ved sammenligning av de to rapportene.

Transmarks rapport har ikke tatt med kostnader på omformerstasjoner for 15 kV, 16 2/3 Hz som må bygges, eller som allerede er under bygging, selv om det blir vedtatt å gå over til 25 kV, 50 Hz matesystem. Dette er omformertasjoner som må legges ned før levetiden har gått ut.

4.4.3 "NSB banestrømforsyning - Eventuell overgang til 25 kV, 50 Hz", september 1993 EFI.

Rapporten er en kvalitetssikring av Transmarks rapport og bygger på de samme forutsetninger som den. Dermed er heller ikke de økonomiske beregningene direkte sammenlignbare med denne rapporten.

EFI har antatt behov for 9 transformatorstasjoner og ingen autotransformatorer mellom Nordagutu og Stavanger, mens denne rapport beregner 11 transformatorstasjoner samt autotransformatorer.

EFI har i forbindelse med overføringslinjer fra overliggende nett ikke medregnet kostnader for arealer.

EFI har regnet med en midlere lengde for overføringslinje fra

overliggende nett til transformatorstasjon på 30 km. Denne rapporten har avdekket et behov på totalt 67 km overføringslinje fordelt på 57 transformatorstasjoner hvilket gir en midlere lengde på 1,2 km. EFI har ikke med kostnader for matestasjoner i sikringsklasse 1, slik denne rapporten har.

EFI påpeker at prisen på elektrisk kraft vil stige for NSBs vedkommende, når man går over til et matesystem som forbruker reaktiv effekt. Denne rapporten har ikke regnet med en slik prisøkning fordi utbalanseringsutstyret anses å kunne kompensere det reaktive effektforbruket.

- 4.4.4 "En beslutning om omlegging av NSBs strømforsyningssystem krever videre utredning ", september 1993 McKinsey Company.
Denne rapporten tar ikke for seg matestasjoner og matestasjonsanlegg, og er derfor ikke kommentert her.
- 4.4.5 "25 kV, 50 Hz matesystem ved Norges Statsbaner", mars 1994 NSB
Rapporten er en oppsummering av resultatene i de ovenfor nevnte rapportene, og omtaler ikke dette kapitlets innhold i detalj.

5. MEKANISKE OG ELEKTRISKE KONSTRUKSJONSENDRINGER I KONTAKTLEDNINGSSANLEGG.

5.1 Innledning

Ved overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem stilles nye krav til mekaniske og elektriske komponenter.

De mekaniske konstruksjonsendringene i kontaktledningsanleggene er knyttet til behovet for økte isolasjonsavstander. IEC 913 spesifiserer følgende mekaniske isolasjonsavstander mellom spenningsførende deler og omgivelsene (jord):

dagens system	15 kV	250 mm
nytt system	25 kV	270 mm

Kravene som stilles til dagens system er forøvrig ikke oppfylt i alle NSBs tunneler i dag.

I fremtiden kommer NSB til å bygge kontaktledningssystemene system 20 og system 25 som med en strømvtager tillater hastigheter på h.h.v. 200 og 250 km/h.

Elektriske konstruksjonsendringer knytter seg til elektrisk holdfasthet for materialer og komponenter samt nye tekniske løsninger for strømforsyning som følge av annet system. Visse komponenter, som sugetransformatorer og filterimpedanser, endrer sine impedanser ved økning av frekvensen.

Kostnadene i kl-anleggene for overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem fra kap. 5 er oppsummert banevis i vedlegg 17. Felleskostnader for alle baner er oppsummert i vedlegg 18. Vedlegg 18 inneholder således kostnader fra både kap. 4 og 5. Dessuten er kostnader forbundet med Gardermobanen og Lodalen, som behandles spesielt i forhold til det resterende jernbanenettet, lagt til vedlegg 18.

5.2 Forutsetninger.

Kostnader forbundet med endring av nåværende hastighetsprofiler skal ikke belastes en overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem.

De kostnader som tas opp i denne rapporten er forbundet med de tilleggskostnader den generelle kl-ombyggingen påføres for å bygge tilstrekkelig isolasjonsavstand i anleggene for 25 kV. Det vil si at kostnader forbundet med innkjøp/innleie av ekstra revisjonsvogner, maskiner og mannskaper tilfaller den generelle kl-ombyggingen.

Kostnader forbundet med prosjektering av ulike typer anlegg er ikke medregnet. Begrunnelsen for det er at prosjektering av anleggene må gjøres uansett hvilket matesystem man har.

Gardermobanen er forberedt for 25 kV, 50 Hz matesystem m.h.t.

mekaniske krav.

Det er forutsatt at behovet for forsterkningsledning bortfaller p.g.a. mindre avstand mellom inmatningspunktene ved 25 kV, 50 Hz matesystem.

Vedlikeholdskostnader for autotransformatorer inngår i vedlikeholdskostnaden for matende transformatorstasjoner, se kap. 4.2.2.5.

Gardermobanen er forberedt for 25 kV, 50 Hz matesystem m.h.t. elektriske krav bortsett fra 1 fase matekabler og sugetransformatorer som er isolert for dagens system. Kablene byttes ved bygging av nye transformatorstasjoner og kostnadene forbundet med matekabler inngår i de nye transformatorstasjonene. For øvrige forutsetninger se kap. 3.2.

5.3 Mekaniske konstruksjonsendringer i kontaktledningsanlegg.
Mekaniske konstruksjonsendringer som følge av høyere systemspenning på kl-anleggene må vurderes for henholdsvis tunneler, bruer og fri linje. Mekaniske konstruksjonsendringene gjennomføres samtidig med kl-ombyggingen der ikke annet er sagt.

5.3.1 Bakgrunnsmateriale

Tallmateriale og underlag er innhentet på følgende måte:

- a) data over tunneler og bruer er hentet fra Banedatabanken
- b) type brukonstruksjon for fagverksbruer er gitt av NSB Bane, Ingeniørtjenesten
- c) maskin-, mannskaps-, og materialbehov i forbindelse med sviltebytte utarbeidet i samråd med Baneservice
- d) konsekvenser for trafikken ved sviltebytte fra ref. [18]
- e) priser for dobbel kontaktråd beregnet av Banedivisjonsstaben
- f) priser for strømskinne fra anbudsdokumentasjon
- g) priser fra leverandør
- h) erfaringstall fra regionene
- i) koblingsskjema Kristiansand-Stavanger

5.3.2 Mekaniske konstruksjonsendringer i tunneler.

I tunneler anser man at det eksisterer tre tekniske løsninger for å benytte 25 kV, 50 Hz matesystem:

-dispensasjon

dispensasjon innebærer at man tillates å bygge kontaktledningens laveste punkt, målt fra skinneoverkant, under 5 m i tunneler. En dispensasjon innebærer at man, som i dag, ikke underskrider 4,85 m. Dette av hensyn til alle typer rullende materiell. Kontaktledningsanleggene bygges med høyere strekk enn i dag for å klare kravene til dynamisk isolasjonsavstand ved 25 kV på 15 cm. Denne løsningen innebærer ingen endring av hastighetsprofilen, det vil si opp til 200 km/t med en strømvtager.

-dobbel kontakttråd

dobbel kontakttråd innebærer en teknisk løsning der bærelina erstattes med en parallelt løpende kontakttråd til den eksisterende og føres som dobbel kontakttråd gjennom tunnelen. Systemhøyden reduseres fra 350 mm til ca. 50 mm. Dette gir tilstrekkelig isolasjonsnivå. Største tillatte hastighet for dette systemet er i følge leverandører av systemet 80 km/t. Dette vil for en rekke tunneler innebære nedsettelse av hastigheten. Det er ikke regnet trafikkale virkninger p.g.a. de permanente konsekvensene for trafikkavviklingen.

-strømskinne

strømskinne innebærer at man har en stiv skinne festet med støtteisolatorer i tunneltaket. En slik skinne har ingen dynamikk som det må tas hensyn til. Største tillatte hastighet for dette systemet er i følge leverandør av systemet 140 km/t. Det er ikke regnet trafikkale virkninger p.g.a. de store konsekvensene for trafikkavviklingen under anleggsperioden.

Ingen av alternativene legger ytterligere begrensninger på lasteprofil tilsvarende UIC GC, utover de begrensninger som allerede finnes. Tilsvarende vil ingen av alternativene umuliggjøre eller begrense mulighetene for å utvide eksisterende lasteprofil tilsvarende UIC GC. UIC GC er det profil som er satt som standard for europeiske jernbaner m.h.t. lastehøyde og -bredde.

5.3.2.1 Dispensasjon

Denne løsningen innebærer, som sagt, at man får dispensasjon til å avvike kravet om 5 m kontakttrådshøyde i tunneler. Vedrørende isolasjonsavstand mot jord, er det åpnet for at NSB kan la krav til driftssikkerhet avgjøre hvilken isolasjonsavstand som skal benyttes i tunneler. Det understrekes at en dispensasjon kun gjelder i tunneler.

Som nevnt under kap. 5.3.2 skal den dynamiske isolasjonsavstanden ikke underskride 15 cm. Det betyr i praksis at ved togpassering, med maksimal tillatt hastighet for strekningen, skal det fremdeles være 15 cm isolasjonsavstand igjen til omgivelsene (jord). Dynamisk isolasjonsavstand under 15 cm anses øke feilfrekvensen hvilket er uakseptabelt.

Det er i dette arbeidet vurdert at i alle tunneler der kontakttrådshøyden er 4,85 m og lavere må tiltak gjennomføres. Det er stor mangel på data om tunnelenes profiler, og innsamling av data er meget tid- og ressurskrevende. På bakgrunn av informasjon fra banedatabanken viser det seg at det store flertallet av tunnelene hadde kontakttrådshøyde 4,85 m da kl-anleggene var nye. Siden da har sporet vært pakket et flertall ganger. Ved hver pakking løftes sporet noe hvilket har medført at avstanden skinneoverkant - kontakttråd etter hvert har kommet til å underskride kravet på 4,85 m. Der det har vært mulig, har man kompensert dette ved å heve kontaktledningsanlegget, med den

naturlige følge at isolasjonsavstanden mellom kl-anlegg og omgivelsene er redusert. I visse tilfeller er isolasjonsavstanden under dagens krav.

Med bakgrunn i de investeringsmidlene som frem til i dag er bevilget i forbindelse med kl-fornyelse, har det vist seg at de økonomiske rammene blir for snevre i forhold til de tekniske standardene det er ønskelig å nå. Resultatet er at de tekniske løsningene er blitt presset til det ytterste. Med den økonomiske situasjon NSB befinner seg i og en vedvarende svak politisk vilje til å investere i jernbane, anses det som høyst usannsynlig at det under en generell kl-ombygging vil finnes midler som rommer en utvidelse av tunnelverrsnittene (strossing). Det forutsettes at penger ikke vil bli bevilget til utvidelse av tunnelverrsnittene før den tverrfaglige nytten og den økonomiske gevinsten, som følge av økte hastigheter og utbedring av diskontinuiteter i sporets elastisitet, blir belyst. (Diskontinuitet i sporets elastisitet er et resultat av den sprengningsteknikken som blir benyttet og konsekvensene er økt slitasje på skinnegang, hjul, boggier og fjærer.)

Med bakgrunn i dette antas det at nye kl-anlegg i tunneler ved ombygging vil gi tilstrekkelig m.h.t. isolasjonsavstand. Men midler til å øke isolasjonsavstanden ved hjelp av strossing vil, som sagt, ikke kunne regnes med. Strossing innebærer meget tunge inngrep i tunnelene og har dessuten store konsekvenser for trafikken.

Den løsning som gjenstår er å bytte til bøkesviller med NABLA skinnebefestigelse. NSB har erfaring med denne løsningen fra to tunneler på Sørlandsbanen: Hægebostad og Kvinesheitunnelen. I begge disse tunnelene har man i tillegg gjennomført ballastrensing i forkant av svillebytte.

Løsningen gjør det mulig å opprettholde kravet, gitt i dispensasjonen, til minste kontakttrådhøyde ved 25 kV, 50 Hz matesystem. Bytte av sviller gir en gevinst på 5 cm, som anses tilstrekkelig. Man får i tillegg 3 cm utover de 2 cm som kreves, hvilket gir en viss margin ved fremtidig pakking av sporet. Denne løsningen krever at kun skinneprofil UIC54 benyttes hvilket tilsvarer ovebygningsklasse c, det vil si 18 tonn for persontog ved maksimalt 160 km/t og 18 tonn for godstog ved maksimalt 100 km/t. Se vedlegg 14 for overbygningsklasser med tilhørende aksellaster.

I forhold til dagens spor vil imidlertid omlegging til bøkesviller med Nabla skinnebefestigelse innebære en forbedring m.h.t. aksellast i svært mange tunneler. Ingen tunneler vil få reduksjon i maksimal tillatt aksellast i.o.m. denne løsning er like god eller bedre enn det eksisterende. Det vil si at man i tunnelene opprettholder overbygningsklasse b eller går over til overbygningsklasse c i de tunneler svillebytte gjennomføres, se vedlegg 14.

Av hensyn til isolasjonsavstand i tunneltaket er man er låst til skinneprofil UIC 54. Det presiseres at dersom man skal bygge overbygningsklasser

som tillater lik og høyere aksellast over hele landet, må mange tunneler utvides m.h.t. lastprofilen.

Bøkesvillene har lavere byggehøyde og NABLA skinnebefestigelsene freses ned i svillene, se figur 5.1. Utskifting til nye bøkesviller vil dessuten innebære en forbedring av sporets elastisitet ved lav ballasthøyde.

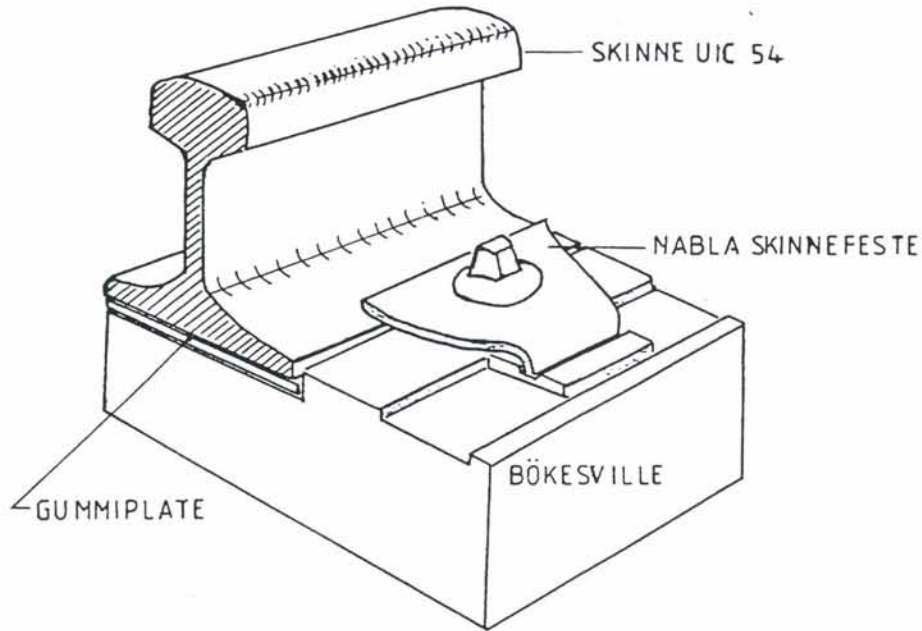


Fig. 5.1. Bøkesville med NABLA skinnebefestigelse.

Omlagingsmønsteret for bytte av sviller må følge kl-ombyggingen i størst mulig grad m.h.t. belegging av spor. Det er fra trafikens side ikke ønskelig at sviller byttes det ene året mens kl-anleggene bygges om det neste.

Erfaringene og beskrivelse av arbeidene fra Kvinesheia er oppsummert i ref. [17] og [18]. Referanse [18] danner grunnlaget for kostnadsberegningene i denne rapporten. En annen teknikk for å bytte sviller, er traktor med såkalt Hamarskjær. Det er her kun beregnet priser for bruk av sporombyggingstoget (spot). Dette fordi fremdriften er best med denne, og konskvensene for trafikkavviklingen blir minst mulig. Dessuten er pris pr. lagt sville lavere ved bruk av spot. Naturligvis vil det være mest hensiktsmessig, og i visse tilfeller, billigere å benytte traktor.

Kostnader forbundet med bytte av sviller i tunneler er beregnet å bli 1240 kr/m. I vedlegg 15 finnes oppstilling over materiell-, maskin-, og mannskapsbehov. Pakkemaskin er tenkt benyttet slik at hastighetsnedsettelse kan oppheves så fort som mulig. Dette beløp omfatter alt arbeid og materiell. Fremdriften for spot antas i gjennomsnitt å bli 900 sviller pr. døgn. Trafikken kan avvikles som normalt bortsett fra

nedsatt hastighet i den tunnel svillebytte foregår. Det vises i [18] til beregninger for forsinkelser i trafikken som følge av svillebytte. I gjennomsnitt antas forsinkelsene å bli 1 min. for alle ordinære tog pr. 1000 m tunnel som er under ombygging. Denne forsinkelsen er betraktet som en gjennomsnittsverdi og er benyttet for hele landet.

Tabell 5.1 viser hvor mange døgn man trenger arbeidsdispensasjon på de ulike strekningene og hvilke forsinkelser som påføres trafikken.

Svillebytte må ligge i forkant av ombygging av kl-anleggene fordi kl-høyden justeres i forhold til skinneoverkant. Derfor er det ikke 100% samsvar mellom tabell 3.1 og 5.1 m.h.t. strekninger under ombygging og årstall.

Strekning:	År	Meter tunnel	Anleggstid	Forsinkelse
Stavanger-Orrestad	1997	3 806	9 døgn	33 s
Orrestad-Breilid tunnel	1998	19 554	44 døgn	32 s
Breilid tunnel - Oggevatn	1999	10 847	25 døgn	33 s
Oggevatn - Gjerstad	2000	1 941	5 døgn	29 s
Gjerstad - Nordagutu	2001	5 145	12 døgn	31 s
Bergen - Urdland	2002	30 980	69 døgn	32 s
Urdland - Ustaoset	2003	47 373	106 døgn	33 s
Ustaoset - Bergheim	2004	2 033	5 døgn	30 s
Bergheim - Hønefoss	2005	4 861	11 døgn	33 s
Trondheim - Ulsberg	2006	1 881	5 døgn	29 s
Ulsberg - Fokstua	2007	5 190	12 døgn	31 s
Fokstua - Hundorp	2008	1 529	4 døgn	31 s
Hundorp - Moelv	2009	332	3 døgn	20 s
Moelv - Eidsvoll	2010	194	3 døgn	12 s
Nordagutu-Skien Skien - Drammen	2011	5 330 4 349	12 døgn 10 døgn	32 s 29 s
Grefsen - Roa - Gjøvik Roa - Hønefoss	2012	901 345	5 døgn 2 døgn	27 s 21 s
Oslo - Ski Ski - Moss Moss - Sarpsborg Sarpsborg - Kornsjø Ski - Mysen - Sarpsborg	2013	578 95 191 638 257	16 timer 4 timer 2 døgn 2 døgn 2 døgn	Enk. spordrift " 12 s 39 s 16 s
Lillestrøm - Eidsvoll Oslo - Asker	2014	448 4 778	2 døgn 80 timer	27 s Enk. spordrift

Tabell 5.1. Forsinkelser som følge av svillebytte.

Antall døgn med nedsatt hastighet overstiger beregnet antall døgn med anleggsarbeide med 20%. Dette fordi maskinstopp vil komme til å skje

slik at arbeidsdispensasjonene ikke kan utnyttes 100%. I tillegg kan ikke hastigheten settes opp til normal hastighet umiddelbart etter avsluttet sviltebytte.

På dobbelsporstrekninger innebærer arbeidene enkeltsporet drift gjennom den enkelte tunnel. Kolonnen "Forsinkelse" i tabell 5.1 angir antall sekunder alle ordinære tog forsinkes med på strekningen e.v.t. om enkeltspordrift kreves gjennom tunneler på dobbelsporstrekninger. I sentralt beliggende tunneler vil arbeidene foregå nattetid.

5.3.2.2 Dobbel kontakttråd

Denne løsningen kan benyttes for tunneler, snøoverbygg og løsmassetunneler.

I vedlegg 16 finnes kostnadsberegningen av dette alternativet. Følgende tallmateriale ligger til grunn for kostnadsberegning for bygging av kontaktledning gjennom tunnel. Prisen pr. meter dobbel kontakttråd gjennom tunneler er beregnet til 1000 kr. Sik-sak-føring av kontakttråden medfører at det på enkelte punkter vil være et behov for nisjesprengning. Kostnader for dette er medregnet i prisen for dobbel kontakttråd.

Pris pr. meter kl-anlegg i tunnel med konvensjonell løsning (med 15 kV systemspenning) er oppgitt å være 1600 kr/m. Bygging av dobbel kontakttråd gir dermed en besparelse på 600 kr/m tunnel, men innebærer som sagt en begrensning av kjørehastigheten.

Der denne løsning velges vil permanent hastighetsbegrensning på 80 km/t gjelde. Det vil for mange tunneler innebære en hastighetsnedsettelse hvilket ikke er ønskelig med tanke på nye togtyper som kan utnytte hastighetsprofilen bedre enn dagens materiell.

Kjøretidsberegninger er utført med hastighetsbegrensninger i alle tunneler der kontakttrådshøyden er 4,85 m og lavere, se vedlegg 20.

Under anleggstiden for bygging av dette alternativet påføres ikke trafikken forsinkelser utover det ordinær ombygging av kl-anleggene gjør. Anleggstiden forlenges heller ikke.

5.3.2.3 Strømskinne

Denne løsningen kan benyttes for tunneler, snøoverbygg og løsmassetunneler.

For Tyholtunnelen i Trondheim har man innhentet anbudspriser for elektrifisering med strømskinne. Disse prisene omregnet til 1995-kroner gir en pris på 1600 kr/m og er de eneste kostnadstallene man har for denne løsningen.

Pris pr. meter kl-anlegg i tunnel med konvensjonell løsning er som sagt oppgitt å være 1600 kr. Bygging av strømskinne medfører derfor ingen ekstrakostnader i kr/m tunnel. Fremdriften ved å bygge strømskinne

regnes for å være 160 m/døgn.

Skal denne løsningen benyttes i tunneler som allerede er elektrifisert, krever det bruk av diesel på anleggstrekingen. Årsaken er at eksisterende kl-anlegg må rives før strømskinne kan monteres. I enkelte tunneler vil det dessuten være aktuelt å sprengte vekk utspring i taket for å få frem konstruksjonen.

Tabell 5.2 viser antall døgn alle ordinære tog må ha dieseldrift på de ulike strekningene. På dobbeltsporstrekninger vil antall døgn angi summen av døgn hvor man må ha enkeltspordrift gjennom en tunnel.

Strekning:	År	Meter tunnel	Diesel	Anm.
Stavanger-Orrestad	1997	3 806	24 døgn	
Orrestad-Breilid tunnel	1998	19 554	122 døgn	
Breilid tunnel - Oggevatn	1999	10 847	68 døgn	
Oggevatn - Gjerstad	2000	1 941	12 døgn	
Gjerstad - Nordagutu	2001	5 145	33 døgn	
Bergen - Urdland	2002	30 980	194 døgn	
Urdland - Ustaoset	2003	47 373	296 døgn	
Ustaoset - Bergheim	2004	2 033	13 døgn	
Bergheim - Hønefoss	2005	4 861	31 døgn	
Trondheim - Ulsberg	2006	1 881	12 døgn	
Ulsberg - Fokstua	2007	5 190	33 døgn	
Fokstua - Hundorp	2008	1 529	10 døgn	
Hundorp - Moelv	2009	332	3 døgn	
Moelv - Eidsvoll	2010	194	2 døgn	
Nordagutu-Skien Skien - Drammen	2011	5 330 4 349	34 døgn 27 døgn	
Grefsen - Roa - Gjøvik Roa - Hønefoss	2012	901 345	6 døgn 2 døgn	
Oslo - Ski Ski - Moss Moss - Sarpsborg Sarpsborg - Kornsjø Ski - Mysen - Sarp.	2013	578 95 191 638 257	4 døgn 1 døgn 2 døgn 4 døgn 2 døgn	Enk. spordrift "
Lillestrøm - Eidsvoll Oslo - Asker	2014	448 4 778	3 døgn 60 døgn	Enk. spordrift

Tabell 5.2. Antall døgn med dieseltrafikk ved bygging av strømskinne i tunneler

Det anses uaktuelt å benytte diesel i dette omfanget, og konsekvenser i form av ekstra innkjøp av dieselmateriell er ikke betraktet. Hensikten med tabellen er å illustrere hvilke konsekvenser bygging av strømskinne har på trafikkavviklingen. Det likefullt mulig å benytte denne løsningen i enkelte tunneler dersom forholdene ligger til rette for det.

5.3.3 Mekaniske konstruksjonsendringer på bruer.

Det er forutsatt brukt isolert bæreline der avstand til omgivelsene underskriver grensen på 270 mm. Den isolerte bærelinen skal kompensere for den manglende isolasjonsavstand utover 250 mm. Hensikten er å unngå endringer i brukonstruksjonene. En elektrisk isolerende strømpe tres på bærelinen slik at avstanden til omgivelsene ikke behøver økes i forhold til det NSB har i dag. Denne løsningen benyttes der bæreline går inn mellom eller for nær brufagverk. Dette kan eventuelt benyttes i kombinasjon med isolerende plastrør som hindrer fysisk nærhte mellom fagverk og bæreline.

For å beregne kostnader forbundet med bruk av isolert bæreline er strekningen Trondheim - Eidsvoll benyttet for å finne en gjennomsnittlig konsentrasjon av bruer. De ulike brukonstruksjoner og -typer fordeler seg likt over hele landet og antall bruer/km avviker ikke spesielt på noen av banene.

På den aktuelle strekningen er det kun 52 m bru med så lav portalhøyde at isolerende strømpe må benyttes. Dette utgjør så lite av den totale strekningen at kostnadene forbundet med å montere isolert bæreline kan neglisjeres i denne sammenhengen.

5.3.4 Mekaniske konstruksjonsendringer på fri linje p.g.a. isolasjonsavstand. Nødvendige tiltak på fri linje vurderes m.h.t. eksisterende isolatorer og luftisolasjon i seksjonsfelter.

5.3.4.1 Eksisterende isolatorer.

De glassisolatorene som NSB bygger i alle nye kl-anlegg i dag er i følge leverandøren testet og godkjent for opp til 75 kV. Dette gjelder kun glassisolatorer. Dette innebærer at glassisolatorene NSB har montert i nye kl-anlegg de senere årene ikke behøver å byttes ut. Under den forestående kl-ombyggingen kan det benyttes de samme glassisolatorer som i dag. Kravet til øket isolasjon medfører ikke kostnadsøkning for den generelle kl-ombyggingen.

På Stavanger stasjon er det bygget kl-anlegg med komposittisolatorer som ikke er godkjent for 25 kV, 50 Hz matesystem. Disse vil man måtte bytte ut med tilsvarende glassisolatorer eller annen størrelse i kompositt p.g.a. spesialoppheng under tak.

5.3.4.2 Luftisolasjon i seksjonsfelter.

På de strekninger kl-anleggene er ombygget og utført med stålmaster og glassisolatorer vil det være for liten luftisolasjon i seksjonsfeltet.

De allerede bygde seksjonsfeltene må bygges om fra 400 til 450 mm m.h.t. luftisolasjonen. Dette er tilstrekkelig også med tanke på vindlast. Det finnes ingen oversikt som gir detaljert informasjon om hvor stor del av kl-anleggene som er bygget om pr. i dag. Ombyggingen har foregått over hele landet. Strekingen Kristiansand - Stavanger antas være representativ for resten av landet. Det anslås at 25% av de eksisterende seksjonsfelter allerede er bygget om, og vil måtte endres p.g.a. overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem.

Arbeid og materiell pr. seksjonsfelt anslås koste 50 000 kr. På strekingen Kristiansand-Stavanger er det 123 seksjonsfelter. Av disse skal 30 stk. bygges om. Kostnaden for dette blir 1 500 000 kr. Det vil si en pris pr. km på 6 437 kr.

5.4 Elektriske konstruksjonsendringer

De elektriske konstruksjonsendringene gjennomføres samtidig som bygging av nytt matesystem der ikke annet er sagt.

5.4.1 Bakgrunnsmateriale

Bakgrunnsmateriale er innhentet på følgende måter:

- a) forekomsten av ulike komponenter i jernbanenettet er hentet fra strekingen Kristiansand-Stavanger. Tall fremkommet på denne måten benyttes som gjennomsnittsverdier for de resterende strekingene.
- b) mengden av høyspenningskabel er beregnet med utgangspunkt i strekingen Leirsund- Eidsvoll.
- c) priser på høyspenningskabler er oppgitt av leverandør.
- d) priser på filterimpedanser er oppgitt av MA-enheten.

5.4.2 Kontaktledningsbrytere

Kontaktledningsbryterne kommer til å skiftes ut under en generell kl-ombygging. Bryterne skiftes ut p.g.a. for liten strømbane og nye brytere dimensjoneres for 25 kV. Kostnader for utskifting tilkommer den generelle kl-ombyggingen.

Kostnader for kl-brytere i de dødseksjoner som kommer i tillegg p.g.a. nytt matesystem, er tatt med i kostnadene for dødseksjonene.

5.4.3 Seksjonsisolatorer

Seksjonsisolatorer med kompositisolatorer og tilstrekkelig luftgap er på linje med resterende glassisolatorer godkjent for 25 kV, 50 Hz matesystem. Det medfører dermed ingen ekstrakostnader forbundet med seksjonsisolatorer ved overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem.

5.4.4 Kabler

De kostnader som tas opp her utgjør prisdifferansen i materialet. Isolasjonsnivået for kablene, ventilavlederne og kabelmuffer økes fra 36 til 52 kV med tilhørende prisdifferanse. Montasjearbeidet er det samme,

uavhengig av kabelens isolasjonsnivå.

På strekningen Leirsund- Eidsvoll finnes 1814 m kabel, fordelt på 5 kabelstrekninger, over en avstand på 43,95 km. Dermed blir det gjennomsnittlig ca. 40 meter kabel pr. km linje. Antall kabelmuffer og ventilavledere på linjestrekningen er 10 stk.

Fra leverandør er det oppgitt priser på kabler og muffer. På strekningen Leirsund - Eidsvoll får man en prisdifferanse på 141 000 kr. Det vil si at prisdifferansen pr. km linje blir 3200 kr. Prisdifferansen omfatter også ventilavledere.

5.4.5 Autotransformatorer

Matesystemmed autotransformatorer kan være aktuelt av to hovedårsaker:

- ingen mulighet til å etablere dødseksjoner på grunn av kurvatur og stigning/fall
- manglende tilgang til overliggende nett med tilstrekkelig kortslutningseffekt.

Det første er tilfelle på Bergensbanen mellom Haugastøl og Mjølfjell. Det andre er tilfelle for resterende strekninger med autotransformatorer. Prinsippet for autotransformatorsystem er beskrevet i vedlegg 8.

5.4.5.1 Autotransformator fri linje

Autotransformatorene plasseres grovt sett med en innbyrdes avstand på 10 km. Prisen pr. autotransformator er beregnet til: 2 500 000 kr. pr. stk. I dette beløp er vern og brytere medregnet. Ytelsen er på 7 MVA.

Den matende transformatoren må ha et midtuttak som forbindes med autotransformatorenes midtuttak for at isolasjonsnivået på kl-anlegg og retur begge skal ha speningsnivå på 25 kV. Returlederen vil som sagt ha spenningsnivå på 25 kV og må følgelig festes til mastene med isolatorer for denne spenningen. Det er antatt at merkostnadene pr. stolpe for dette blir 2000 kr. Gjennomsnittlig avstand mellom kl-mastene antas være 55 m. Ekstra kostnader pr. km linje skulle da bli 36 363 kr. Som en grov tilnærming antas arbeidskostnadene være like for opphenging av returleder isolert for 1 respektive 25 kV.

Dette arbeidet utføres i tilknytning til den generelle kl-ombyggingen.

5.4.5.2 Autotransformator tunnel

Gjennom tunneler må returlederen føres som 52 kV kabel som legges i kabelkanal. Kostnadene for legging av kabel er beregnet på grunnlag av følgende:

kabel 52 kV	190 kr/m
muffer og ventilavledere	8000 kr/stk
kabelkanal	200 kr/m

Kabelkanal vil på visse plasser kreve sprengning, men det antas at det generelt ikke vil by på store problemer å bygge kabelrenne. Som en

gjennomsnittlig pris antas kabelrenne å koste 200 kr. pr. meter. Bygging av kabelrenne i tunneler kan gjennomføres på vanlige arbeidsdispensasjoner og påvirker ikke trafikken. Dette arbeidet utføres samtidig med svillebytte som skal utføres i tilknytning til den generelle kl-ombyggingen.

5.4.5.3 Behov for autotransformator

NSB må benytte autotransformatorer på de strekningene som er vist i tabell 5.3, se også kartskisse i vedlegg 12.

Strekning	lengde [km]	tunnel [km]	tunneler	transformatorer	fri linje [km]
Ganddal - Brusand	35,0	0	0	4	35,0
Leivoll - Hjelleset	48	27,8	19	5	20,2
Skollenborg - Kongsberg	6,8	0	0	1	6,8
Kongsberg - Øysteinstul	26,2	3,6	7	2	22,6
Kambo - Høium	30	0,1	1	3	29,9
Haugastøl - Mjølfjell - Flåmsbanen	98,9	61,8	198	9	37,1

Tabell 5.3. Strekninger med behov for autotransformatorer.

I tabell 5.3 fremgår det at autotransformatorer installeres på hele strekningen Skollenborg til ca. Øysteinstul. Strekningen Skollenborg - Kongsberg skal etter planen bygge om kl-anleggene i 2014 og legge om matesystemet i 2016 mens Nordagutu - Kongsberg har tilsvarende i h.h.v. 2011 og 2013. For å klare trafikken mellom Nordagutu og Kongsberg må Skollenborg transformatorstasjon med tilhørende autotransformatorer bygges i 2013. Som en følge av dette må strekningen Skollenborg - Kongsberg ha nytt og gammelt system i drift samtidig i årene 2013 til 2016. Ekstra kostnader forbundet med kl-anlegg i forbindelse med autotransformatorer er lagt til år 2011, selv om den generelle kl-ombyggingen gjennomføres i år 2013, for å gjenspeile investeringstidspunktet. For øvrig er ekstrakostnadene i kl-anleggene p.g.a. autotransformator i sin helhet lagt til det år de påbegynnes.

På strekningene Haugastøl - Mjølfjell og Flåmsbanen er installasjon av samtlige autotransformatorer lagt til samme år.

5.4.6 Sugetransformatorer og filter

Dagens sugetransformatorer må byttes ut p.g.a. økt spenningsnivå. Det er antatt at de eksisterende sugetransformatorene erstattes med nye uten at antallet økes. Dersom antallet sugetransformatorer må økes tilkommer kostnader forbundet med sporarbeider (innlegging av sporskjøtt) og signalarbeid (overdragstransformatorer og kabling).

En gjennomgang av flere linjer viser at den gjennomsnittlige avstanden

mellom sugetransformatorer varierer mellom 3,5 og 2,5 km. Som en gjennomsnittsverdi antas 2,75 km mellom sugetransformatorene over hele landet, d.v.s. at antall sugetransformatorer/km linje blir 0,36.

Opplysninger fra leverandør antyder prisreduksjon på sugetransformatorer på 10 000 kr/stk, mens eventuelle endringer i prisen for filterimpedanser er mere usikker. Det antas derfor at prisen på sugetransformatorer, med tilhørende filterimpedanser og overdragstransformatorer er som for dagens komponenter. Totalt angis en pris på 250 000 kr/sugetransformator med tilhørende filter inkl. arbeid.

På Gardermobanen er det beregnet montert 45 sugetransformatorer. Disse må byttes ut og kostnadene for dette er tilsvarende det som er angitt ovenfor.

I vedlegg 24 er det beregnet skjøteløse sporfelter hvilket reduserer behovet for filterimpedanser. Det antas at 2/3 av det antall filterimpedanser som eksisterer i dag, vil det fortsatt være behov for fordi det er nødvendig med spenningsutjevning mellom skinnestrengene. Det antas for dagens matesystem at filterimpedanser er plassert med 800 m avstand. Det er antatt som tidligere at gjennomsnittlig avstand mellom sugetransformatorene er 2,75 km. Avstanden mellom de øvrige filterimpedansene blir i gjennomsnitt 1,4 km.

Kostnaden for å bytte filterimpedanser er beregnet til:

Arbeid:	4920
Materiell:	7725

Totalt blir dette 12645 kr. pr. filterimpedanse.

Overdragstransformatorer for signalanlegg har til oppgave å overvåke spenningsdifferansen over isolerte skinneskjøter og blir overflødige i et signalsystem med skjøteløse sporfelt.

5.4.7

Jordinger

Det er to typer jording det må tas hensyn til: beskyttelsesjording og driftsjording.

Høyere nominell spenning på kl-anleggene medfører at kortslutningseffektene vil øke i disse. Kortslutningseffekten som i dag regnes å ligge på 15 kA i gjennomsnitt vil øke til mer enn 15 kA. Dette krever økt tverrsnitt på alle beskyttelsesjordinger. Tverrsnittet økes fra 50 i dagens system til 70 mm². Hver mast antas ha 4 m jordline. Det vil si at ekstrakostnadene forbundet med 25 kV følger av tverrsnittøkning på 20 mm².

Prisdifferansen mellom 50 og 70 mm² er fra leverandør oppgitt å være ca. 30%. Med MA-enhetens pris på 50 mm² skal prisdifferansen bli 10 kr. pr. meter Cu-line.

Med 55 meter mellom hver mast får man 19 master pr. km linje. For å ta høyde for master med beskyttelsesjording på stasjoner samt annet tilleggsutstyr med beskyttelsesjording regnes det her med 20 master pr. km linje.

Alle Cu-liner som inngår i driftsjordinger, f.eks. liner for forbindelser mellom impedanser og sugetransformatorer, kan beholdes m.h.t. driftsstrøm. Dette fordi driftsstrømmen kommer til å reduseres når spenningen i matesystemet øker.

Dette arbeidet utføres samtidig med den generelle kl-ombyggingen.

5.4.8 Kondensatorbatterier

Kondensatorbatteriene vil bli overflødige ved 25 kV, 50 Hz matesystem. Tettere innmating fjerner behovet for spenningshevende elementer. Det regnes med en demonteringskostnad pr. batteri på 50 000 kr.

5.4.9 Øvrige konstruksjonsendringer Kryssende høyspenningslinjer.

5.4.10 Omlegginger

Kostnadene for mannskap og materiell som benyttes i forbindelse omlegging til nytt matesystem er beregnet til: 53 440 kr pr. omlegging.

5.4.11 Nye dødseksjoner

Med seksjonert drift kreves nye dødseksjoner. Den danske løsning med nøytralseksjon vil ikke bli bygget. Av hensyn til hastighet og antall strømvtagere ønsker ikke NSB nøytralseksjoner i hovedspor.

Nye dødseksjoner må bygges i tilknytning hver enkelt transformatorstasjon samt mellom de enkelte transformatorstasjonene. Det er her regnet med konvensjonelle dødseksjoner (ikke høyhastighetsseksjoner). Prisen pr. dødseksjon inkl. kl-bryter og fjernkontroll antas å bli 1,5 millioner kroner. Det er her forutsatt en viss utvikling av fjernkontrollkonseptet for kl-brytere. Slike konsepter er foreslått av leverandøren og skal utvikles i forbindelse med Gardermobanen. I prisen på dødseksjonene inngår magneter som gir signal til lokomotivene og besørger automatisk ut- og innkobling av lokets effektbryter ved passering av dødseksjoner.

Dødseksjoner bygges uansett i kl-anleggene, men det foreslåtte matesystem krever dødseksjon hver 20. km. Dødseksjon hver 20. km fordobler antallet dødseksjoner i forhold til hva som er nødvendig i dagens system.

5.4.12 Returlledning

Returlleder bygges i forbindelse med de nye kl-anleggene og kostnadene forbundet med dette tilfaller den generelle kl-ombyggingen. Det er imidlertid enkelte partier uten returlledning i den nybygde delen av dagens anlegg som ikke kan kvantifiseres uten en større arbeidsinnsats.

- 5.4.13 Forbigangsledning
Forbigangsledning er kun aktuelt på de store stasjonsområdene. Det er her antatt at følgende stasjonsområder vil ha forbigangsledning: Drammen, Oslo S, Lillestrøm, Ski og Kristiansand. Prisen pr. stasjon anslås til 1 million kroner.

Forbigangsledningen bygges i tilknytning til omlegging til nytt matesystem.

- 5.4.14 Mateledning
Mateledning ført i luft over stasjoner er aktuelt på de store stasjonsområdene. Det er her antatt at følgende stasjonsområder vil ha forbigangsledning: Drammen, Oslo S, Lillestrøm, Ski og Kristiansand. Prisen pr. stasjon anslås til 1 million kroner.

Mateledningen bygges i tilknytning til omlegging til nytt matesystem.

- 5.5 Utskiftingsbehov i hjelpeanlegg

- 5.5.1 Reservetransformatorer og frekvensomformere
De statiske frekvensomformere for mating av signalanlegg som benyttes i dag har to innganger for kraftforsyning. Den ene inngangen er beregnet på mating fra bygdenettet og er tilpasset 50 Hz. I normale situasjoner er det bygdenettet som forsyner signalanleggene. Den andre inngangen er beregnet på mating fra kl-anleggene og er følgelig tilpasset 16 2/3 Hz. Dette er en reserve for bygdenettet som forsynes av reservestrømtransformatorene. Begge inngangene er dimensjonert for en innkommende spenning på 220 V AC \pm 20%.

Ved overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem må reservestrømtransformatoren skiftes til en som transformerer fra 25 kV til 230 V. Ytelsen på reservestrømtransformatorene er i dag vanligvis 10 eller 25 kVA.

Det finnes en reservestrømtransformator og frekvensomformer pr. stasjon. Gjennomsnittskostnaden pr. stasjon for materiell og arbeid anslås til 500 000 kr. På strekningen Kristiansand - Stavanger finnes 28 stasjoner. Dette gir totalt en kostnad for denne strekningen på 14 000 000 kr. Strekningen er 233 km, hvilket gir en km pris på ca. 60 000 kr. Denne km-prisen antas å gjelde for hele landet. I Oslos nærområde er det høyere konsentrasjon av stasjoner og reservestrømtransformatorer med høyere ytelser. Dette kompenseres det for i kostnadsberegningene ved at antall sporkilometer er høyere for dette området som følge av dobbeltsporstrekninger.

- 5.5.2 Togvarmetransformatorer
Underlag over togvarmetransformatorer finnes i banedatabanken. Ut fra dette underlaget er det vanskelig å avgjøre hva som er 50 og hva som er 16 2/3 Hz anlegg. Dessuten er ikke underlaget fulgt opp, slik at det er

vanskelig å avgjøre hvor riktige opplysningene er.

Det antas derfor at togvarmetransformatorer i gjennomsnitt må kjøpes og installeres for totalt 5 000 000 kr. pr. år.

I Lodalen finnes tre grupper med togvarmetransformatorer som må byttes ved overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem. Pris pr. gruppe anslås til 1 500 000 kr.

5.5.3 Sporvekselvarme

Underlag på sporvekselvarme er det svært vanskelig å fremskaffe. En oversikt fra juni 1985 viser installert effekt til sporvekselvarme. Oversikten angir 850 kW installert sporvekselvarme på de elektrifiserte strekningene. Etter at oversikten ble skrevet antas det at nye sporveksler er installert med 50 Hz og en vesentlig andel av sporvekselvarmen med 16 2/3 Hz allerede er bygget om. Der det i dag finnes sporvekselvarme med 16 2/3 Hz forventes det at dette er bygget før år 2007. Der det eventuelt skulle finnes sporvekselvarme igjen med 16 2/3 Hz i 2007 antas kostnadene forbundet med ombygging å være neglisjerbare.

5.5.4 Prøveanlegg i verksteder og ladestasjoner

Av NSBs fire verksteder er det kun Verksted Grorud som oppgir at man har anlegg for 16 2/3 Hz som benyttes aktivt. Anleggene benyttes til oppvarming og prøving av personvogner samt prøvestrøm for lok og prøvebenk for traksjonsmotorer. Det antas at utskifting av dette anlegget beløper seg til et engangsbeløp på 5 millioner kroner.

Marienborg oppgir at det finnes et anlegg i lokstallen som benyttes i liten grad. Kostnaden forbundet med å erstatte dette anlegget ses det bort fra.

5.6 Hensyn og forhåndsregler som kan tas i påvente av eventuell overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem.

Ved om- og nybygging av jernbaneanlegg kan NSB velge løsninger i kl-anleggene som forbereder disse for 25 kV, 50 Hz matesystem. Det vil si at tekniske løsninger legges inn i tide slik at overgangskostnadene reduseres om NSB ønsker å gå over til nytt matesystem. Dersom NSB ønsker å forberede kl-anleggene for nytt matesystem, må det innarbeides i alle retningslinjer for prosjektering og ombygging at man dimensjonerer for 25 kV, 50 Hz matesystem.

NSB må avveie om det er ønskelig å risikere ekstra investeringer som eventuelt aldri gir noen nytte, mot den gevinst som oppnås ved å ha forberedt kl-anleggene gjennom flere år. Eksempelvis nevnes prisen på elektrisk kraft som en parameter som på sikt vil øke vesentlig, og som kan bli avgjørende for lønnsomheten ved å skifte matesystem. Tiltakene nevnt i dette kapittel anbefales gjennomført dersom NSB ønsker å forberede en fremtidig overgang til nytt matesystem.

- 5.6.1 Kl-anlegg i tunneler
Ved sviltebytte i tunneler benyttes den løsning som er foreslått i kap. 5.3.2.1. Der denne løsningen velges er man låst til nevnte skinnetype (UIC 54) og sviller så lenge tunnelvertersnittene ikke utvides.
- De isolatorer som NSB i dag monterer i kl-anleggene er, som sagt, godkjente for 25 kV, 50 Hz matesystem. I tunneler anbefales det å øke antall isolasjonskapper fra tre til fire der det er plass.
- 5.6.2 Kl-anlegg på bruer
Ved bygging av overgangsbruer må man påse at det finnes høyde mellom overgangsbru og skinneoverkant som tillater isolasjonsnivå på 25 kV. Fagverksbruer med portal må ha isolasjonsavstand som er tilstrekkelig m.h.t. både kontaktråd og bæreline. Alternativt benyttes isolert bæreline.
- 5.6.3 Kl-anlegg på fri linje
Luftisolasjon i seksjonsfelter må økes i h.h.t. kap. 5.3.4.2 for å være forberedt for 25 kV.
- 5.6.4 Kontaktledningsbrytere
Nye kl-brytere som skal monteres i anleggene bør være godkjente for 25 kV. Dette krever lengre isolatorer og vil medføre en ekstrakostnad pr. bryter.
- 5.6.5 Seksjonsisolator
De seksjonsisolatorer som NSB bygger i dag er, som sagt, godkjent for 25 kV, 50 Hz matesystem og passer dermed inn i de forberedelser som kan gjøres for å forberede en overgang til nytt matesystem.
- 5.6.6 Kabler
Kabler i kl-anleggene med tilhørende muffe og ventilavledere dimensjoneres for 25 kV matesystem. Det betyr i praksis at disse komponentene må ha isolasjonsnivå på 52 kV. Dette vil for øvrig øke tilgjengeligheten i kl-anleggene fordi sannsynligheten for gjennomslag i kabler og muffe reduseres.
- 5.6.7 Sugetransformatorer og filter
Sugetransformatorer bør kunne utføres for både 15 kV, 16 2/3 Hz og 25 kV, 50 Hz matesystem mot relativt beskjedne merkostnader. Installerer sugetransformatorer som er forberedt for begge matesystem gjør man store besparelser m.h.t. materiell og montasjearbeid ved en fremtidig overgang til nytt matesystem.

Det er fra en leverandør, gitt som svar på forespørsel fra NSB, at filterimpedanser utført for begge matesystemer kan leveres mot ca. 10% påslag i prisen. Ved skifte av filterimpedanser kan man sette inn filterimpedanser som er forberedt for begge matesystem slik at utskiftingsbehovet blir mindre ved overgang til nytt matesystem. Behov for filterimpedanser reduseres dersom skjøteløse sporfelter bygges.

- 5.6.8 Jordinger
Beskyttelsesjordinger kan utføres med 70 mm² i stedet for 50 mm² slik at disse er forberedt for nytt matesystem med høyere kortslutningseffekt.
- 5.6.9 Returleder
Returledning bygges i de fremtidige kl-anleggene ikke bare av hensyn til en eventuell fremtidig overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem, men også av hensyn til driftsikkerheten og kvaliteten på det eksisterende system.
- 5.6.10 Sporvekselvarme
Sporvekselvarme som installeres i NSBs anlegg i dag er tilpasset bygdenettet. Det bygges praktisk talt ikke sporvekselvarme i dag som er tilpasset dagens matesystem.
- 5.7 Ikke tallfestede størrelser
- 5.7.1 Redusert elektrisk holdfasthet i tunneler
Leverandørene garanterer ikke glassisolatorer som har stått lenge på plasser der muligheter for selvvask ikke er tilstede, d.v.s. i tunneler. Det er ingen grunn til å skifte ut disse isolatoerene på grunn av dette, men de må kontrolleres oftere med tanke på støv og skitt. Eventuelt må tunnelvask gjennomføres oftere. I hvilken grad behovet for tunnelvask øker vil variere over hele landet. Et alternativ til hyppigere tunnelvask er å øke antall isolasjonskapper fra tre til fire der det er plass.
- 5.7.2 Forbedret standard i overbygningsklasse i tunneler
Som nevnt i kap. 5.3.2.1 vil bytte til bøkesviller med NABLA skinnebefestigelse innbære en forbedring i overbygningsklasse ved at man i mange tunneler går fra klasse b til c, se vedlegg 14. Dermed kan man, i de tunneler der overbygningsklassen er den begrensende faktor, øke både hastighet og maksimal tillatt hastighet.
- 5.7.3 Vektøkning på EI 18.
Dersom EI 18 skal utføres som tosystemlok vil dette kreve en vektøkning på anslagsvis 700 kg. En slik økning medfører at lokets vekt overstiger vektgrensen på 84 tonn. Det er usikkert hvilke konsekvenser dette vil få m.h.t. hastighetsbegrensninger for dette loket. Lokets dynamiske egenskaper kan være tilstrekkelige gode til at det kompenserer vektøkningen. Dette må imidlertid følges opp med målinger før eventuelle hastighetsbegrensninger innføres.
- 5.8 Tidligere rapporter
- 5.8.1 "25 kV, 50 Hz matesystem ved Norges Statsbaner Grov plan", januar 1993 NSB Divisjonsstab Bane-Teknisk kontor.
Rapporten peker på at den elektriske isolasjonsavstanden tilpasses nytt isolasjonsnivå og at togvarmeanlegg og reservekraftuttak til

signalanleggene må bygges om, men kostnadsberegninger er ikke utført.

- 5.8.2 "Conversion to 25 kV, 50 Hz electrification", mai 1993 Transmark.
Rapporten beregner totale kostnader forbundet med kl-ombygging i motsetning til denne rapporten, der kun ekstrakostnadene forbundet med å dimensjonere kl-anleggene for 25 kV, 50 Hz er tatt med. Rapportene bygger dermed på to ulike forutsetninger og de økonomiske beregningene er ikke direkte sammenlignbare.

I tunneler foreslår Transmark å benytte elektrisk isolerende silikongummi, e.v.t. i kombinasjon med dobbel kontaktråd, på de punkter der kl-anleggene kommer for nær omgivelsene. I denne rapporten baserer man seg på svillebytte i tunnelene for å oppnå tilstrekkelig isolasjonsavstand. Svillebytte anses være en mer pålitelig og varig løsning som heller ikke medfører hastighetsreduksjoner.

Transmark benytter kun materiellprisen på sugetransformatorer mens denne rapporten benytter priser inkl. arbeid. Avstanden mellom sugetransformatorene er i Transmarks rapport 3 km, mens denne rapporten beserer seg på 2,75 km.

Transmark har påpekt et mulig behov for autotransformatorer, men har ikke medregnet kostnader for dette. I denne rapporten er disse kostnadene med.

- 5.8.3 "NSB banestrømforsyning - Eventuell overgang til 25 kV, 50 Hz", september 1993 EFI.
Rapporten er en kvalitetssikring av Transmarks rapport og bygger på de samme forutsetninger. Dermed er heller ikke de økonomiske beregningene direkte sammenlignbare med denne rapporten.

EFI har ikke medregnet autotransformatorer mellom Nordagutu og Stavanger, denne rapport beregner 9 autotransformatorer på samme strekning.

- 5.8.4 "En beslutning om omlegging av NSBs strømforsyningssystem krever videre utredning", september 1993 McKinsey & Company"
McKinsey har antatt at alle tunneler med kontaktrådshøyde under 5,20 m må utvides, ved strossing eller bruk av renseverk. I denne rapporten er det forutsatt at i alle tunneler med kontaktrådshøyde mindre eller lik 4,85 m, må svillebytte med spot gjennomføres. Dette medfører at tidsbehov for tunnelarbeider og forventede driftsforstyrrelser er redusert i denne rapport i forhold til McKinsey.

McKinsey har antatt at kontaktledningsfeilene vil øke med 30%. I denne rapporten medregnes e.v.t. økning i kontaktledningsfeil den generelle kl-ombyggingen.

- 5.8.5 "25 kV, 50 Hz matesystem ved Norges Statsbaner", mars 1994 NSB
Denne rapporten er en oppsummering av resultatene basert på de foregående rapportene og omtaler dermed ikke konkret dette kapitlets innhold.

6. SIGNAL- OG TELEANLEGG

6.1 Innledning

Konsekvenser for signal- og teleanlegg ved overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem er utført som flere delarbeider. NSB Bane, Ingeniørtjenesten, DSB rådgivning og Interconsult har deltatt i arbeidet.

6.2 Forutsetninger

På Gardermobanen bygges signalsystemene med tonefrekvente sporfelte og anses dermed uavhengige av matesystem.

I vedlegg 23 er det antatt 4 km mellom sugetransformatorene, mens det i kap. 5.4.6 er antatt 2,75 km. Konsekvensen er at den utarbeidede oversikten i rapportens vedlegg C, ville omfatte noen flere sidespor som skulle ha vært utstyrt med fail-safe enheter. Dette får minimal innvirkning på kostnadene i signal- og teleanlegg.

I vedlegg 23 er det oppgitt at teknisk levealder for kobberkabel erfaringsmessig er ca. 60 år. I de økonomiske beregningene avskrives likevel kablene lineært over 40 år. Dette for at alle investeringer på infrastrukturen skal behandles likt regneteknisk.

6.3 Delrapporter

NSB Bane, Ingeniørtjenesten har skrevet en generell beskrivelse av NSBs signal- og teleanlegg, se vedlegg 20. Beskrivelsen forklarer de grunnleggende mekanismer vedrørende induksjon og angir grenseverdier for induerte strømmer og spenninger. Vedlegg 20 har bl. a. sammenstilt krav til induksjon i signalkabler. Dette er ikke gjort tidligere og resultatene vil ha nytte i andre sammenhenger.

Med utgangspunkt i vedlegg 20, og annen teknisk dokumentasjon, har DSB rådgivning vurdert konsekvenser og foreslått tekniske løsninger i NSBs signal- og teleanlegg ved overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem, se vedlegg 21. Flere av de momentene som DSB rådgivning behandler i sin rapport er relevante ved forbedringer i dagens signal- og teleanlegg, uavhengig av hvilket matesystem NSB måtte ha.

Interconsult har kvalitetssikret DSB rådgivnings rapport. Kvalitetssikringen har i hovedsak vært gjennomført med det mål at DSB rådgivnings rapport i størst mulig grad skal være dekkende for norske forhold, se vedlegg 22. Vedlegg 22 konkluderer med at DSB rådgivnings rapport gir et godt grunnleg for å kostnadsberegne tiltak i signalanlegg ved overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem. Med hensyn til teleanleggene, stiller Interconsult seg mer kritisk konklusjonene i DSB rådgivnings rapport.

Til sist har NSB Bane, Ingeniørtjenesten, på grunnlag av vedlegg 21, 22 og omleggingsmønsteret i tabell 3.1, gjennomført en kostnadsberegning

kostnadsberegning for tiltak i signal- og teleanlegg som følge av overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem, se vedlegg 23. I vedlegg 23 finnes i tillegg til kostnadsberegningene oversikt over utbyggingsplaner for signal- og teleanlegg, alle blokkposter i Norge på elektrifiserte baner samt kostnader forbundet med disse og til sist en oversikt over alle sidespor i Norge 2 km eller mer fra stasjon. Dette er oversikter som er utarbeidet for første gang og vil ha nytte i andre sammenhenger.

6.4

Kostnadsberegnete tiltak i signal- og teleanlegg

Av de tiltak som er vurdert i vedlegg 21 er de følgende anleggsdeler kostnadsberegnet.

Kabler

Alle kabler benyttet for signal- og teleformål er kostnadsberegnet. Konklusjonen er at fiberkabel må legges på strekninger som ikke er utbygd. Omfanget er ca 2000 km. Dette er en kostnad som muligens kan reduseres ved andre tiltak, slik Interconsults rapport påpeker. Det har i prosjektet ikke vært ressurser og tid til å utrede dette nærmere. I tillegg vil det være i tråd med NSBs strategi å satse på ny teknologi når nye kabler skal legges.

Radioanlegg

DC-blokk på antennekabel for å stanse lavfrekvente overspenninger er spesifisert opp til 15 kV og må skiftes.

Sporfelter

DSB rådgivning foreslår å bygge om sporfeltene til 77 Hz. Dette tas ikke til følge av NSB som i kostnadsberegningene har basert kostnadene på skjøteløse sporfelt. Årsaken er at NSBs strategi er å satse på ny teknologi når sporfeltene bygges om.

Linjeblokk

Signaler som nå transmitteres på koppekabel må overføres til fiber. Dette krever utrustning som sørger for en "fail-safe" transmisjon.

Planoverganger

Overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem medfører ikke kostnader for planoverganger.

Sidespor

Sidespor mer enn 2 km fra stasjon må få erstattet koppekabelen med fiberkabel. Dette krever også "fail-safe" utrustning.

Strømforsyning til sikringsanlegg

Se kap. 5.5.1.

Kostnader for signal- og teleanlegg fordelt på banestrekninger finnes i vedlegg 24.

- 6.5 Grensesnitt mellom nye og gamle system
I løpet av perioden 2007 til 2017 når signal- og teleanlegg ombygges, vil man hele tiden ha punkter hvor nye anlegg fysisk grenser til dagens anlegg. Nye skjøteløse sporfelter vil ikke komme i konflikt og forstyrre de eksisterende signalanlegg og vise versa. I prinsippet kan nytt og gammelt system adskilles med en ordinær isolert skinnereskjøt.
- 6.6 Tidligere rapporter
- 6.6.1 "25 kV, 50 Hz matesystem ved Norges Statsbaner Grov plan", januar 1993 NSB Divisjonsstab Bane-Teknisk kontor.
Rapporten peker på at signalanleggene kan tilpasses nytt matesystem og at spesielle tiltak må vurderes ved grensen mellom nytt og gammelt system. Tiltak i teleanleggene vurderes ikke i rapporten. Spesifikke kostnader er ikke utarbeidet for signalanleggene.
- 6.6.2 "Conversion to 25 kV, 50 Hz electrification", mai 1993 Transmark.
Selve signalanleggene vurderes som immune mot alle overharmoniske frekvenser i Transmarks rapport. De tiltak som nevnes i rapporten er flytting av filterimpedanser p.g.a. endrede impedanseforhold i kl-anleggene ved nytt matesystem. Transmark foreslår at dette utredes nærmere. Transmark hevder at anleggene er immunisert m.h.t. standarden for 15 kV, 16 2/3 Hz og at det er tilstrekkelig ved 25 kV, 50 Hz matesystem. Rapporten konkluderer med at 25 kV, 50 Hz matesystem ikke krever store investeringer forbundet med immuniseringstiltak i signalanleggene. Kostnader er ikke spesifisert for signalanlegg ved overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem.
- Transmark peker på at det i teleanleggene vil bli økning i induert spenning som følge av høyere spenning og frekvens i matesystemet. Økningen vil reduseres fordi maksimal og gjennomsnittlig strømstyrke går reduseres med nytt matesystem. I sum må NSB forvente økt induksjon i teleanleggene med noe redusert lyd kvalitet på telefonforbindelsene som resultat. Transmark mener konsekvensene totalt sett ikke krever tiltak i teleanleggene ved overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem, men at man på sikt og ved nybygging av teleanlegg bør heve standarden på disse. Kostnader er ikke spesifisert for teleanlegg ved overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem.
- 6.6.3 "NSB banestrømforsyning - Eventuell overgang til 25 kV, 50 Hz", september 1993 EFI.
EFI påpeker at den 2. harmoniske komponenten ligger meget nær sporfeltfrekvensene uten å antyde nærmere om dette vil medføre kostnader forbundet med overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem.
- 6.6.4 "En beslutning om omlegging av NSBs strømforsyningssystem krever videre utredning", september 1993 McKinsey & Company
Rapporten vurderer ikke tiltak i signal- og teleanlegg.

- 6.6.5 "25 kV, 50 Hz matesystem ved Norges Statsbaner", mars 1994 NSB
Denne rapporten er en oppsummering av resultatene basert på de foregående rapportene og omtaler dermed ikke konkret dette kapitlets innhold.

7. FREMTIDIG UTVIKLING I EUROPA

I Europa forekommer det flere systemer for strømforsyning til jernbane. To vekselstrømsystemer, 25 kV, 50 Hz og 15 kV, 16 2/3 Hz, dominerer bildet. 25 kV, 50 Hz benyttes i England, Frankrike, Danmark, Finland, det tidligere Jugoslavia og Portugal. Fem land, Norge medregnet, har 15 kV, 16 2/3 Hz matesystem. De øvrige landene er Sverige, Sveits, Tyskland og Østerrike. Utover dette finnes det likespenningssystemer i en rekke land.

Det internasjonale arbeidet for standardisering av matesystemene i Europa har ikke resultert i konkrete anbefalinger. Man har derimot kunnet identifisere en trend. Denne trenden tyder på at Europa er i ferd med å fjerne likestrømsystemene ende opp med de to nevnte vekselstrømsystem.

De land, som i tillegg til Norge, har 15 kV, 16 2/3 Hz har ingen konkrete planer om overgang hverken til 25 kV, 50 Hz eller noe annet. Spesielt i Tyskland, der man har stor grad av direkte generert 16 2/3 Hz energi og dermed lite omformingstap, er interessen for omlegging til nytt matesystem svært liten. I Sverige satser man sterkt på videreutvikling av dagens system. Svenskene har de senere årene forsterket det eksisterende matesystem både med nye omformerstasjoner og 130 kV mateledning som forbinder omformerne med hverandre og med transformatorstasjoner. De øvrige land har etter det man kjenner til ingen tanker om overgang til nye matesystem.

Det foregår ombygging til 25 kV, 50 Hz matesystem på flere steder i Europa. Ser man bort fra Tyskland, er alle høyhastighetsbaner som er bygget eller er under bygging i Europa matet med 25 kV, 50 Hz. I denne sammenheng må det nevnes at med høyhastighetsbaner menes baner med hastigheter fra 250 km/t og over. Dette er også i h.h.t. UIC's definisjon.

I de tilfeller man velger å bygge om til 25 kV, 50 Hz matesystem går man vekk fra likestrømsystemer som av flere grunner er særdeles ulønnsomme.

I den grad det går an å peke på en fremtidig utvikling i Europa, er det rimelig å tro at man de nærmeste tiårene vil se de to nevnte vekselstrømsystemene dominere.

Det finnes forøvrig en samling uttalelser fra de øvrige nordiske jernbaneforvaltningene i ref. [11] vedrørende en overgang i Norge til 25 kV, 50 Hz matesystem.

VEDLEGG

1. Referansemodell "Investeringer i banestrømforsyningen for baneregionene, 15 kV 16 2/3 Hz", Bane, Region Nord
2. Tapsberegninger
KL- og omformingstap ved videreføring av dagens matesystem
3. Tapsberegninger
KL- og omformingstap ved overgang til 25 kV 50 Hz matesystem
4. Normer og krav til 25 kV 50 Hz matesystem
Rapport av EFI
5. Ny matemodell for 25 kV 50 Hz matesystem, oversikt
NSB Bane, Ingeniørtjenesten
6. Plassering av 25 kV 50 Hz transformatorstasjoner, kartskisse
7. Enhetskostnader brukt i forbindelse med matestasjoner
8. Elektrisk banedrift med autotransformatorløsninger,
Bane, Region Nord
9. Tilknytning til overliggende nett, nettkostnader
NSB Bane, Ingeniørtjenesten
10. Ombyggingsmønster kontaktledningsanlegg, kartskisse
11. Omlegging av matesystem, kartskisse
12. Autotransformatorplassering, kartskisse
13. Teknisk beskrivelse av transformatorstasjoner
14. Utdrag fra: "Overbygning - regler for teknisk utforming - sporkonstruksjoner"
15. Materiell- og mannskapsbehov for stillebytte i tunneler
16. Kostnadssammenstilling, dobbel kontakttråd
17. Kostnader for mekaniske og elektriske konstruksjonsendringer i kl-anlegg ved 50 Hz
18. Felleskostnader alle baner ved overgang til 50 Hz
19. Kostnadssammenstilling ved videreføring av dagens matesystem
20. 25 kV 50 banestrømforsyning Påvirkning på signal- og teleanlegg.
NSB Bane, Ingeniørtjenesten 30.01.95. Vedlagt som selvstendig dokument.

Se:
(Eventuell overgang til
25 kV 50 Hz banestrømforsyning
hos NSB) OBS!! Intern

21. Returstrømkredsers indvirkning på signal- & teleanlæg ved overgang fra 15 kV - 16 2/3 Hz til 25 kV 50 Hz jernbanedrift i NSB.
DSB rådgivning - Signal, April 1995. Vedlagt som selvstendig dokument.
22. Overgang til 25 kV/50 Hz banestrømforsyning ved NSB Påvirkning på signal- og teleanlegg, Kvalitetsrapport
Interconsult, Mai 1995. Vedlagt som selvstendig dokument.
23. 25 kV/50 Hz banestrømforsyning kostnader ved signal- og teleanlegg
NSB Bane, Ingeniørtjenesten, 01.06.95. Vedlagt som selvstendig dokument.
24. Kostnadsberegninger for tiltak i signal- og teleanlegg ved overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem, fordelt på strekninger.

LITTERATURREFERANSER

- [1] "Elektrifisering med 25 kV, 50 Hz på strekningen Eidsvoll - Trondheim Hovedoppgave" desember 1991 Jon Eirik Holst
- [2] "Report to Danske Statsbaner concerning the choice of 15 kV or 25 kV electrification system", januar 1992 Transmark
- [3] "Forsterkning av NSBs banestrømforsyning på strekningen Lillestrøm - Trondheim Hovedoppgave", desember 1992 Nina Svendsen
- [4] "25 kV, 50 Hz matesystem ved Norges Statsbaner Grov plan", januar 1993 NSB Divisjonsstab Bane-Teknisk kontor
- [5] "Conversion to 25 kV, 50 Hz electrification", mai 1993 Transmark
- [6] "NSB banestrømforsyning - Eventuell overgang til 25 kV, 50 Hz", september 1993 EFI
- [7] "En beslutning om omlegging av NSBs strømforsyningssystem krever videre utredning", september 1993 McKinsey & Company"
- [8] "Elektrisk banedrift overgang til 25 kV-50 Hz konsekvenser for rullende materiell", november 1993 NSB Servicedivisjonen- Su
- [9] "Hovedplan forsterkning av strømforsyning på Sørlandsbanen", februar 1994 BrS.
- [10] "Forsterkning av banestrømforsyning på Dovrebanen - Hovedplan", mars 1994 BrØ og BrN
- [11] "25 kV, 50 Hz matesystem ved Norges Statsbaner", mars 1994 NSB
- [12] "Forsterkning av banestrømforsyningen på Flåmsbanen og Bergensbanen - Hovedplan", mars 1994 BrV.
- [13] "Elektrifisering av Nordlandsbanen informasjonsrapport", april 1994 NSB Bane
- [14] "Utredning om kraftforsörjningen på Malmbanan", mai 1994 Banverket
- [15] "Komponenten der Bahnstromversorgung" 1994 Siemens Verkehrstechnik
- [16] "Forsterkning av banestrømforsyningen på Østfoldbanen - Hovedplan", juli? 1994, BrØ.
- [17] "Rapport om ballastutskifting i Kvinesheitunnelen på Sørlandsbanen" , BrS Banekontoret Kristiansand, Desember 1989.
- [18] "Rapport om svilleytting i Kvinesheitunnelen på Sørlandsbanen", BrS Banekontoret Kristiansand, Mars 1990.

VEDLEGG

**VEDLEGG 1. REFERANSEMODELL "INVESTERINGER I
BANESTRØMFORSYNINGEN FOR BANEREGIONENE, 15 KV
16 2/3 HZ", BANE, REGION NORD**

INVESTERINGER I BANESTRØMFORSYNINGEN FOR BANEREGIONENE MED DAGENS MATESYSTEM

De ulike matepunktene som er listet opp i tabellene for hver enkelt region er hentet fra følgende hovedplaner:

- [1] "Hovedplan for forsterkning av banestrømforsyningen på Sørlandsbanen" BrS februar 1994.
- [2] "Forsterkning av banestrømforsyningen på Dovrebanen-Hovedplan" BrØ og BrN mars 1994.
- [3] "Forsterkning av banestrømforsyningen på Østfoldbanen-Hovedplan" BrØ juni 1994.
- [4] "Forsterkning av banestrømforsyningen på Flåmsbanen og Bergensbanen" Hovedplan av mars 1994. Utarbeidet av Ingeniør Reidar Jøsok for BrV

I tillegg er det fra BrØ innhentet opplysninger om hovedplaner som er under utarbeidelse for Oslo-området og Gjøvikbanen samt opplysninger fra Gardermobanen angående Lillestrøm og Jessheim.

Det er også innhentet opplysninger fra BrS om tiltak som må gjøres i regionen innen banestrømforsyningen for dagens matesystem. Dette er tiltak hvor hovedplan er under utarbeidelse eller skal utarbeides.

Kostnader lagt til grunn:

For å få et entydig grunnlag for kartlegging av kostnader som kan forventes i forbindelse med forsterkning av banestrømforsyningen, er det tatt utgangspunkt i like stykkpriser for anleggene.

Kostnadene er i 1995 kroner.

Kostnadene er oppgitt eksklusive investeringsavgift.

Investeringene fordeles med 50% halvveis i investeringsperioden og de resterende 50% når anlegget tas i bruk.

Omformerenhetene:

Det er tatt utgangspunkt i en kostnad for en statisk **2X6 MVA** omformerstasjon på **45.200.000,- kroner ekskl. avg.** (omformerbygg forutsatt i klasse 2 jfr. RSK).

En omformerstasjon med ytelse **2X14 MVA** og bygg sikret i klasse 1, jfr. RSK, har en stykkpris på **86.100.000,- kroner ekskl. avg.**

En omformerstasjon med ytelse **3X14 MVA** og bygg sikret i klasse 1 jfr. RSK, har en kostnad på **128.700.000,- kroner ekskl. avgift.**

For Otta midlertidige omformer er b.l.a. tall fra kontrakter lagt til grunn for kostnaden. Kostnadene for Gjøvik omformerstasjon med 1 stk roterende omformer har tatt utgangspunkt i b.l.a. kostnadene ved etableringen av Alnabru omformertasjon.

Kostnaden for en slik stasjon er satt til **13.500.000,- ekskl. avgift**. Det forutsettes et bygg sikret i klasse 2 jfr. RSK, som rommer 3 vogner og kontrollrom.

Øvrige kostnader er som forutsatt i hovedplanene [1], [2], [3], [4].

Driftskostnader:

For drift av en statisk omformerstasjon legges **230.000,- kroner/år** til grunn.

For drift av en roterende omformerstasjon legges **160.000,- kroner/år** til grunn.

Kostnader ved forsterkning av banestrømforsyningen i regionene:

Driftskostnadenes første år er angitt. For Otta midlertidige i BrN og Leivoll midlertidige i BrS er hele driftsperioden angitt.

NSB Bane Region Vest

Tiltak	Investerings år	Kostnad
Forsterkning og rev. arb 50 Hz forsyning	1996	3.400.000,-
Ny 2X6 MVA omformerstasjon Hol eller Ål	1996	22.600.000,-
	1997	22.600.000,-
Flytting av kondensatorbatteri fra Øynadden til Sokna	1997	500.000,-
Ny 2X6 MVA omformerstasjon Berakvam	1997	22.600.000,-
	1998	22.600.000,-
Flytting av kondensatorbatteri fra Eikle til Skiple	1998	300.000,-
Ny 2X6 MVA omformerstasjon Gulsvik	1998	22.600.000,-
	1999	22.600.000,-
Ny 2X6 MVA omformerstasjon Voss	1999	22.600.000,-
	2000	22.600.000,-
	Sum BrV	185.000.000
		,-
Driftskostnader	1. år	Kostnad/år
Hol/Ål omformer	1997	250.000,-
Berakvam	1998	250.000,-
Gulsvik	1999	250.000,-
Voss	2000	250.000,-

NSB Bane Region Øst

Tiltak	Investerings år	Kostnad
Ny 2X14 MVA omformerstasjon Moss	1996 1997	43.100.000,- 43.100.000,-
Ny 1X5,8 MVA omformerstasjon på Gjøvik	1997	13.500.000,-
Ny 3X14 MVA omformerstasjon på Lillestrøm	1996 1997	64.400.000,- 64.400.000,-
Ny 2X14 MVA omformerstasjon på Jessheim	1997 1998	43.100.000,- 43.100.000,-
Flytting av kondensatorbatteri til Halden	1997	1.950.000,-
Ny 2X6 MVA omformerstasjon Rudshøgda	1997 1998	22.600.000,- 22.600.000,-
	Sum BrØ	361.850.000,-
Driftskostnader	1.år	Kostnad /år
Moss	1997	250.000,-
Gjøvik	1997	160.000,-
Lillestrøm	1997	250.000,-
Jessheim	1998	250.000,-
Rudshøgda	1998	250.000,-

I tillegg vurderes det forsterkningstiltak i forbindelse med Holmlia omformerstasjon. Denne forsterkningen har mange usikkerhetsmomenter og holdes derfor utenfor i denne utredningen.

NSB Bane Region Nord

Tiltak	Investerings år	Kostnad
Midlertidig 1X5,8 MVA omformer på Otta	1995	5.400.000,-
Ny 2X6 MVA omformerstasjon Stavne	1995	22.600.000,-
	1996	22.600.000,-
Ny 2X6 MVA omformerstasjon Hjerkin	1997	22.600.000,-
	1998	22.600.000,-
Ny 2X6 MVA omformerstasjon Garli	1998	22.600.000,-
	1999	22.600.000,-
Ny 2X6 MVA omformerstasjon Otta	1999	22.600.000,-
	2000	22.600.000,-
	Sum BrN	186.200.000
		,-
Driftskostnader	1.år	Kostnad/år
Otta midlertidige	1995-2000	160.000,-
Stavne	1996	250.000,-
Hjerkin	1998	250.000,-
Garli	1999	250.000,-
Otta	2000	250.000,-

NSB Bane Region Sør

Tiltak	Investerings år	Kostnad
Midlertidig roterende omformerstasjon på Leivoll	1996	16.000.000,-
Ny 2X6 MVA omformerstasjon Egersund	1996	22.600.000,-
	1997	22.600.000,-
Ny omformerstasjon i Tønsberg	1998	22.600.000,-
	1999	22.600.000,-
Ny statisk omformer på Leivoll (- evt. kostnader med tre fase 50 Hz fremføring)	2005	21.300.000,-
	2006	21.300.000,-
	Sum BrS	149.000.000
		,-
Driftskostnader	1.år	Kostnad/år
Leivoll midlertidige omformer	1996-2006	160.000,-
Egersund	1997	250.000,-
Tønsberg	1999	250.000,-
Leivoll	2006	250.000,-

Sum investeringskostnader alle regionene

Region	Kostnad
NSB Bane Region Vest	185.000.000,-
NSB Bane Region Øst	361.850.000,-
NSB Bane Region Nord	185.000.000,-
NSB Bane Region Sør	149.400.000,-
Sum NSB	881.250.000,-

Driftskostnadene initieres ved ulike tidspunkt og det vises derfor til oversikten for hver enkelt region.

**VEDLEGG 2. TAPSBEREGNINGER
KL- OG OMFORMINGSTAP VED VIDEREFØRING AV DAGENS
MATESYSTEM**

Årlige KL- og omformingstap i dagens matestasjoner, år 1997

15 kV, 16 2/3 Hz også i framtiden

Kraftpris kr/kWh:

0,35

Omf.stasjon	Forv. forbruk MWh (3-f. inn)	tap (%)	1-f. forbruk på lok (MWh)	Omf.tap (MWh)	KL-tap (MWh)	Totale tap (1000 Kroner)
Alnabru	25.862	0	21.129	3.926	1.111	1.763
Holmlia	48.398	1	39.081	7.261	2.056	3.261
Lillestrøm	50.000	0	45.125	2.500	2.374	1.706
Ski	11.062	0	9.038	1.679	475	754
Sarpsborg	33.119	0	29.890	1.656	1.572	1.130
Kongsvinger	13.000	1	10.498	1.950	552	876
Tangen+Jessheim	40.000	1	32.300	3.779	827	1.612
Rudshøgda	10.048	1	8.114	1.508	208	600
Dombås	13.296	1	10.737	1.995	565	896
Oppdal	11.000	1	8.883	1.650	467	741
Lundamo+Stavne	15.027	0	12.277	1.436	314	613
Asker	30.000	1	24.225	4.501	1.274	2.021
Larvik	11.771	2	9.393	1.745	494	784
Hønefoss	16.486	1	13.312	2.473	700	1.111
Lunner	15.143	1	12.228	2.272	643	1.020
Nesbyen	15.000	1	12.113	2.251	637	1.011
Haugastøl	13.000	1	10.498	1.950	552	876
Rombak	22.508	1	18.175	3.377	956	1.517
Ganddal+Egersund	16.556	1	13.369	1.564	342	667
Sira	12.457	1	10.059	1.869	529	839
Krossen	13.390	1	10.812	2.009	569	902
Nelaug	10.011	1	8.084	1.502	425	675
Nordagutu	19.530	1	15.770	2.930	830	1.316
Bergen	5.428	0	4.435	824	233	370
Dale	12.529	1	10.117	1.880	532	844
Mjølfjell	17.874	2,5	14.179	2.634	746	1.183
Fron (+Otta prov.)	10.622	1	8.577	1.594	220	635
Fåberg	16.252	1	13.123	2.438	690	1.095
Sum:	529.369		435.540	67.155	20.894	30.817

Årlige KL- og omformingstap i matestasjoner, år 1998

15 kV, 16 2/3 Hz også i framtiden

Kraftpris kr/kWh:

0,35

Omf.stasjon	Forv. forbruk MWh (3-f. inn)	tap (%)	1-f. forbruk på lok (MWh)	Omf.tap (MWh)	KL-tap (MWh)	Totale tap (1000 Kroner)
Alnabru	25.862	0	21.129	3.926	1.111	1.763
Holmlia	48.398	1	39.081	7.261	2.056	3.261
Lillestrøm	50.000	0	45.125	2.500	2.374	1.706
Ski/Moss	11.062	0	9.038	501	475	342
Sarpsborg	33.119	0	29.890	1.656	1.572	1.130
Kongsvinger	13.000	1	10.498	1.950	552	876
Tangen+Jessheim	40.000	1	32.300	3.779	827	1.612
Rudshøgda	10.048	1	8.114	1.508	208	600
Dombås	13.296	1	10.737	1.995	565	896
Oppdal	11.000	1	8.883	1.650	467	741
Lundamo+Stavne	15.027	0	12.277	1.436	314	613
Asker	30.000	1	24.225	4.501	1.274	2.021
Larvik	11.771	2	9.393	1.745	494	784
Hønefoss	16.486	1	13.312	2.473	700	1.111
Lunner	15.143	1	12.228	2.272	643	1.020
Nesbyen+Hol	15.000	1	12.113	1.417	310	605
Haugastøl	13.000	1	10.498	1.950	552	876
Rombak	22.508	1	18.175	3.377	956	1.517
Ganddal+Egersund	16.556	1	13.369	1.564	342	667
Sira	12.457	1	10.059	1.869	529	839
Krossen	13.390	1	10.812	2.009	569	902
Nelaug	10.011	1	8.084	1.502	425	675
Nordagutu	19.530	1	15.770	2.930	830	1.316
Bergen	5.428	0	4.435	824	233	370
Dale	12.529	1	10.117	1.880	532	844
Mjølfjell	17.874	2,5	14.179	2.634	746	1.183
Fron (+Otta, prov.)	10.622	1	8.577	1.594	220	635
Fåberg	16.252	1	13.123	2.438	690	1.095
Sum	529.369		435.540	65.143	20.567	29.999

Årlige KL- og omformingstap i matestasjoner, år 1999

15 kV, 16 2/3 Hz også i framtiden

Kraftpris kr/kWh:

0,35

Omf.stasjon	Forv. forbruk MWh (3-f. inn)	tap (%)	1-f. forbruk på lok (MWh)	Omf.tap (MWh)	KL-tap (MWh)	Totale tap (1000 Kroner)
Alnabru	25.862	0	21.129	3.926	1.111	1.763
Holmlia	48.398	1	39.081	7.261	2.056	3.261
Lillestrøm	50.000	0	45.125	2.500	2.374	1.706
Ski/Moss	11.062	0	9.038	501	475	342
Sarpsborg	33.119	0	29.890	1.656	1.572	1.130
Kongsvinger	13.000	1	10.498	1.950	552	876
Tangen+Jessheim	40.000	1	32.300	3.779	827	1.612
Rudshøgda statisk	10.048	1	8.114	450	208	230
Dombås+Hjerkinn	13.296	1	10.737	1.256	275	536
Oppdal	11.000	1	8.883	1.650	467	741
Lundamo+Stavne	15.027	0	12.277	1.436	314	613
Asker	30.000	1	24.225	4.501	1.274	2.021
Larvik	11.771	2	9.393	1.745	494	784
Hønefoss	16.486	1	13.312	2.473	700	1.111
Lunner	15.143	1	12.228	2.272	643	1.020
Nesbyen+Hol	15.000	1	12.113	1.417	310	605
Haugastøl+Berakvam	13.000	1	10.498	1.228	269	524
Rombak	22.508	1	18.175	3.377	956	1.517
Ganddal+Egersund	16.556	1	13.369	1.564	342	667
Sira	12.457	1	10.059	1.869	529	839
Krossen	13.390	1	10.812	2.009	569	902
Nelaug	10.011	1	8.084	1.502	425	675
Nordagutu	19.530	1	15.770	2.930	830	1.316
Bergen	5.428	0	4.435	824	233	370
Dale	12.529	1	10.117	1.880	532	844
Mjølfjell	17.874	2,5	14.179	2.634	746	1.183
Fron (+Otta, prov.)	10.622	1	8.577	1.594	220	635
Fåberg	16.252	1	13.123	2.438	690	1.095
Sum	529.369		435.540	62.624	19.994	28.916

Årlige KL- og omformingstap i matestasjoner, år 2000

15 kV, 16 2/3 Hz også i framtiden

Kraftpris kr/kWh:

0,35

Omf.stasjon	Forv. forbruk MWh (3-f. inn)	tap (%)	1-f. forbruk på lok (MWh)	Omf.tap (MWh)	KL-tap (MWh)	Totale tap (1000 Kroner)
Alnabru	25.862	0	21.129	3.926	1.111	1.763
Holmlia	48.398	1	39.081	7.261	2.056	3.261
Lillestrøm	50.000	0	45.125	2.500	2.374	1.706
Ski/Moss	11.062	0	9.038	501	475	342
Sarpsborg	33.119	0	29.890	1.656	1.572	1.130
Kongsvinger	13.000	1	10.498	1.950	552	876
Tangen+Jessheim	40.000	1	32.300	3.779	827	1.612
Rudshøgda statisk	10.048	1	8.114	450	208	230
Dombås+Hjerkinn	13.296	1	10.737	1.256	275	536
Oppdal+Garli	11.000	1	8.883	1.039	227	443
Lundamo+Stavne	15.027	0	12.277	1.436	314	613
Asker	30.000	1	24.225	4.501	1.274	2.021
Larvik	11.771	2	9.393	1.745	494	784
Hønefoss+Gulsvik	16.486	1	13.312	1.558	341	664
Lunner	15.143	1	12.228	2.272	643	1.020
Nesbyen+Hol	15.000	1	12.113	1.417	310	605
Haugastøl+Berakvam	13.000	1	10.498	1.228	269	524
Rombak	22.508	1	18.175	3.377	956	1.517
Ganddal+Egersund	16.556	1	13.369	1.564	342	667
Sira	12.457	1	10.059	1.869	529	839
Krossen	13.390	1	10.812	2.009	569	902
Nelaug	10.011	1	8.084	1.502	425	675
Nordagutu	19.530	1	15.770	2.930	830	1.316
Bergen	5.428	0	4.435	824	233	370
Dale	12.529	1	10.117	1.880	532	844
Mjølfjell	17.874	2,5	14.179	2.634	746	1.183
Fron (+Otta, prov.)	10.622	1	8.577	1.594	220	635
Fåberg	16.252	1	13.123	2.438	690	1.095
Sum	529.369		435.540	61.097	19.395	28.172

Årlige KL- og omformingstap i matestasjoner, fra år 2001

15 kV, 16 2/3 Hz også i framtiden

Kraftpris kr/kWh:

0,35

Omf.stasjon	Forv. forbruk MWh (3-f. inn)	tap (%)	1-f. forbruk på lok (MWh)	Omf.tap (MWh)	KL-tap (MWh)	Totale tap (1000 Kroner)
Alnabru	25.862	0	21.129	3.926	1.111	1.763
Holmlia	48.398	1	39.081	7.261	2.056	3.261
Lillestrøm	50.000	0	45.125	2.500	2.374	1.706
Ski/Moss	11.062	0	9.038	501	475	342
Sarpsborg	33.119	0	29.890	1.656	1.572	1.130
Kongsvinger	13.000	1	10.498	1.950	552	876
Tangen+Jessheim	40.000	1	32.300	3.779	827	1.612
Rudshøgda statisk	10.048	1	8.114	450	208	230
Dombås+Hjerkinn	13.296	1	10.737	1.256	275	536
Oppdal+Garli	11.000	1	8.883	1.039	227	443
Lundamo+Stavne	15.027	0	12.277	1.436	314	613
Asker	30.000	1	24.225	4.501	1.274	2.021
Larvik	11.771	2	9.393	1.745	494	784
Hønefoss+Gulsvik	16.486	1	13.312	1.558	341	664
Lunner	15.143	1	12.228	2.272	643	1.020
Nesbyen+Hol	15.000	1	12.113	1.417	310	605
Haugastøl+Berakvam	13.000	1	10.498	1.228	269	524
Rombak	22.508	1	18.175	3.377	956	1.517
Ganddal+Egersund	16.556	1	13.369	1.564	342	667
Sira	12.457	1	10.059	1.869	529	839
Krossen	13.390	1	10.812	2.009	569	902
Nelaug	10.011	1	8.084	1.502	425	675
Nordagutu	19.530	1	15.770	2.930	830	1.316
Bergen	5.428	0	4.435	824	233	370
Dale	12.529	1	10.117	1.880	532	844
Mjølfjell+Voss	17.874	2,5	14.179	1.659	363	708
Fron+Otta, statisk	10.622	1	8.577	1.004	220	428
Fåberg	16.252	1	13.123	2.438	690	1.095
Sum	529.369		435.540	59.531	19.012	27.490

VEDLEGG 3.

**TAPBEREGNINGER
KL- OG OMFORMINGSTAP VED OVERGANG TIL 25 KV 50 HZ
MATESYSTEM**

Årlige KL-og omformingstap i dagens matestasjoner, 1997 - 2007

25 kV 50 Hz i framtiden

Kraftpris kr/kWh:

0,35

Omf.stasjon	Forv. forbruk MWh (3-f. inn)	tap (%)	1-f. forbruk på lok (MWh)	Omf.tap (MWh)	KL-tap (MWh)	Totale tap (1000 Kroner)
Alnabru	25.862	0	21.129	3.926	1.111	1.763
Holmlia	48.398	1	39.081	7.261	2.056	3.261
Lillestrøm	50.000	0	45.125	2.500	2.374	1.706
Ski/Moss	11.062	0	9.038	501	475	342
Sarpsborg	33.119	0	29.890	1.656	1.572	1.130
Kongsvinger	13.000	1	10.498	1.950	552	876
Tangen+Jessheim	40.000	1	32.300	3.779	827	1.612
Rudshøgda	10.048	1	8.114	1.508	427	677
Dombås	13.296	1	10.737	1.995	565	896
Oppdal	11.000	1	8.883	1.650	467	741
Lundamo+Stavne	15.027	0	12.277	1.436	314	613
Asker	30.000	1	24.225	4.501	1.274	2.021
Larvik	11.771	2	9.393	1.745	494	784
Hønefoss	16.486	1	13.312	2.473	700	1.111
Lunner	15.143	1	12.228	2.272	643	1.020
Nesbyen	15.000	1	12.113	2.251	637	1.011
Haugastøl	13.000	1	10.498	1.950	552	876
Rombak	22.508	1	18.175	3.377	956	1.517
Ganddal+Egersund	16.556	1	13.369	1.564	342	667
Sira	12.457	1	10.059	1.869	529	839
Krossen	13.390	1	10.812	2.009	569	902
Nelaug	10.011	1	8.084	1.502	425	675
Nordagutu	19.530	1	15.770	2.930	830	1.316
Bergen	5.428	0	4.435	824	233	370
Dale	12.529	1	10.117	1.880	532	844
Mjølfjell	17.874	2,5	14.179	2.634	746	1.183
Fron (+Otta prov.)	10.622	1	8.577	1.594	220	635
Fåberg	16.252	1	13.123	2.438	690	1.095
Sum			435.540	65.976	21.113	30.481

Årlige KL-, omformings- og transformeringstap i matestasjoner, år 2008

25 kV 50 Hz i framtiden

Kraftpris kr/kWh:

0,35

Omf.stasjon	Forv. forbruk MWh (3-f. inn)	tap (%)	1-f. forbruk på lok (MWh)	Omf/transf.tap (MWh)	KL-tap (MWh)	Totale tap (1000 Kroner)
Alnabru	25.862	0	21.129	3.926	1.111	1.763
Holmlia	48.398	1	39.081	7.261	2.056	3.261
Lillestrøm	50.000	0	45.125	2.500	2.374	1.706
Ski/Moss	11.062	0	9.038	501	475	342
Sarpsborg	33.119	0	29.890	1.656	1.572	1.130
Kongsvinger	13.000	1	10.498	1.950	552	876
Tangen+Jessheim	40.000	1	32.300	3.779	827	1.612
Rudshøgda	10.048	1	8.114	1.508	427	677
Dombås	13.296	1	10.737	1.995	565	896
Oppdal	11.000	1	8.883	1.650	467	741
Lundamo+Stavne	15.027	0	12.277	1.436	314	613
Asker	30.000	1	24.225	4.501	1.274	2.021
Larvik	11.771	2	9.393	1.745	494	784
Hønefoss	16.486	1	13.312	2.473	700	1.111
Lunner	15.143	1	12.228	2.272	643	1.020
Nesbyen	15.000	1	12.113	2.251	637	1.011
Haugastøl	13.000	1	10.498	1.950	552	876
Rombak	22.508	1	18.175	3.377	956	1.517
Stavanger-Kristiansand			34.241	709	520	430
Nelaug	10.011	1	8.084	1.502	425	675
Nordagutu	19.530	1	15.770	2.930	830	1.316
Bergen	5.428	0	4.435	824	233	370
Dale	12.529	1	10.117	1.880	532	844
Mjølfjell	17.874	2,5	14.179	2.634	746	1.183
Fron (+Otta prov.)	10.622	1	8.577	1.594	220	635
Fåberg	16.252	1	13.123	2.438	690	1.095
Sum			435.541	61.243	20.194	28.503

Årlige KL-, omformings- og transformeringstap i matestasjoner, år 2009 - 2011

25 kV 50 Hz i framtiden

Kraftpris kr/kWh:

0,35

Omf.stasjon	Forv. forbruk MWh (3-f. inn)	tap (%)	1-f. forbruk på lok (MWh)	Omf/transf.tap (MWh)	KL-tap (MWh)	Totale tap (1000 Kroner)
Alnabru	25.862	0	21.129	3.926	1.111	1.763
Holmlia	48.398	1	39.081	7.261	2.056	3.261
Lillestrøm	50.000	0	45.125	2.500	2.374	1.706
Ski/Moss	11.062	0	9.038	501	475	342
Sarpsborg	33.119	0	29.890	1.656	1.572	1.130
Kongsvinger	13.000	1	10.498	1.950	552	876
Tangen+Jessheim	40.000	1	32.300	3.779	827	1.612
Rudshøgda	10.048	1	8.114	1.508	427	677
Dombås	13.296	1	10.737	1.995	565	896
Oppdal	11.000	1	8.883	1.650	467	741
Lundamo+Stavne	15.027	0	12.277	1.436	314	613
Asker	30.000	1	24.225	4.501	1.274	2.021
Larvik	11.771	2	9.393	1.745	494	784
Lunner	15.143	1	12.228	2.272	643	1.020
Rombak	22.508	1	18.175	3.377	956	1.517
Stavanger-Nordagutu			58.095	1.203	883	730
Bergen-Hønefoss			64.652	1.338	983	812
Fron (+Otta prov.)	10.622	1	8.577	1.594	220	635
Fåberg	16.252	1	13.123	2.438	690	1.095
Sum			435.540	46.630	16.883	22.230

Årlige KL-, omformings- og transformerings- og transformeringstap i matestasjoner, år 2012 - 2013

25 kV 50 Hz i framtiden

Kraftpris kr/kWh:

0,35

Omf.stasjon	Forv. forbruk MWh (3-f. inn)	tap (%)	1-f. forbruk på lok (MWh)	Omf/transf.tap (MWh)	KL-tap (MWh)	Totale tap (1000 Kroner)
Alnabru	25.862	0	21.129	3.926	1.111	1.763
Holmlia	48.398	1	39.081	7.261	2.056	3.261
Lillestrøm	50.000	0	45.125	2.500	2.374	1.706
Ski/Moss	11.062	0	9.038	501	475	342
Sarpsborg	33.119	0	29.890	1.656	1.572	1.130
Kongsvinger	13.000	1	10.498	1.950	552	876
Jessheim	40.000	1	22.800	1.263	584	646
Asker	30.000	1	24.225	4.501	1.274	2.021
Larvik	11.771	2	9.393	1.745	494	784
Lunner	15.143	1	12.228	2.272	643	1.020
Rombak	22.508	1	18.175	3.377	956	1.517
Stavanger-Nordagutu			58.095	1.203	883	730
Bergen-Hønefoss			64.652	1.338	983	812
Trondheim-Eidsvoll			71.211	1.474	1.082	895
Sum			435.541	34.967	15.040	17.502

Årlige KL-, omformings- og transformeringstap i matestasjoner, år 2014

25 kV 50 Hz i framtiden

Kraftpris kr/kWh:

0,35

Omf.stasjon	Forv. forbruk MWh (3-f. inn)	tap (%)	1-f. forbruk på lok (MWh)	Omf/transf.tap (MWh)	KL-tap (MWh)	Totale tap (1000 Kroner)
Alnabru	25.862	0	21.129	3.926	1.111	1.763
Holmlia	48.398	1	39.081	7.261	2.056	3.261
Lillestrøm	50.000	0	45.125	2.500	2.374	1.706
Ski/Moss	11.062	0	9.038	501	475	342
Sarpsborg	33.119	0	29.890	1.656	1.572	1.130
Kongsvinger	13.000	1	10.498	1.950	552	876
Jessheim	40.000	1	22.800	1.263	584	646
Asker	30.000	1	24.225	4.501	1.274	2.021
Vestfoldbanen+Gjøvikbanen			21.621	448	329	272
Rombak	22.508	1	18.175	3.377	956	1.517
Stavanger-Nordagutu			58.095	1.203	883	730
Bergen-Hønefoss			64.652	1.338	983	812
Trondheim-Eidsvoll			71.211	1.474	1.082	895
Sum			435.541	31.398	14.231	15.970

Årlige KL-, omformings- og transformeringstap i matestasjoner, år 2015 -2016

25 kV 50 Hz i framtiden

Kraftpris kr/kWh:

0,35

Omf.stasjon	Forv. forbruk MWh (3-f. inn)	tap (%)	1-f. forbruk på lok (MWh)	Omf/transf.tap (MWh)	KL-tap (MWh)	Totale tap (1000 Kroner)
Alnabru	25.862	0	21.129	3.926	1.111	1.763
Lillestrøm	50.000	0	45.125	2.500	2.374	1.706
Kongsvingerbanen + Oslo-Kornsjø			88.507	1.832	1.345	1.112
Jessheim	40.000	1	22.800	1.263	584	646
Asker	30.000	1	24.225	4.501	1.274	2.021
Vestfoldbanen+Gjøvikbanen			21.621	448	329	272
Rombak	22.508	1	18.175	3.377	956	1.517
Stavanger-Nordagutu			58.095	1.203	883	730
Bergen-Hønefoss			64.652	1.338	983	812
Trondheim-Eidsvoll			71.211	1.474	1.082	895
Sum			435.541	21.861	10.921	11.474

Årlige KL-, omformings- og transformeringstap i matestasjoner, år 2017

25 kV 50 Hz i framtiden

Kraftpris kr/kWh:

0,35

Omf.stasjon	Forv. forbruk MWh (3-f. inn)	tap (%)	1-f. forbruk på lok (MWh)	Omf/transf.tap (MWh)	KL-tap (MWh)	Totale tap (1000 Kroner)
Kongsberg-Eidsvoll + Gardermobanen			113.279	2.345	1.722	1.423
Kongsvingerbanen + Oslo-Kornsjø			88.507	1.832	1.345	1.112
Vestfoldbanen+Gjøvikbanen			21.621	448	329	272
Rombak	22.508	1	18.175	3.377	956	1.517
Stavanger-Nordagutu			58.095	1.203	883	730
Bergen-Hønefoss			64.652	1.338	983	812
Trondheim-Eidsvoll			71.211	1.474	1.082	895
Sum			435.541	12.016	7.300	6.761

**VEDLEGG 5. NY MATEMODELL FOR 25 KV 50 HZ MATESYSTEM,
OVERSIKT
NSB BANE, INGENIØRTJENESTEN**

KOSTNADSOVERSIKT MATESTASJONER

Enheter i mateanlegget	Pris	Enhet
Transformatorstasjon, 2 x 7,5 MVA, 132/25 kV, ekskl. autotransformator	17.000	kkkr.
Transformatorstasjon, 3 x 7,5 MVA, 132/25 kV, ekskl. autotransformator	20.000	kkkr.
Transformatorstasjon, 2 x 13 MVA, 132/25 kV, ekskl. autotransformator	19.000	kkkr.
Transformatorstasjon, 7,5 + 13 MVA, 132/25 kV, ekskl. autotransformator	18.000	kkkr.
Transformatorstasjon, 2 x 7,5 MVA, 66/25 kV, ekskl. autotransformator	15.000	kkkr.
Transformatorstasjon, 3 x 7,5 MVA, 66/25 kV, ekskl. autotransformator	18.000	kkkr.
Transformatorstasjon, 2 x 13 MVA, 66/25 kV, ekskl. autotransformator	18.000	kkkr.
Transformatorstasjon, 3 x 13 MVA, 66/25 kV, ekskl. autotransformator	22.000	kkkr.
Transformatorstasjon, 7,5 + 13 MVA, 66/25 kV, ekskl. autotransformator	16.500	kkkr.
Høyspenningsoverføring, 3-fase 132 kV, normale forhold	620	kkkr/km
Høyspenningsoverføring, 3-fase 66 kV, normale forhold	450	kkkr/km
Enkel T-avgreining med skillebryterarrangement, 132 kV	270	kkkr.
Enkel T-avgreining med skillebryterarrangement, 66 kV	250	kkkr.
T-avgreining med effektbryterarrangement i separat bygg, 132 kV	7.075	kkkr.
T-avgreining med effektbryterarrangement i separat bygg, 66 kV	5.825	kkkr.
T-avgreining med effektbryterarrangement i egen (NSB's) transformatorstasjon, 132 kV	1.100	kkkr.
T-avgreining med effektbryterarrangement i egen (NSB's) transformatorstasjon, 66 kV	730	kkkr.
SVC-anlegg, 10 MVA, 132 og 66 kV	17.700	kkkr.
SVC-anlegg, 20 MVA, 132 og 66 kV	22.000	kkkr.
Autotransformator, 6-7 MVA m/brytere og vern	2.500	kkkr.
Transformatorstasjon, 1 x 13 MVA + 2 x 7,5 MVA, 132/25 kV, ekskl. autotransformator	21.000	kkkr.

Alle priser er uten MVA, investeringsavgift og Internrente.

	Avstand fra Oslo (km)	Installert effekt (MVA)	Henter kraft fra :	Spenningsnivå (kV)	Min. kortslutningsytelse (MVA)	Avstand til kraftkilde	SVC-anlegg (MVAr)	Antall autotransformatorer	Pris transformatorstasjon (kkr)	Pris overføringslinje (kkr)	Pris avgreining fra kraftkilde (kkr)	Pris SVC-anlegg (kkr)	Pris autotransformatorer (kkr)	Investeringsår	Sum pris pr. matestasjon (kkr)
Sørlandsbanen															
Nordagutu	146	3 x 7,5	Nordagutu tr.st.	132	320	0,4	10	0	20.000	248	0	17.700	0	2010	37.948
Kjoslen	198	2 x 7,5	Drangedal trafostasjon	132	690	0,2	10	0	17.000	124	1.100	17.700	0	2010	35.924
Gjerstad	237	2 x 7,5	Gjerstad tr.st.	132	300	6	10	0	17.000	3720	0	17.700	0	2010	<u>38.420</u>
															112.292
Nelaug	281	2 x 7,5	Nelaug omf.st.	66	75	0,2	10	0	15.000	90	0	17.700	0	2009	32.790
Fidjetun	313	2 x 7,5	Sennumstad tr.st.	132	175	18	10	0	17.000	11160	0	17.700	0	2009	45.860
Vennesla	350	2 x 7,5	Hallandsbru tr.st.	110	550		10	0	17.000	0	0	17.700	0	2009	34.700
Krossen	368	2 x 7,5	Krossen tr.st.	132	473		10	0	17.000	0	0	17.700	0	2009	<u>34.700</u>
															148.050
Lelvoll	409	7,5 + 13	Linje Laudal kr. st	110	400	0,4	10	5	18.000	248	0	17.700	12500	2008	48.448
Mol	477	2 x 7,5	Mol tr.st.	66	94	1	10	0	15.000	450	0	17.700	0	2008	<u>33.150</u>
															81.598
Egersund	526	2 x 7,5	Kjelland tr.st.	50	425	1	10	0	15.000	450	0	17.700	0	2007	33.150
Ganddal	580	13 + 7,5	Stokkeland tr.st.	132	1450		0	4	18.000	0	0	0	10000	2007	<u>28.000</u>
															61.150

	Avstand fra Oslo (km)	Installert effekt (MVA)	Henter kraft fra :	Spenningsnivå (kV)	Min. kortslutningsytelse (MVA)	Avstand til kraftkilde	SVC-anlegg (MVAr)	Antall autotransformatorer	Pris transformatorstasjon (kkr)	Pris overføringslinje (kkr)	Pris avgreining fra kraftkilde (kkr)	Pris SVC-anlegg (kkr)	Pris autotransformatorer (kkr)	Investeringsår	Sum pris pr. matestasjon (kkr)
Bergensbanen															
Sokna	111,9	2 x7,5	Sokna tr.st.	132	206	0,5	10	0	17.000	310	0	17.700	0	2009	35.010
Flå	152	2 x7,5	Flå tr.st.	132	170	0,7	10	0	17.000	434	0	17.700	0	2009	35.134
Nesbyen	185	2 x7,5	Nes tr.st.	132	150	0,2	10	0	17.000	124	0	17.700	0	2009	34.824
															<u>104.968</u>
Ål	224	2 x 7,5	Ål tr.st.	66	105	0,4	10	0	15.000	180	0	17.700	0	2008	32.880
Haugastøl	275,5	7,5 + 13	Linje fra Ørteren	66	113	0,2	10	4	16.500	90	730	17.700	10000	2008	45.020
															<u>77.900</u>
Mjølfjell	354,2	13 + 7,5	Linje fra Voss	45	185	0,2	10	5	16.500	90	730	17.700	12500	2007	47.520
Voss	382	2 x 7,5	Linje Voss - Mjølfjell	66	300	0,2	10	0	15.000	90	730	17.700	0	2007	33.520
Dale	425,3	2 x 7,5	Dale tr.st.	132	500	0,4	10	0	17.000	248	0	17.700	0	2007	34.948
Arna	466,8	2 x 7,5	Arnavågen tr.st.	132	1000	1	0	0	17.000	620	0	0	0	2007	17.620
															<u>133.608</u>

	Avstand fra Oslo (km)	Installert effekt (MVA)	Henter kraft fra :	Spenningsnivå (kV)	Min. kortslutningsytelse (MVA)	Avstand til kraftkilde	SVC-anlegg (MVAr)	Antall autotransformatorer	Pris transformatorstasjon (kkr)	Pris overføringslinje (kkr)	Pris avgreining fra kraftkilde (kkr)	Pris SVC-anlegg (kkr)	Pris autotransformatorer (kkr)	Investeringsår	Sum pris pr. matestasjon (kkr)
Dovrebanen															
Minnesund	74,5	2 x 7,5	Minne tr.st.	132	1200	0,2	0	0	17.000	124	0	0	0	2013	17.124
Stange	114,2	2 x 7,5	Finstad tr.st.	66	245	1,5	10	0	15.000	675	0	17.700	0	2013	33.375
Moelv	155,8	2 x 7,5	Brovoll tr.st.	66	360	0,4	10	0	15.000	180	0	17.700	0	2013	32.880
															<u>83.379</u>
Fåberg	191,7	2 x 7,5	Fåberg tr.st.	66	360	0,3	10	0	15.000	135	0	17.700	0	2012	32.835
Tretten	214	2 x 7,5	Tretten tr.st.	66	30	1	10	0	15.000	450	0	17.700	0	2012	33.150
Ringebu	243	2 x 7,5	Ringebu tr.st.	66	30	1	10	0	15.000	450	0	17.700	0	2012	33.150
Harpefoss	260	2 x 7,5	Harpefoss tr.st.	66	100	1	10	0	15.000	450	0	17.700	0	2012	33.150
Otta	298	2 x 7,5	Otta tr.st.	66	216	0,3	10	0	15.000	135	0	17.700	0	2012	32.835
															<u>165.120</u>
Dombås	343	2 x 7,5	Dombås tr.st.	66	230	0,5	10	0	15.000	225	0	17.700	0	2011	32.925
Hjerkin	382	2 x 7,5	Hjerkin tr. st	66	134		10	0	15.000	0		17.700	0	2011	32.700
															<u>65.625</u>
Oppdal	429	2 x 7,5	Oppdal tr.st.	66	90	0,1	10	0	15.000	45	0	17.700	0	2010	32.745
Berkåk	463,5	2 x 7,5	Brattset kr.st.	132	84	1,3	10	0	17.000	806	0	17.700	0	2010	35.506
Lundamo	513,8	2 x 7,5	Lundamo tr.st.	66	100	1	10	0	15.000	450	0	17.700	0	2010	33.150
Stavne	550	2 x 7,5	66 kV kabel langs Oslovn.	66	385	0,3	10	0	15.000	135	730	17.700	0	2010	33.565
															<u>134.966</u>

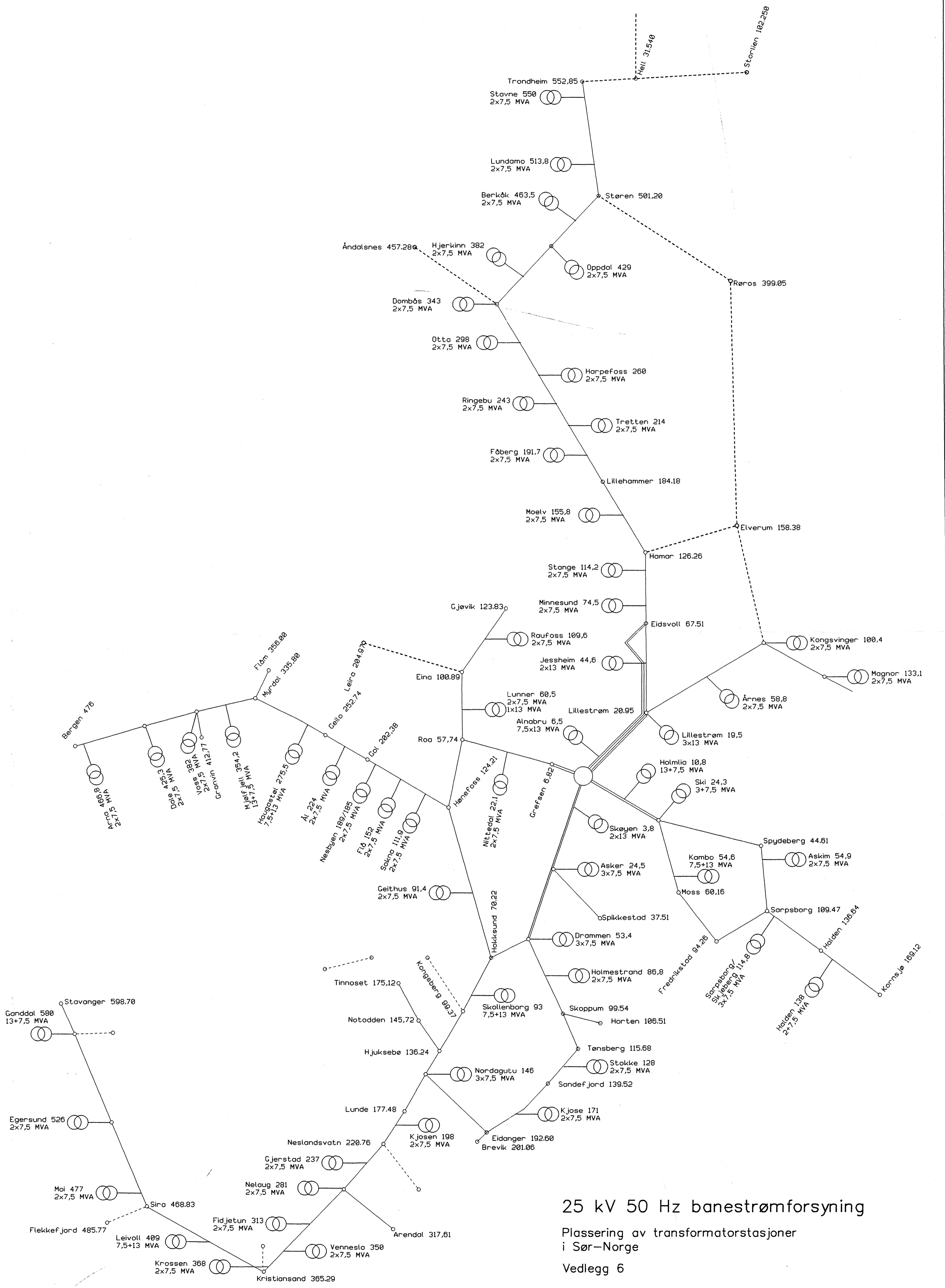
	Avstand fra Oslo (km)	Installert effekt (MVA)	Henter kraft fra :	Spenningsnivå (kV)	Min. kortslutningsytelse (MVA)	Avstand til kraftkilde	SVC-anlegg (MVAr)	Antall autotransformatorer	Pris transformatorstasjon (kkr)	Pris overføringslinje (kkr)	Pris avgreining fra kraftkilde (kkr)	Pris SVC-anlegg (kkr)	Pris autotransformatorer (kkr)	Investeringsår	Sum pris pr. matesasjon (kkr)
Vestfoldbanen, Skien - Nordagutu - Kongsberg															
Drammen	53,4	NBI	Bygges samtidig med Kongsberg-	Eidsvoll											
Holmestrand	86,8	2 x 7,5	Holmestrand tr.st	132	1500	0,4	0	0	17.000	248	0	0	0	2013	17.248
Stokke	128	2 x 7,5	Sundland tr.st.	132	1800	1,5	0	0	17.000	930	0	0	0	2013	17.930
Kjose	171	2 x 7,5	Linje Meen - Bergeløkkka	132	1450	0,5	0	0	17.000	310	1.100	0	0	2013	18.410
Nordagutu	218	(over Vestfoldbanen)													
Skollenborg	93	7,5 + 13	Labro kr.st.	132	1700	4	0	3	18.000	2480	0	0	7500	2013	27.980
															<u>81.568</u>

	Avstand fra Oslo (km)	Installert effekt (MVA)	Henter kraft fra :	Spenningsnivå (kV)	Min. kortslutningsytelse (MVA)	Avstand til kraftkilde	SVC-anlegg (MVAr)	Antall autotransformatorer	Pris transformatorstasjon (kkr)	Pris overføringslinje (kkr)	Pris avgreining fra kraftkilde (kkr)	Pris SVC-anlegg (kkr)	Pris autotransformatorer (kkr)	Investeringsår	Sum pris pr. matesasjon (kkr)
Gjøvikbanen															
Nittedal	22,1	2 x 7,5	Strøm tr.st.	66	475	1,5	10	0	15.000	675	0	17.700	0	2014	33.375
Lunner (mater forbl Hønefoss mot Hokksund)	60,5	2 x 7,5 + 1 x 13	132 kV linje Follum-Minne	132	400	0,5	20	0	21.000	310	1.100	22.000	0	2014	44.410
Raufoss	109,6	2 x 7,5	Raufoss tr.st.	132	600	0,2	10	0	17.000	124	0	17.700	0	2014	34.824
Hønefoss - Hokksund															
Geithus	91,4	2 x 7,5	Geithusfoss kr.st.	66	208	2	10	0	15.000	900	0	17.700	0	2014	33.600
															<u>146.209</u>

	Avstand fra Oslo (km)	Installert effekt (MVA)	Henter kraft fra :	Spenningsnivå (kV)	Min. kortslutningsytelse (MVA)	Avstand til kraftkilde	SVC-anlegg (MVA _r)	Antall autotransformatorer	Pris transformatorstasjon (kkr)	Pris overføringslinje (kkr)	Pris avgreining fra kraftkilde (kkr)	Pris SVC-anlegg (kkr)	Pris autotransformatorer (kkr)	Investeringsår	Sum pris pr. matesfasjon (kkr)
Kongsvingerbanen															
Lillestrøm	19,5														
Årnes	58,8	2 x 7,5	Årnes tr.st.	66	650	0,8	10	0	15.000	360	0	17.700	0	2015	33.060
Kongsvinger	100,4	2 x 7,5	Kongsvinger tr.st. 132 kV linje	66	190	0,1	10	0	15.000	45	0	17.700	0	2015	32.745
Magnor	133,1	2 x 7,5	Eidskog- Charlottenberg	132	300	0,3	10	0	17.000	186	1.100	17.700	0	2015	35.986
Østfoldbanen															
Holmlia	10,8	13 + 7,5	Holmlia tr.st.	47	290	0,3	20	0	16.500	135	0	22.000	0	2015	38.635
Ski	24,3	3 x 7,5	"Ski" tr.st.	50	539	0,2	10	0	18.000	90	0	17.700	0	2015	35.790
Kambo (vestre linje)	54,6	7,5 + 13	Kambo tr.st.	50	330	0,4	10	3	15.000	180	0	17.700	7500	2015	40.380
Askim (østre linje)	54,9	2 x 7,5	Jahren tr.st.	50	110	0,3	10	0	15.000	135	0	17.700	0	2015	32.835
Sarpsborg/ Skjeberg	114,8	3 x 7,5	Navestad tr.st.	50	230	0,5	10	0	18.000	225	0	17.700	0	2015	35.925
Halden	138	2 x 7,5	Gyldenløve tr.st.	50	330	0,3	10	0	15.000	135	0	17.700	0	2015	32.835
															318.191

	Avstand fra Oslo (km)	Installert effekt (MVA)	Henter kraft fra :	Spenningsnivå (kV)	Min. kortslutningsytelse (MVA)	Avstand til kraftkilde	SVC-anlegg (MVAr)	Antall autotransformatorer	Pris transformatorstasjon (kkr)	Pris overføringslinje (kkr)	Pris avgreining fra kraftkilde (kkr)	Pris SVC-anlegg (kkr)	Pris autotransformatorer (kkr)	Investeringsår	Sum pris pr. matesasjon (kkr)
Kongsberg - Oslo															
Skøyen	3,8	2 x 13	Hoff tr.st. Kabel mellom	47	390	0,4	20	0	18.000	180	0	22.000	0	2016	40.180
Asker	24,5	3 x 7,5	Borgen og Fusdal tr.st.	132	480	0,2	10	0	20.000	124	1.100	17.700	0	2016	38.924
Drammen Skollenborg	53,4 93	3 x 7,5 NB!	Langum tr.st. Bygges samtidig med Vestfold og Bratsbergbanen	132	980	11,8	0	0	20.000	7316	0	0	0	2016	27.316
Oslo - Eldsvoll															
Alnabru	6,5	7,5 + 13	Linje - Oslo Energi	50	440	0,2	20	0	16.500	90	730	22.000	0	2016	39.320
Lillestrøm	19,5	3 x 13	Stalsberg tr.st.	50	368	0,2	20	0	22.000	90	0	22.000	0	2016	44.090
Jessheim	44,6	2 x 13	Gjestad tr.st.	66	470	2	20	0	18.000	900	0	22.000	0	2016	40.900
															230.730
														Totalt:	1.945.354

VEDLEGG 6. P L A S S E R I N G A V 2 5 K V 5 0 H Z
TRANSFORMATORSTASJONER, KARTSKISSE



25 kV 50 Hz banestrømforsyning
 Plassering av transformatorstasjoner
 i Sør-Norge
 Vedlegg 6

**VEDLEGG 7. ENHETSKOSTNADER BRUKT I FORBINDELSE MED
MATESTASJONER**

**Enhetskostnader brukt i forbindelse med matestasjoner,
15 kV 16 2/3 Hz og 25 kV 50 Hz, oppgitt i 1000 kr eks. avgifter**

Investeringskostnader:

Høgspenningstilførsel:

Bygging av 3-fase overføringslinjer, 132 kV, normale forhold
kr: 620 pr. km

Bygging av 3-fase overføringslinjer, 66 kV, normale forhold
kr: 450 pr. km

Bygging av enkel T-avgreining med skillebryterarrangement, 132 kV
kr: 270

Bygging av enkel T-avgreining med skillebryterarrangement, 66 kV
kr: 250

Bygging av T-avgreining med effektbryterarrangement i separat bygg, 132 kV
kr: 7.075

Bygging av T-avgreining med effektbryterarrangement i separat bygg, 66 kV
kr: 5.825

Bygging av T-avgr. med effektbryterarrangement i egen (NSB's) transf.stasjon, 132 kV
kr: 1.100

Bygging av T-avgr. med effektbryterarrangement i egen (NSB's) transf.stasjon, 66 kV
kr: 730

Transformatorstasjoner for 25 kV 50 Hz, m/utrustning:

Bygging av transformatorstasjon, komplett, 132 kV inn, 2x7,5 MVA
kr: 17.000

Bygging av transformatorstasjon, komplett, 132 kV inn, 3x7,5 MVA
kr: 20.000

Bygging av transformatorstasjon, komplett, 132 kV inn, 2x13 MVA
kr: 19.000

Bygging av transformatorstasjon, komplett, 132 kV inn, 7,5 + 13 MVA
kr: 18.000

Bygging av transformatorstasjon, komplett, 132 kV inn, 2 x 7,5 + 13 MVA
kr: 21.000

Bygging av transformatorstasjon, komplett, 66 kV inn, 2x7,5 MVA
kr: 15.000

Bygging av transformatorstasjon, komplett, 66 kV inn, 3x7,5 MVA
kr: 18.000

Bygging av transformatorstasjon, komplett, 66 kV inn, 2x13 MVA
kr: 18.000

Bygging av transformatorstasjon, komplett, 66 kV inn, 3x13 MVA
kr: 22.000

Bygging av transformatorstasjon, komplett, 66 kV inn, 7,5 + 13 MVA
kr: 16.500

Bygging av SVC-anlegg, 10 MVA, 132 og 66 kV
kr: 17.700

Bygging av SVC-anlegg, 20 MVA, 132 og 66 kV
kr: 22.000

Bygging av autotransformatorer i KL-anlegg (50 Hz)
kr: 2.500 pr stk.

Omformerstasjoner:

Bygging av omformerstasjon, 2x6 MVA, RSK klasse 2
kr: 45.200

Bygging av omformerstasjon, 2x14 MVA, RSK klasse 1
kr: 86.100

Bygging av omformerstasjon, 3x14 MVA, RSK klasse 1
kr: 128.700

Transformatorstasjoner for 25 kV 50 Hz, m/utrustning:

Reinvestering av transformatorstasjon, 8 MVA, 55/15 kV
kr: 12.500

Mateledning for 16 2/3 Hz:

Reinvestering av 1-fase 55 kV mateledning for 16 2/3 Hz
kr: 335 pr. km

Årlige drift- og vedlikeholdskostnader:

Transformatorstasjon for 25 kV 50 Hz

kr: 130 pr. stk

Autotransformator i KL-anlegg (50 Hz)

kr: 10 pr. stk

Omformerstasjon, roterende omformere, inkl. én SG-bryter

kr: 350

Omformerstasjon, statiske omformere, inkl. én SG-bryter

kr: 255

Transformatorstasjon for 15 kV 16 2/3 Hz, inkl. én SG-bryter

kr: 165 pr. stk

55 kV mateledning for 16 2/3 Hz, pr.km

kr: 1,5

Større ombyggingskostnader:

Fullstendig ombygging av 16 kV koblingsanlegg, pr. omformerstasjon

kr: 4.500

Modernisering av lokalkontrollanlegg, pr omformerstasjon

kr: 4.000

Reinvestering av matekabler, gjennomsnitt pr omformerstasjon

kr: 750

Omvikling av generatorviklinger, pr omformerenhet

kr: 1.500

Ombygging av apparatvogner, pr omformerenhet

kr: 3.000

Bytte av O-brytere (transformatorbrytere), pr omformerenhet

kr: 190

Generelle kostnader:

Total kraftpris, inklusive elavgift, produksjonsavgift og mva

35 øre/kWh

**VEDLEGG 8. E L E K T R I S K B A N E D R I F T M E D
AUTOTRANSFORMATORLØSNINGER,
BANE, REGION NORD**

ELEKTRISK BANEDRIFT MED AUTOTRANSFORMATORER

- * Isolasjonsnivå for kabler må være minimum 50kV. Nærmeste standard er 52kV. Alcatel gir budsjettpris på 150mm² (~ 11MVA) se bak.
- * Autotransformatorene plasseres på bakken.
- * En må ha isolatorer for 50kV isolasjonsnivå.
- * Autotransformatorene plasseres med en innbyrdes avstand på 10km(tommel regel). Redusert avstand mellom autotransformatorene reduserer spenningsfall og tele/signalforstyrrelser.
- * Avstanden mellom matestasjonene kan i teorien økes til 5 X (normalavstand) dvs ca 200km. I praksis 2-3 X (normalavstanden) dvs ca 80-120km.

Priser er hentet fra utredning om kraftforsyningen på malmbanen(Banverket-94)
A.Palesjø & B.Fahlgren

- * Pris pr autotransformator:
6 -7MVA m/brytere og vern kr 2 500 000,- (-94 svenske kroner)
- * Pris pr transformatorstasjon komplett 132/25kV:
Stasjon med 2 X 13MVA transformator kr 19 000 000,- (-94 svenske kroner)
(pris pr transformatorstasjon komplett 2 X 25MVA EFI TR 3660 kr 17 500 000 (-89 norske kroner)).

En kan ved budsjetering regne med 80km mellom hver matestasjon. Økes avstanden mellom matestasjonene må også transformatorkapasiteten i matestasjonene økes. En kan ved budsjetering regne med 13MVA transformatorer i matestasjonene i stedet for 7.5MVA transformatorer som ved "konvensjonell løsning". En må også ta hensyn til øket spennings-usymmetri pga øket lengde mellom matestasjonene(større matestasjoner i MVA).

22-66kV's nettet i Norge drives med isolert(spolejordet) nullpunkt. Autotransformatorsystemet vil medføre et jordet system. Hvordan stiller Elektrisitetstilsynet seg til dette?. De har jo godkjent jording av NSB's 15kV!

Virkemåte:

Virkemåten for kontaktledningsanlegg med autotransformatorer er beskrevet lenger bak i dette notatet. En ser her at en eventuell belastning vil bli forsynt med energi fra begge sider, avhengig av impedanseforholdene til kontaktledningsanlegget. Jeg hevdet at dette ikke var tilfelle under vårt møte i uke 7.

Ved å jorde midtuttaket på autotransformatoren reduseres returstrømmen. En får samme strøm i hver returgren, se beskrivelsen bak.

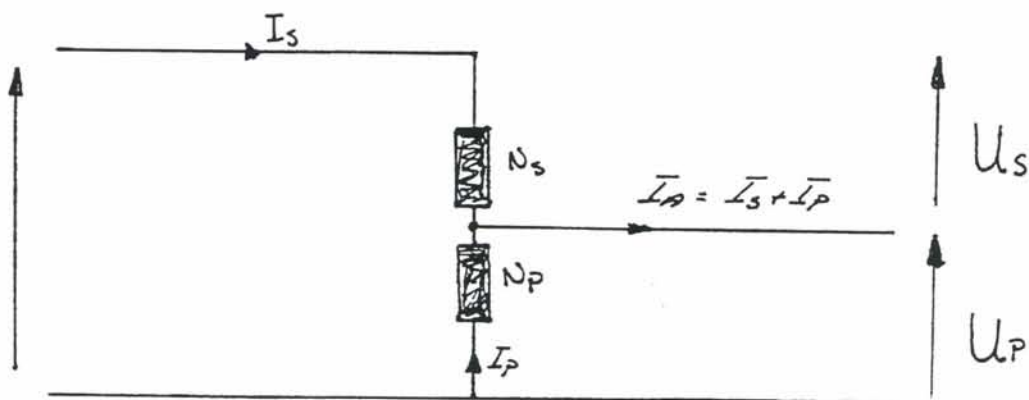
Til orientering:

- * Banverkets utredning antyder tettere avstand mellom sugetransformatorene ved overgang fra 16 2/3Hz til 50Hz spenning. Banverket har regnet 5km mellom sugetransformatorer for 16 2/3Hz og 3km for 50Hz alternativet.
- * Banverkets utredning har brukt følgende drifts- og vedlikeholdskostnader. (-94 svenske kroner)
 - Omformerstasjon (statisk & roterende) pr.stk kr 380 000,-/år
 - Transformatorstasjon pr.stk kr 40 000,-/år
 - Mateledning 130kV kr 4 200,-/kmår
 - Autotransformatorer pr.stk kr 10 000/år
 - 50Hz innmating pr.stk kr 80 000,-/år

AUTOTRANSFORMATORER BRUKT VED ELEKTRISKBANEDRIFT

VIRKEMÅTE FOR AUTOTRANSFORMATOR, MEDKOBLING

Autotransformatoren alene medfører at en må ha samme isolasjonsnivå på primær- og sekundærside. Dette fordi primær-/sekundærside ikke er galvanisk atskilt.



S: serievikling

P: parallellvikling

N_P : ant. vindinger parallellvikling

N_S : ant. vindinger serievikling

$S_E = U_P \cdot I_P = U_S \cdot I_S =$ Egeneffekt

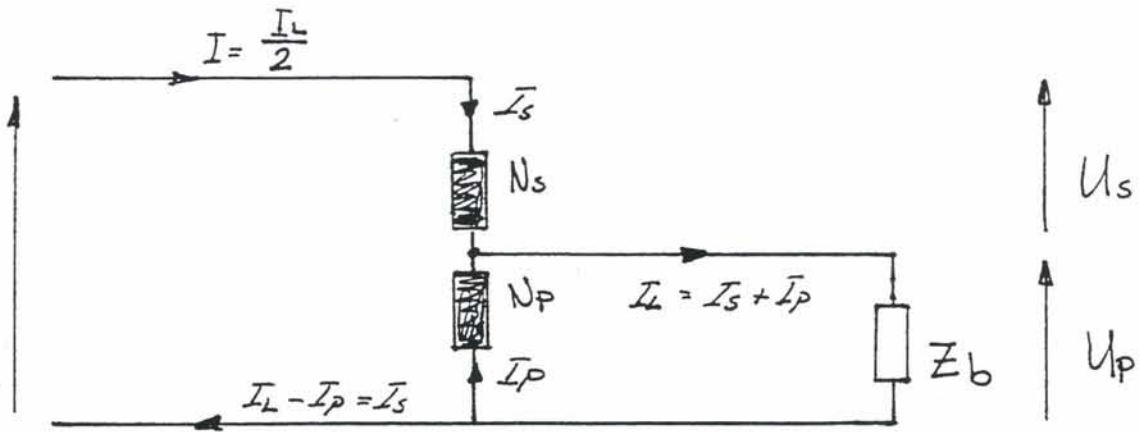
$S_G = U \cdot I_S =$ Gjennomgangseffekt (Merkeeffekt)

$I_P \cdot N_P = I_S \cdot N_S$

$U_P / N_P = U_S / N_S$

Figur 1 Virkemåte for autotransformator, medkobling

Eksempel:



$$N_s = N_p \Rightarrow U_s = U_p = U/2$$
$$\Rightarrow I_s = I_p$$

$$I_L = I_p + I_s = 2I_s = 2I$$

VIRKEMÅTE/STRØMFORDELING AUTOTRANSFORMATORER BRUKT I KONTAKTLEDNINGSANLEGG

GENERELT:

Avstand mellom autotransformatorene: 5-15km

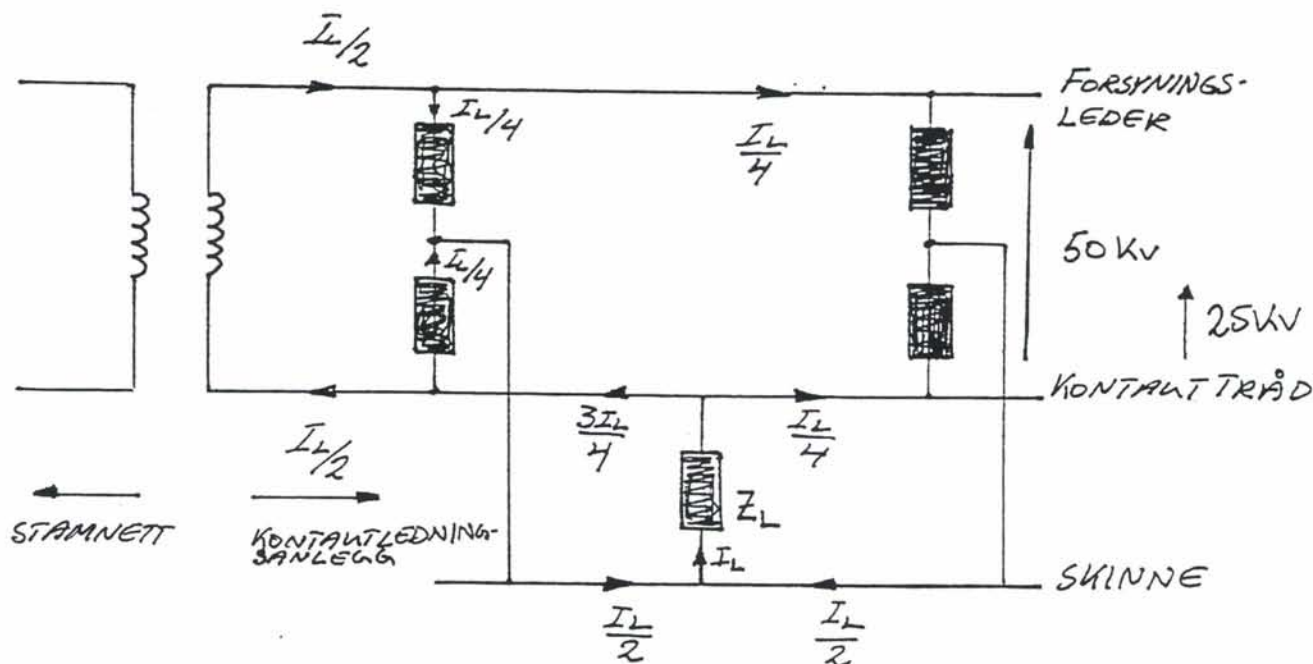
Avstanden mellom autotransformatorene påvirker spenningsfall på kontaktledningsanlegget, returstrøm og tomgangsstrøm til autotransformatorene.

Avstand mellom matestasjonene: 80-120km

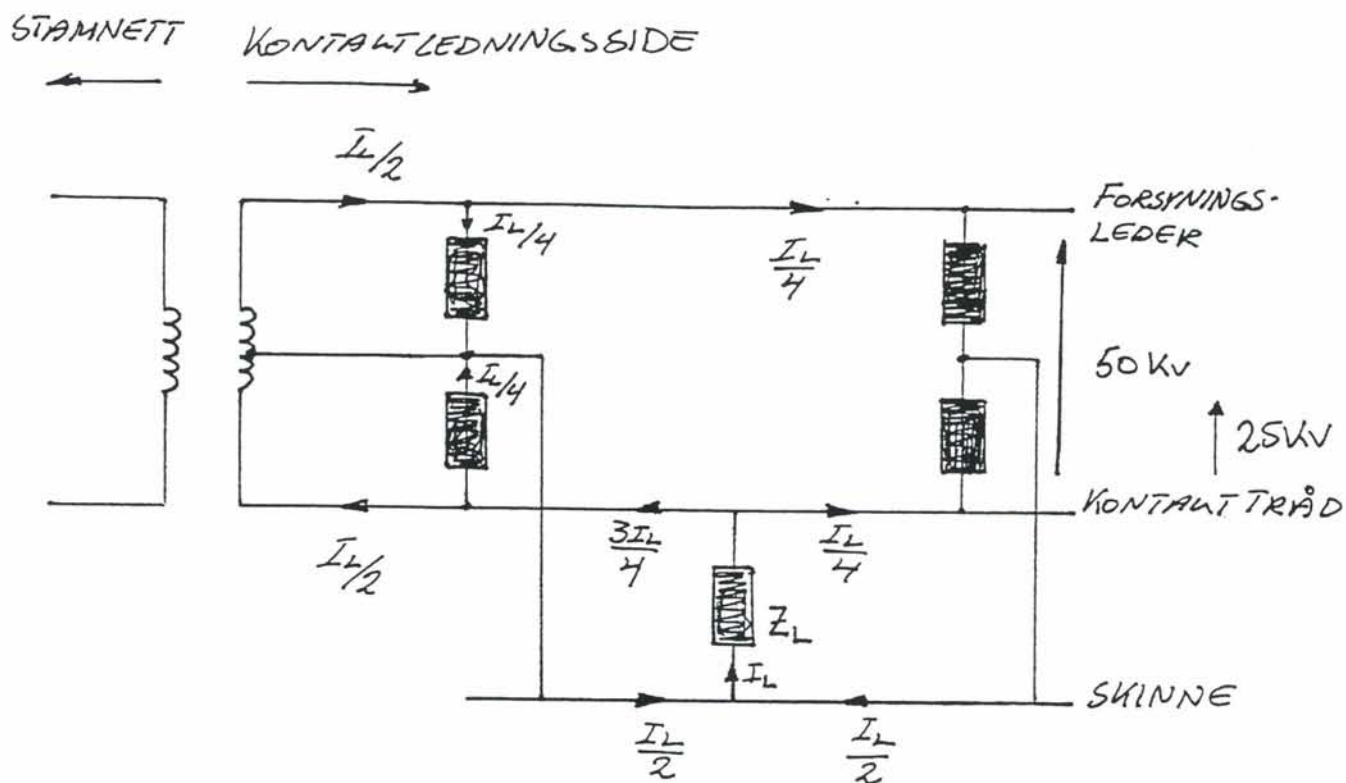
Det er beskrevet at dette systemet teoretisk kan gi en avstand mellom matestasjonene ca $5 \cdot$ normalavstand ($5 \cdot 40\text{km} = 200\text{km}$). En oppnår dette ved reduksjon av impedansen i kontaktledningsanlegget. I praksis har det vist seg at avstanden mellom matestasjonene blir ca 80-120km.

VIRKEMÅTE/STRØMFORDELING:

Forutsetter at lok/belastning befinner seg midt mellom autotransformatorene. En forutsetter at en har samme impedans i forsyningsleder og kontaktledning. (Ideelle forhold).



Figur 2 Autotransformatorer i kontaktledningsanlegget.



Figur 3 Autotransformatorer i kontaktledningsanlegget (SNCF-arrangement).

Ved systemet i figur 2 medfører kortslutning mellom eksempelvis forsyningsleder og skinne at en får 50kV mellom skinne og kjøretråd. Dette medfører at en må ha samme isolasjonsnivå på primær- og sekundærsiden av autotransformatorene dvs 50kV.

Samme kortslutning i systemet vist i figur 3 (SNCF-arrangement) fører til at viklingen på enfasetransformatoren mellom skinne og forsyningsleder i prinsippet kortsluttes, spenning mellom skinne og kjøretråd blir uforandret 25kV. Isolasjonsnivået kan da reduseres til 25kV mellom skinne/forsyningsleder og skinne/kontakttråd. Isolasjonsnivået mellom forsyningsleder og kontakttråd må fremdeles være 50kV.

Trondheim 19/5-95

Bjørn Jarmund

**VEDLEGG 9. TILKNYTNING TIL OVERLIGGENDE NETT, NETTKOSTNADER
NSB BANE, INGENIØRTJENESTEN**

Tilknytning til overliggende nett, nettkostnader

Høyspenningsoverføringer

Kostnader ved høyspenningsoverføringer og avgreiningspunkter er hentet fra rapporten "Kostnader for hovedkomponenter i kraftsystemet" som NVE har fått utarbeidet.

Det er tatt utgangspunkt i luftledninger. Med et overføringsbehov på maksimum 10 MVA er det naturlig å benytte en FeAl 95 mm² line. Denne er overdimensjonert elektrisk sett, men det benyttes sjelden lavere tverrsnitt i høyspenningsnettet, av hensyn til mekanisk dimensjonering. Det er tatt utgangspunkt i tremaster. Under normale forhold vil det være tilstrekkelige for NSB's behov. Kostnadene ved tremaster ligger på omlag 70 % av kostnadene ved stålmaster.

	Lette forhold (kr/km)	Normale forhold (kr/km)	Vanskelige forhold (kr/km)
132 kV	540.000	620.000	720.000
66 kV	390.000	450.000	570.000

Prisene omfatter :

- Alt nødvendig materiell
- Transport av materiell fra produsent til leveringssted ved anlegget
- Terrengtransport til de enkelte masteplasser
- Alle bygge- og montasjearbeider, inkludert jordingsarbeider
- Stikningsarbeider/ landmåling
- Konsulenthonorarer
- Grunnerstatninger
- Skogrydding i traseen

Prisene omfatter ikke :

- Merverdiavgift MVA
- Investeringsavgift
- Erstatninger til televerket dersom det må kompenseres for støy på telenettet (vanligvis en meget liten kostnad)
- Skadeserstatninger

Med lette forhold menes :

- Traseen går i lavlandsterreng med små is- og vindlaster
- Traseen er forholdsvis lett tilgjengelig, dvs. små avstander fra veier/ traktorveier
- Lett terreng, dvs. ingen fjelloverganger eller store høydeforskjeller i traseen

Med normale forhold menes :

- Kraftledningen går i "vanlig" terreng uten spesielle vanskeligheter med transport eller belastninger

Med vanskelige forhold menes :

- Traseen går i høyfjellsterreng med høye is- og vindlaster
- Vanskelig tilgjengelig trase, mye helikoptertransport og lange avstander
- Kort byggesesong pga. mye snø/ lang vinter

Prisene som er angitt for normale forhold angir omtrent hva km prisen for et gjennomsnittsanlegg vil bli.

Ekstra kostnader for korte ledninger

For korte kraftlinjer, inntil ca. 4 km, vil kostnadene pr. km bli noe høyere enn for lengre linjer fordi tilriggingskostnadene er omtrent like store som for de noe lengre linjene. Reint anslagsvis er det her gjort et tillegg på 20 % ved linjer kortere enn 4 km.

Avgreininger fra høyspenningsnettet

Nye transformatorstasjoner kan knyttes til overliggende høyspenningsnett på flere vis. Det mest vanlige er å leie en utgående linje i nærmeste transformator-/kraftstasjon hos kraftleverandør. Et annet alternativ er å benytte en såkalt T-avgreining fra en overliggende høyspenningslinje.

T-avgreining

Med T-avgreining menes en avgreining fra en høyspenningslinje, midt mellom 2 transformator-/kraftstasjoner. T-avgreining benyttes der avstanden fra matepunkt til nærmeste transformator-/kraftstasjon er uforholdsmessig lang. Ved avgreiningspunktet vil det normalt være montert skillebrytere for avgreiningen. Dersom avgreiningen er lang og/eller avhengigheten av den aktuelle høyspenningslinjen er stor, er det aktuelt med effektbrytere i avgreiningspunktet.

Effektbrytere med tilhørende arrangement vil ikke få plass i mast, og må derfor plasseres innomhus. Dersom avgreiningen ligger ved NSB's matestasjon, kan effektbrytere plasseres i dette bygget. Hvis ikke må man opp med eget bygg for å huse effektbryterne med tilhørende arrangement. Det vil da være aktuelt med et bygg med eget høyspenningsrom, kontrollrom, batterirom og dusj/wc. Dette må minimum kunne huse bryterarrangement, hjelpekraftanlegg, kontrollanlegg og fjernkontrollanlegg.

Det er med andre ord en vesentlig forskjell mellom den enkle løsningen med manuelt skillebryterarrangement i mast, og effektbryterarrangement i eget bygg.

Synspunkter angående T-avgreining fra høyspenningsnettet

Synspunktene er basert på samtaler med fagfolk fra ulike energiverk, fortrinnsvis Trygve Bjark i Oppland Energi og Jan Kure i Statnett.

Generelt kan man si at de fleste energiverk/netteiere er skeptiske og tildels lite begeistret for en T-avgreining fra deres nett. Dette skyldes bl.a. at ved T-avgreining på en linje vil linjeimpedansen sett fra de 2 matepunktene endre seg, slik at innstilling av vern for linjen kompliseres. Risikoen for at stående feil skal oppstå er større. Dessuten kan man ved feil på avgreiningen ha liten eller ingen mulighet til å seksjonere bort feilstedet uten manuell utrykking. Statistisk sett er det større risiko for feil på effektbryter i enden av avgreiningslinjen, enn på selve avgreiningslinjen. En slik feil vil gi et meget ugunstig impedansbilde sett fra linjevern hos kraftleverandør.

Flere T-avgreininger på samme linjestrekk vil gi et enda mer komplisert impedansbilde sett fra transformator-/kraftstasjonen. Mulighetene for sikker utløsning ved feil er nå sterkt redusert. Derfor er det lite aktuelt med flere T-avgreininger på samme linjestrekk.

I den senere tid har kraftleverandørene blitt stilt overfor strengere krav m.h.p. økonomisk drift. I denne forbindelse har også holdningene og viljen til å godta T-avgreininger blitt mer positiv. For det er klart at T-avgreining med skillebryterarrangement i mange tilfeller vil være den mest prisgunstige løsningen. Dette gjelder særlig når alternativet er en lang (mer enn en mil) overføringslinje til nærmeste transformator-/kraftstasjon.

Der NSB har matestasjon like ved høyspenningslinjen kan man enkelt og rimelig få en T-avgreining som er relativt gunstig for netteier. Begge retninger av linjen legges inn i NSB stasjonen og tilknyttes hver sin effektbryter. T-avgreiningen vil da være i midtpunktet og være utstyrt med egen effektbryter. Dersom netteier har kontroll over disse 3 effektbryterene, vil de nå ha bedre muligheter til å verne og seksjonere opp nettet ved feil. En slik løsning forutsetter nesten at NSB har en egen (4.) effektbryter på avgreiningen, slik at NSB selv kan legge "dø" sin egen matestasjon.

Man må regne med at holdningen hos kraftleverandørene til T-avgreining er noe negativ, men at valget kan baseres på en vurdering av teknisk løsning opp mot kostnader.

Kostnader ved avgreining fra høyspenningsnettet

Leie av en utgående linje i nærmeste transformator-/kraftstasjon

Ved leie av en utgående linje i nærmeste transformator-/kraftstasjon hos kraftleverandør vil kostnadene i stor grad avhenge om det er ledig plass og kapasitet i stasjonen. Hvis ikke kan det være aktuelt å yte et betydelig anleggsbidrag for å legge forholdene til rette.

Kostnadene her er hentet fra Statnett. Der vil det vanligvis ikke være aktuelt med anleggsbidrag. Prisene vil være avhenge spenningsnivået vi knytter oss til, og om vi ønsker enkel eller dobbel effektbryter. Ved dobbel effektbryter vil vi ha tilgang

til 2 ulike nett. Det er gunstig dersom det skulle oppstå feil ved det ene.

Bryterfeltleie er en årlig kostnad som vanligvis ligger inne i overføringstariffen til det elverk/netteier NSB er knyttet direkte til. Disse kostnadene er ikke tatt med som en investeringskostnad i dette prosjektet.

		Pris for leie (kr/år)
132 kV	Enkel effektbryter	440.000
	Dobbel effektbryter	670.000
66 kV/ 47 kV	Enkel effektbryter	185.000
	Dobbel effektbryter	260.000

T-avgreining med skillebryterarrangement

Ved dette alternativet blir en å knytte seg direkte til overliggende kraftlinje via manuelle skillebrytere i mast. Dette alternativet krever minst utstyr (skillebryter, travers, ventilavleder, jordplate osv.) og er det absolutt mest rimelige for NSB. Dette er også det minst gunstige alternativet for kraftleverandøren.

	Pris for enkel T-avgreining med skillebryterarrangement (kr)
132 kV	270.000
66 kV	250.000

T-avgreining med effektbryterarrangement

Ved dette alternativet blir en å knytte seg direkte til overliggende kraftlinje via effektbrytere i eget bygg. Som nevnt før må bygget minimum ha eget høyspenningsrom, kontrollrom, batterirom og dusj/wc. Dette må minimum kunne huse bryterarrangement, hjelpekraftanlegg, kontrollanlegg og fjernkontrollanlegg. Priser for anlegget er hentet fra rapporten "Kostnader for hovedkomponenter i kraftsystemet" som NVE har fått utarbeidet. Pris for fjernkontrollanlegg er lagt til. Prisene tar utgangspunkt i en enkel transformatorstasjon, hvor transformatorkostnadene er utelatt.

	Priser, 132 kV (kr)	Priser, 66 kV (kr)
Høyspenningsanlegg/ apparat-anlegg	1.900.000	1.250.000
Bygningsmessige kostnader	3.500.000	2.900.000
Planlegging, frakt og montasje	1.250.000	1.250.000
Grunnerstatning	125.000	125.000
Fjernkontroll	300.000	300.000
Total kostnad	7.075.000	5.825.000

I sentrale byområder vil både grunnerstatning og bygningsmessige kostnader kunne bli betydelig høyere enn anslått ovenfor.

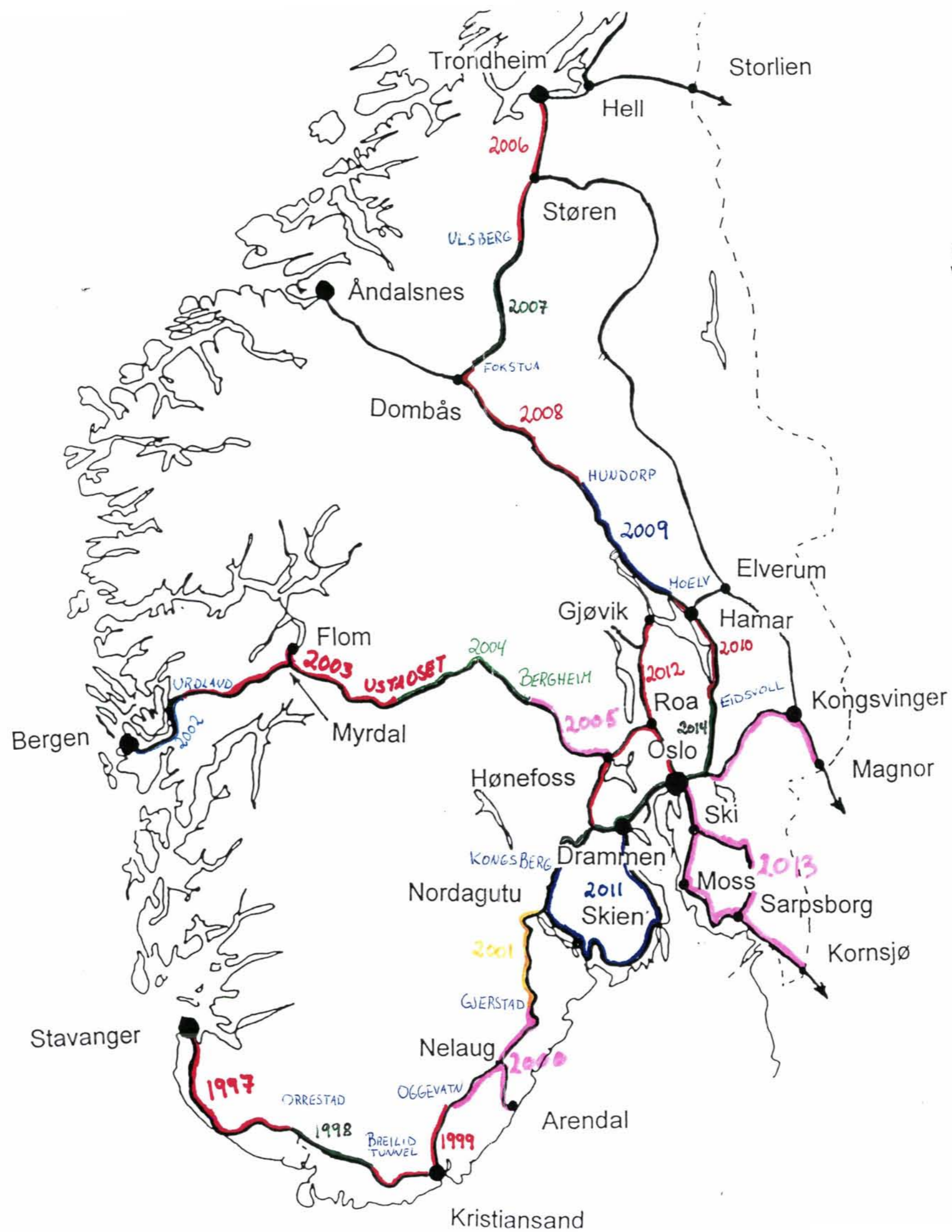
T-avgreining med effektbryterarrangement i egen matestasjon

På steder der det er ønskelig å plassere en transformator-/matestasjon, og overliggende høyspenningslinje krysser jernbanen, kan det være aktuelt å arrangere en T-avgreining med effektbrytere. Bryterene og arrangementet rundt dem kan da plasseres i samme bygg/stasjon som transformatoranlegget. Dette vil gi store kostnadsbesparelser i forhold til å plassere effektbryterene i eget bygg. Bygningskostnader, grunnerstatninger og fjernkontroll vil for det meste falle bort. Budsjettpris for det resterende (bryterfeltet) fra Vestfold Kraft er for 132 kV oppgitt til kr. 1.100.000. For 66 kV anlegg vil da tilsvarende pris være omlag kr. 730.000.

	Pris for T-avgreining med effektbryterarrangement i egen matestasjon (kr)
132 kV	1.100.000
66 kV	730.000

**VEDLEGG 10. OMBYGGINGSMØNSTER KONTAKTLEDNINGSANLEGG,
KARTSKISSE**

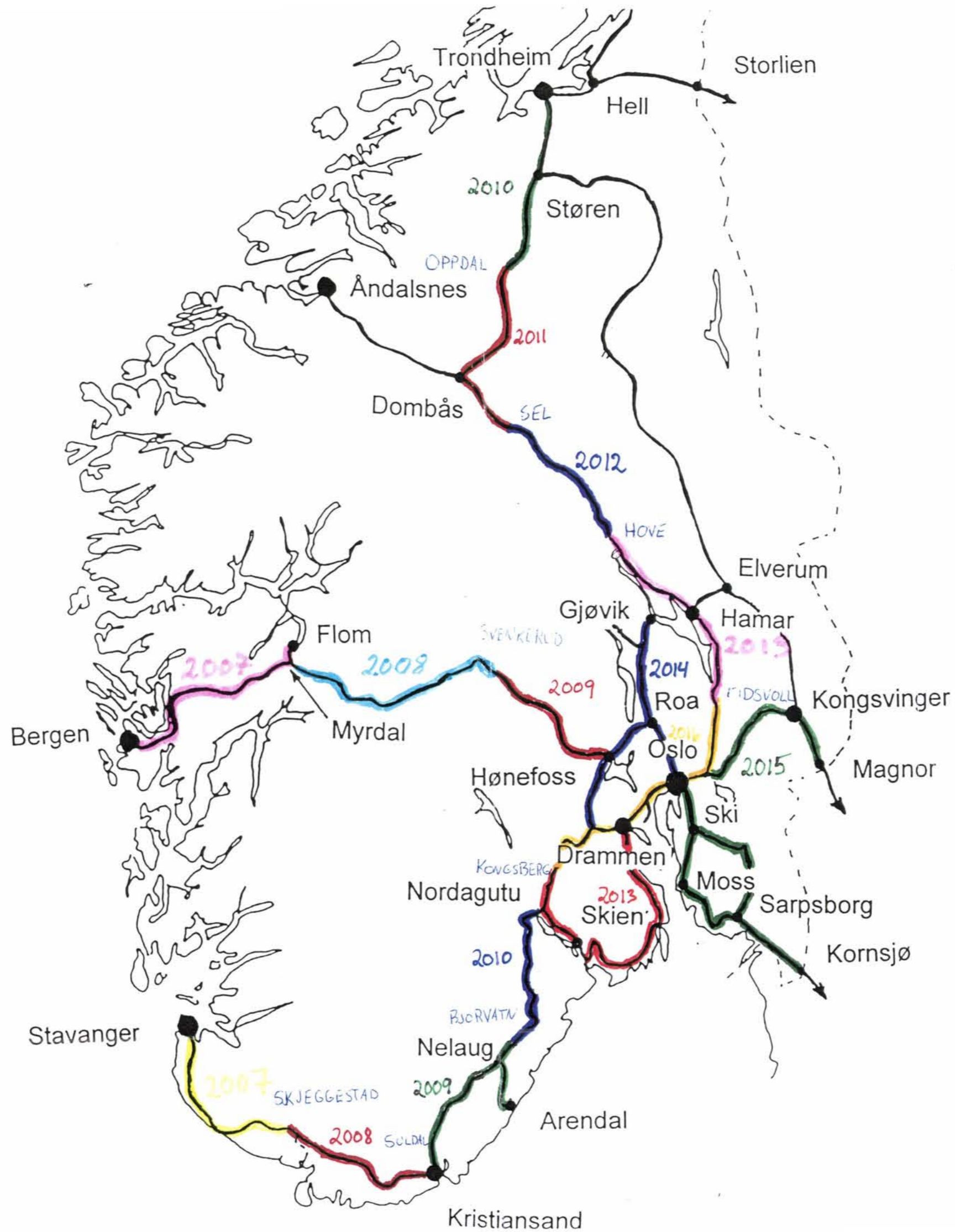
KL-ombygging



Sweden

VEDLEGG 11. OMLEGGING AV MATESYSTEM, KARTSKISSE

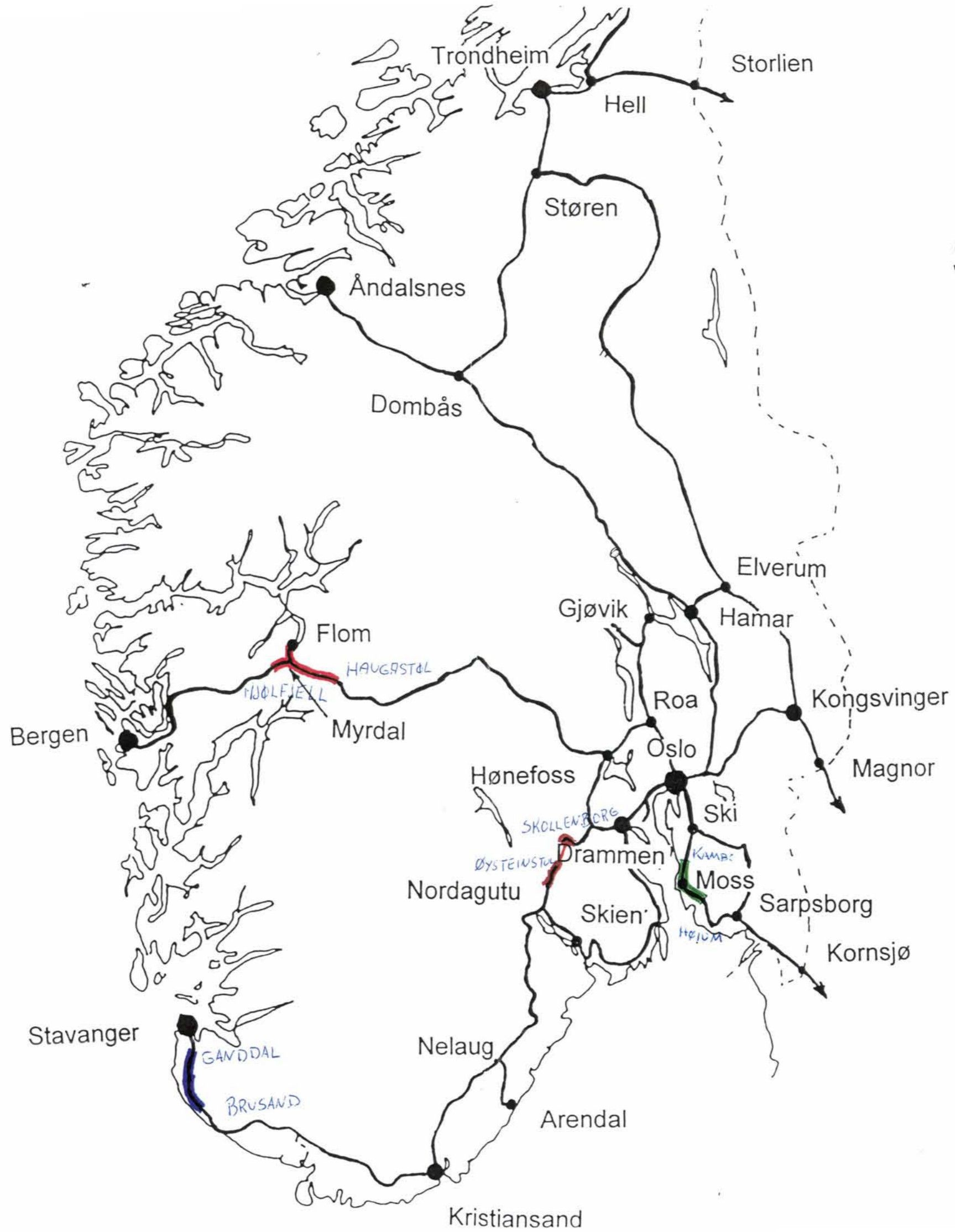
Omlagging til nytt
matesystem



Sweden

VEDLEGG 12. AUTOTRANSFORMATORPLASSERING, KARTSKISSE

Autotrafik



Sweden

VEDLEGG 13. TEKNISK BESKRIVELSE AV TRANSFORMATORSTASJONER

Teknisk beskrivelse av transformatorstasjoner :

Stasjon

Innkommende linjer: 3~, 132 alternativt 66 kV, 50 Hz

Ytelse pr stasjon: 2 x 7,5 MVA

Maks. effektuttak: 10 MW

Transformatorer: 7,5 MVA (ONAN)
132/25 kV alternativt 66/25 kV
Trinnkobler på primærside.
Lastkobler på sekundærside, 300 V/trinn, 5-7 trinn
For øvrig i hht. Norsk Standard

Brytere/skillebrytere

Brytere 132 kV: 1~, 50 Hz, bryteeffekt 2000 MVA

Skillebrytere 132 kV: 1~, 50 Hz, nom. effekt > 10 MW

alternativt

Brytere 66 kV: 1~, 50 Hz, bryteeffekt 1000 MVA

Skillebrytere 66kV: 1~, 50 Hz, nom. effekt > 10 MW

Brytere 25 kV: 1~, 50 Hz, bryteeffekt dimensjoneres med utgangspunkt i hhv.
 $S_k = 2000$ MVA ved forsyning fra 132 kV nettet og $S_k = 1000$
MVA ved forsyning fra 66 kV nettet.

Lastskillebryter for
hjelpetransformator: 1~, 50 Hz, dimensjoneres for samme kortslutningseffekt som
25 kV-bryterne.

Jordingskniver: 1~, dimensjoneres mht. kortslutningseffekt i den del av
anlegget den er plassert, se vedlegg 2.

Hjelpeutrustning

Hjelpkrafttransformator,
lokal forsyning: 30 kVA, 25 kV/230 V

UPS:

Likeretter/vekselretter: 15 A, 230 V AC, 110 V DC

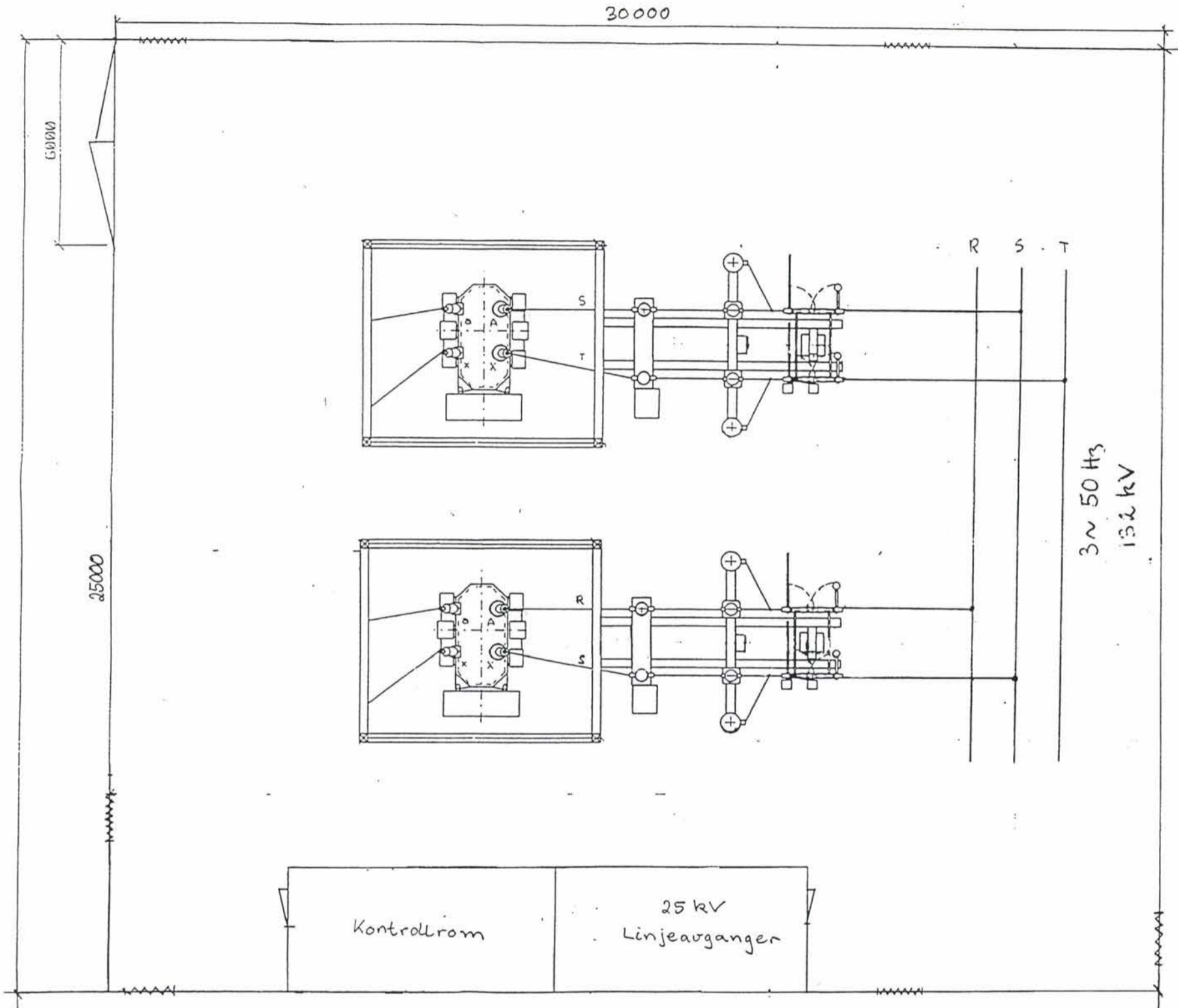
DC/DC konverter: 110/48 V

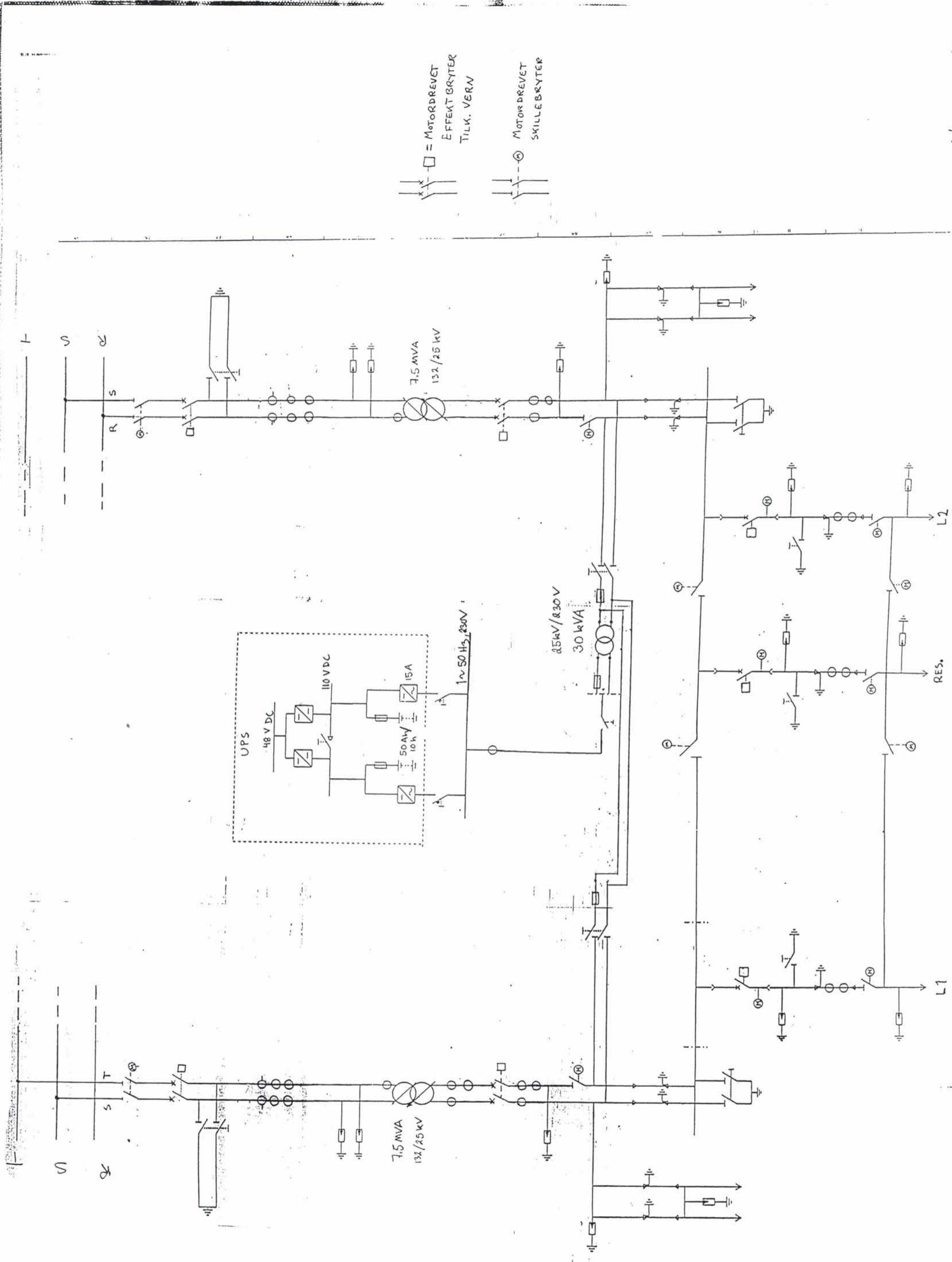
Batteri: 50 Ah/10h

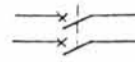
PLS: for lokal automatikk, forrigling etc.

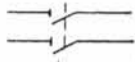
Fjernkontrollterminal: for kommunikasjon med elkraftsentral.

Vern	
132 kV alt. 66 kV transformator:	differensialvern, overstrøm, jordfeilvern, gassvakt, trykkvakt, termovakter, oljenivåviser
Innkommende linjer: 132 kV alt. 66kV:	jordfeil, underspenningsvern, overstrømvern, distansevern, stilling bryter
Utgående 25 kV linjer:	overstrømvern, strømsprangvern (startrelé for distansevernet), distansevern, termisk vern
Ventilavledere:	som i enlinjeskjema
Måleutrustning	
Måletransformatorer:	tilstrekkelig antall for ovennevnte vern, samt energimåling. Utgangsverdier skal være maks. 5 A
Måleverdiomformere:	inngangsverdier 0 - 5A, utgangsverdier fra 0-10 mA DC eller ± 10 mA
Linjefelt	
25 kV linjefelt:	Trykkavlastet system som håndterer både overtrykk og røykgasser, med kapslingsgrad IP 3X. Til hver linjeavgang skal 30 meter 25 kV kabel inkluderes.
Prøvemotstandsfunksjon:	NSB har i dag et prøvemotstand på 640 ohm som kobles inn over en prøvebryter. Hensikten er å begrense strømmen ved innkobling av bryter mot en jordfeil. Tilsvarende funksjon ønskes i fremtiden også om enn med annen teknisk løsning.
Kabler	
Returstrømkabler:	isolasjonsnivå: 1000 V, tverrsnitt 150 mm ²
25 kV kabel:	isolasjonsnivå: 25 kV, $I_n = 400$ A
Diverse	
Kjøkkenkrok med kokemuligheter.	
Toalett	





 = MOTORDREVET
 EFFEKTBRYTER
 TILK. VERN

 = MOTORDREVET
 SKILLEBRYTER

**VEDLEGG 14. UTDRAK FRA:" OVERBYGNING - REGLER FOR TEKNISK
UTFORMING - SPORKONSTRUKSJONER"**

For hver overbygningsklasse er det fastsatt største tillatte hastigheter i hovedspor på rett linje og i hovedspor i kurver samt øvre grense for de tillatte aksellaster for person- og godsvogner.

Overbygningsklasse	Maks. tillatt hastighet		Maks. tillatt aksellast	
	Persontog	Godstog	Persontog	Godstog
b	100	70 80	18	20.5 18
c	160	80 90 100	18	22.5 20.5 18
d	200	100	18	22.5
Ofofbanen	90	60 50	18	20 25

Med aksellast for persontog menes aksellast for vogner.

I tabellen under er angitt skinneprofiler som tillates benyttet i de forskjellige overbygningsklasser med tilsvarende største tillatte svilleavstand:

Overbygningsklasse	Skinneprofil	Største svilleavstand
b	35 kg	610 mm
	NSB40	610 mm
	S41	660 mm
c	S49	660 mm
	S54	660 mm
	UIC54E	650 mm
	UIC54	670 mm
	S64	750 mm
d	UIC60	600 mm
Ofofbanen	S54	520 mm

600 mm i denne utredning

**VEDLEGG 15. MATERIELL- OG MANNSKAPSBEHOV FOR SVILLEBYTTE I
TUNNELER**

Kostnadssammenstilling svillebytte

Et skift = 1 døgn produksjon

Arbeid/materiell	Antall	Pris/enhet	Beløp
Sviller	900	270	243000
NABLA skinnebefestigelse	900	90	81000
Spot	1		120000
Pakkemaskin	1		25000
Ballastfordeler	1		17000
Sporstabilisator	1		18500
Skinneløfter	1		330
Lasting av sviller	900	3,5	3150
Lossing av sviller	900	2,5	2250
Hjullaster, 1 st.	7,5	200	1500
Lastetraktor, 1 st	7,5	300	2250
Pukkvogner, 40m3	6	290	1740
Pukk, m3	220	96,42	21212,4
Transport av pukk, km (snittverdi)	500	36,5	18250
Sveising 2st pr 500 m	2	2400	4800
Nøytralisering 2 st pr 500 m	2	4050	8100
Lokførere			4980
Arbeid			94500
Sum:			667562,4
		Pris pr sville:	741,736
		Pris pr meter:	1236,227 ~1240

VEDLEGG 16. KOSTNADSSAMMENSTILLING, DOBBEL KONTAKTTRÅD

Kostnadssammenstilling, dobbel kontaktråd

Spennlengde: 15 m

Materiell for ett spenn:

4 parallellklemmer à 30 kr:	120
1 utligger ferdig montert:	9000
30 m 120 mm ² CuAg	1270
	<hr/>
	10390

Som pr m tunnel glr: 693

Antall loddavspenninger er det samme for denne løsningen som for konvensjonelle kl- anlegg, tilsvarende system 25.

Arbeid:

For bygging av dobbel kontaktråd i 1000 m tunnel kreves:

8 montører i en arbeidsuke:

arbeid + vogner	Totalt:	196800
-----------------	---------	--------

Pr meter tunnel gir dette: 197

Som i sum gir en meterpris på 890

Ekstra kostnader tilkommer for slk-sak-føring som kan kreve nlsjesprengning for enkelte utligger. For å dekke disse ekstra kostnadene settes pris pr m for dobbel kontaktråd i tunnel til 1000 kr/m.

**VEDLEGG 17. KOSTNADER FOR MEKANISKE OG ELEKTRISKE
KONSTRUKSJONSENDRINGER I KL-ANLEGG VED 50 HZ**

Bane: Sørlandsbanen			År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	Restverdi		
Alle beløp i 1000 kr			Enh.pris	Antl/km	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022				
			km		90,6	90,2	92,4	88,5	90,3						116	114	149	109																
Mekaniske konstr. endringer																																		
Tunnel					4719	24247	13450	2407	6380																								21298	
Bruer		0	1E-04		0	0	0	0	0																								0	
Fri linje	isolatorer	0	0																														0	
	luftisot. i seksj. felt	6,437	1		583	581	595	570	581																								1236	
Elektr. konstr. endringer																																		
kl-brytere		0	0																														0	
seksjonsisolatorer		0	0																														0	
kabler og muffe		3,2	1		290	289	296	283	289																								615	
autotrafo fri linje		0	0		1273	735	0	0	0						0	0	0	0															771	
autotrafo tunnel		0	0		0	11146	0	0	0						0	0	0	0															4458	
sugetrafoer		250	0,36												10440	10260	13410	9810															29113	
filterimpedanser		12,645	1,4												2054	2018	2638	1930															5726	
jordinger		0,04	20		72	72	74	71	72																								154	
kond.battl		50	0												100	100	0	0															128	
øvrige		0	0		0	0	0	0	0						0	0	0	0															0	
ornlegginger		53,44	0												107	107	267	107															391	
nye dødsseksjoner		1500	0												3000	3000	7500	4500															12038	
returleder		0	0																															0
forbigangs- og mateledning		2000	0												0	0	2000	0																1350
Utskifting i hjelpearlegg																																		
reservetrafoer		60	1												6960	6840	8940	6540															19409	
togvarmetrafoer		5000	0												5000	5000	5000	5000																13250
sporveksevarme		0	0																															0
prøveanlegg		0	0																															0
Tele/Signal		0	0																															0
Nye omformerstasjoner																																		
Nye trafostasjoner					61200										61150	81598	148050	112292																269796
Drift og vedlikehold		130			2170	2775	2775	2775	2775	2775	2775	2775	2775	2775	2430	1990	1810	1780	1780	1780	1430	1430	1430	1430	1430	1430	1430	1430	1430	1430	1430	1430		
Energiltap																																		
Sum kostnader:					70308	39844	17190	6106	10097	2775	2775	2775	2775	2775	91240	110913	189615	141959	1780	1780	1430	1430	1430	1430	1430	1430	1430	1430	1430	1430	1430	1430	379732	
Restverdi omformerstasjoner		5000													5000																			

VEDLEGG 17

VEDLEGG 18. FELLESKOSTNADER ALLE BANER VED OVERGANG TIL 50 HZ

Ikke-banespesifikke kostnader				År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	Restverdi
Alle beløp i 1000 kr	Enn pris			1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022			
Særlig behandlede baneanlegg																																
Gardermobananen	250																							11250							9844	
Lodalen	1500																							4500							3938	
Hjelpeanlegg																																
Næveanlegg Vat Grovd	5000												5000	0	0	0															3125	
Økte toll pga. utvall reinvesteringer	500			500	500	500	500	500	500	500	500	500	500																			
I reisekjøper og omb. av rot. oml.				19000	25000	25000	25000	25000	10000	8000	6000	4000	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Energitap (ikke kanda)				30481	30481	30481	30481	30481	30481	30481	30481	30481	30481	30481	28503	22230	22230	22230	17502	17502	15970	11474	11474	6761	6761	6761	6761	6761	6761	6761	6761	
Sum kostnader:				50981	56781	56781	56781	56781	40981	38981	36981	34981	32981	35481	28503	22230	22230	22230	17502	17502	15970	11474	11474	22511	6761	6761	6761	6761	6761	6761	6761	16906

VEDLEGG 18

**VEDLEGG 19. KOSTNADSSAMMENSTILLING VED VIDEREFØRING AV
DAGENS MATESYSTEM**

Kostnadssammenstilling ved videreføring av dagens matesystem

Alle priser oppgis i 1000 kr, 1995-verdi, eks. mva																												
Årlige driftskostnader for roterende omformere, pr stasjon inkl. SG-bryter:		350																										
Årlige driftskostnader for statisk omformere, pr. stasjon inkl. SG-bryter:		255																										
Årlige driftskostnader for transf.st., 16 2/3 Hz, pr. stasjon:		165																										
Årlige driftskostnader for NSBs 55 kV mateledning, pr. km:		1,5																										
Nytt 16 kV anl. m/kontr.utr., lokalkontr. og nye matekabl., pr.stasjon:		9250																										
Bane: Sørlandsbanen (Stavanger - Nordagutu) [pr. 1997: 5 rot.omf., 2 transf.st., 60 km ledning]													Bane: Sørlandsbanen															
Videreføring av dagens matesystem																												
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	restverdi	
Investeringer																												
Leivoll, midl. roterende omformer	16.000																											
Egersund, statisk omformer	45.200																										16.950	
Leivoll, statisk omformer								21.300	21.300																		25.028	
Reinvesteringer																												
Fornyelse 20 km mateledning						6.700	6.700	6.700																			10.553	
Neslandsvatn transf.st. fornyelse				12.500																							5.625	
16 kV anl. m/kontr.utr., lokalkontr. og m.kabl.	9.250	9.250	9.250		9.250		9.250																				20.350	
Driftskost. omf.st. og mateledn.																												
	2.170	2.775	2.775	2.775	2.775	2.775	2.775	2.775	2.775	2.775	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680
Sum kostnader pr. år pr. banestrekning:	72.620	12.025	12.025	15.275	12.025	9.475	18.725	9.475	24.075	24.075	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	
Sum nytte (restverdi) pr. banestrekning:																											78.506	
Bane: Bergensbanen (Bergen - Hønefoss) [pr. 1997: 6 rot.omf.]													Bane: Bergensbanen															
Videreføring av dagens matesystem																												
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	restverdi	
Investeringer																												
Hol, statisk omformer	45.200																										16.950	
Berakvam, statisk omformer	22.600	22.600																									17.515	
Gulsvik, statisk omformer		22.600	22.600																								18.645	
Voss, statisk omformer			22.600	22.600																							19.775	
Reinvesteringer																												
16 kV anl. m/kontr.utr., lokalkontr. og m.kabl.					9.250					9.250			9.250		18.500												29.600	
Driftskost. omf.st. og mateledn.																												
	2.100	2.355	2.610	2.865	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	
Sum kostnader pr. år pr. banestrekning:	69.900	47.555	47.810	25.465	12.370	3.120	3.120	3.120	3.120	12.370	3.120	3.120	12.370	3.120	21.620	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	
Sum nytte (restverdi) pr. banestrekning:																											102.485	
Bane: Dovrebanen (Trondheim - Eldevoll) [pr. 1997: 8 rot.omf., 1 statisk omf.]													Bane: Dovrebanen															
Videreføring av dagens matesystem																												
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	restverdi	
Investeringer																												
Otta, midl. roterende omformer																											15.820	
Stavne, statisk omformer																											17.515	
Hjerkin, statisk omformer	22.600	22.600																									18.645	
Garli, statisk omformer		22.600	22.600																								18.645	

Kostnadssammenstilling ved videreføring av dagens matesystem

Restverdi Sarpsborg omf.st. (70 mill kr 1993)																								19.250			
Driftskost. omf.st. og mateledn.	1.305	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210		
Sum kostnader pr. år pr. banestrekning:	87.505	10.460	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210		
Sum nytte (restverdi) pr. banestrekning:																										55.275	
Bane: Kongsberg - Eldevoll	[pr. 1997: 3 rot.omf., 2 transt.st., 20 km ledning]												Bane: Kongsberg - Eldevoll														
Videreføring av dagens matesystem																											
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	restverdi
Investeringer																											
Lillestrøm, statisk omformer	128.800																										48.300
Jessheim, statisk omformer	43.100	43.100																									33.403
Reinvesteringer																											
Skollenborg transf.st. fomyelse				12.500																							5.625
Fomyelse 20 km mateledning					6.700																						3.183
16 kV anl. mvkontr.utr., lokalkontr. og m.kabl.																9.250											6.938
Driftskost. omf.st. og mateledn.	1.410	1.315	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	
Sum kostnader pr. år pr. banestrekning:	173.310	44.415	1.570	14.070	8.270	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	10.820	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	
Sum nytte (restverdi) pr. banestrekning:																											97.449
Kostnader forbundet med de transportable omformerenheterne, gjelder alle baner												Bane: Alle baner															
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	restverdi
Hovedrevisjoner	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.500	14.500	15.000	15.000	15.000	15.000	15.500	15.500	15.500	16.000	16.000	16.000	16.000	16.500	16.500	16.500	17.000	17.000	17.000	17.000	17.000	
Motor- og generatorviklinger, omvikling	2.500	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	
Apparatvogn, ombygging	3.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	72.375
O-bryters, bytte	400	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	400			12.190
Sum energitap (alle baner):	30.817	29.999	28.916	28.172	27.490	27.490	27.490	27.490	27.490	27.490	27.490	27.490	27.490	27.490	27.490	27.490	27.490	27.490	27.490	27.490	27.490	27.490	27.490	27.490	27.490	27.490	
Sum utgifter ikke banespesifikke:	50.717	55.799	54.716	53.972	53.290	53.790	53.790	54.290	54.290	54.290	54.290	54.790	54.790	55.290	55.290	55.290	55.290	55.790	55.790	49.790	50.290	50.290	49.890	49.490	49.490		
Enhetspriser:																											
Omvikl. motor- og gen.vikling, pr stk:	kr:	2.500																									
Ombygging apparatvogn, pr. stk:	kr:	3.000																									
Bytte av O-bryter, pr stk:	kr:	400																									
																								84.565			

**VEDLEGG 24. KOSTNADSBEREGNINGER FOR TILTAK I SIGNAL- OG
TELEANLEGG VED OVERGANG TIL 25 KV, 50 HZ
MATESYSTEM, FORDELT PÅ STREKNINGER.**

Bane: Sørlandsbanen	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	Restverdi	Restverdi
Teleanlegg/Signalanlegg																													
Alle beløp i 1000 kr	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022			
DC-blokk for radioanlegg											116	114	149	109														323	
Fiberkabel Stavanger - Eggersund (10 år forsert utb.)											24200											24200						15125	21175
Fiberkabel Bæ - Nordagutu (41 år forsert utb.)														6000														4200	
Sporfelt											5800	5700	5650	5450														14959	
Sidespor, omformer el. til opt. signal, Stavanger-Skjeggstad (17 år forsert utb.)											120																	75	
Sidespor, omformer el. til opt. signal, Skjeggstad-Suldal (21 år forsert utb.)												120																78	
Sidespor, omformer el. til opt. signal, Suldal-Bjørvatn (21 år forsert utb.)													600															406	
Sidespor, omformer el. til opt. signal, Bjørvatn-Nordagutu (19 år forsert utb.)															120													84	
Bløkkpost, omformer el. til opt. signal, Stavanger-Skjeggstad (17 år forsert utb.)											720																	450	
Bløkkpost, omformer el. til opt. signal, Skjeggstad-Suldal (21 år forsert utb.)												240																156	
Bløkkpost, omformer el. til opt. signal, Suldal-Bjørvatn (21 år forsert utb.)													240															162	
Bløkkpost, omformer el. til opt. signal, Bjørvatn-Nordagutu (19 år forsert utb.)															120													84	
Stasjon, omformer el. til opt. signal, Stavanger-Skjeggstad (17 år forsert utb.)											2040																	1275	
Stasjon, omformer el. til opt. signal, Skjeggstad-Suldal (21 år forsert utb.)												1080																702	
Stasjon, omformer el. til opt. signal, Suldal-Bjørvatn (21 år forsert utb.)													1560															1063	
Stasjon, omformer el. til opt. signal, Bjørvatn-Nordagutu (19 år forsert utb.)														840														588	
																												0	
																												0	
Sum kostnader:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32996	7254	8199	12639	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21175	
Sum nytte																						24200						39719	
Bane: Bergensbanen og Flåmsbanen	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	Restverdi	Restverdi
Teleanlegg/Signalanlegg																													
Alle beløp i 1000 kr	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022			
DC-blokk for radioanlegg											156	141	120															270	
Fiberkabel Voss - Myrdal (14 år forsert utb.)											16600													16600				10375	16185
Fiberkabel Myrdal - Flåm (35 år forsert utb.)											6600																	4125	
Sporfelt											6750	7050	6000															12851	
Sidespor, omformer el. til opt. signal, Bergen-Myrdal (33 år forsert utb.)											240																	150	
Sidespor, omformer el. til opt. signal, Myrdal-Svenkerud (34 år forsert utb.)												240																156	
Sidespor, omformer el. til opt. signal, Svenkerud-Hønefoss (35 år forsert utb.)														120														81	
Bløkkpost, omformer el. til opt. signal, Bergen-Myrdal (33 år forsert utb.)											360																	225	
Bløkkpost, omformer el. til opt. signal, Myrdal-Svenkerud (34 år forsert utb.)													120															78	
Bløkkpost, omformer el. til opt. signal, Svenkerud-Hønefoss (35 år forsert utb.)													480															324	
Stasjon, omformer el. til opt. signal, Bergen-Myrdal (33 år forsert utb.)											1800																	1125	
Stasjon, omformer el. til opt. signal, Myrdal-Svenkerud (34 år forsert utb.)												1200																780	
Stasjon, omformer el. til opt. signal, Svenkerud-Hønefoss (35 år forsert utb.)													960															648	
																												0	
																												0	
Sum kostnader:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32506	8751	7680	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16185	
Sum nytte																									16600			31188	
Bane: Dovrebanen	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	Restverdi	Restverdi
Teleanlegg/Signalanlegg																													
Alle beløp i 1000 kr	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022			
DC-blokk for radioanlegg														124	120	121	120											358	
Fiberkabel Trondheim - Oppdal (15 år forsert utb.)														40800														28500	
Fiberkabel Oppdal - Dombås (12 år forsert utb.)															28600													20735	
Fiberkabel Dombås - Sel (9 år forsert utb.)															11300													8193	10735
Fiberkabel Sel - Hove (8 år forsert utb.)																	40200							11300	40200			30150	38190
Fiberkabel Hove - Hamar (7 år forsert utb.)																									20600			15965	19570

																						9600					47921			
Sum nytte																														
Bane: Magnor-Lillestrøm, Oslo-Kornsjø		År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	Restverdi	Restverdi
Teleanlegg/Signalanlegg																														
Alle beløp i 1000 kr		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022			
DC-blokk for radioanlegg																					427								352	
Fiberkabel Oslo - Skj (33 år forsert utb.)																					8000								6600	
Fiberkabel Skj - Moss (35 år forsert utb.)																					11600								9570	
Sporfelt																					15000								12375	
Sidespor, omformer el. til opt. signal, Magnor-Lillestrøm (9 år forsert utb.)																					960								792	
Sidespor, omformer el. til opt. signal, Sarpsborg-Kornsjø (19 år forsert utb.)																					360								297	
Blokkpost, omformer el. til opt. signal, Magnor-Lillestrøm (9 år forsert utb.)																					480								396	
Blokkpost, omformer el. til opt. signal, Oslo-Skj (33 år forsert utb.)																					1800								1485	
Blokkpost, omformer el. til opt. signal, Skj-Moss (39 år forsert utb.)																					360								297	
Blokkpost, omformer el. til opt. signal, Sarpsborg-Kornsjø (19 år forsert utb.)																					360								297	
Stasjon, omformer el. til opt. signal, Magnor-Lillestrøm (9 år forsert utb.)																					1920								1584	
Stasjon, omformer el. til opt. signal, Oslo-Skj (33 år forsert utb.)																					960								792	
Stasjon, omformer el. til opt. signal, Skj-Moss (39 år forsert utb.)																					600								495	
Stasjon, omformer el. til opt. signal, Sarpsborg-Kornsjø (19 år forsert utb.)																					840								693	
																													0	
																													0	
Sum kostnader:		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43667	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sum nytte																													36025	
Bane: Vestfold og Bratsbergbanen		År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	År	Restverdi	Restverdi	
Teleanlegg/Signalanlegg																														
Alle beløp i 1000 kr		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022			
DC-blokk for radioanlegg																					244								189	
Fiberkabel Drammen - Porsgrunn (3 år forsert utb.)																					45500		45500						35263	
Fiberkabel Nordagutu - Kongsberg (38 år forsert utb.)																					14900								11548	
Sporfelt																					12200								9455	
Sidespor, omformer el. til opt. signal, Drammen-Skien-Kongsberg (17 år forsert utb.)																					120								93	
Blokkpost, omformer el. til opt. signal, Drammen-Skien-Kongsberg (17 år forsert utb.)																					0								0	
Stasjon, omformer el. til opt. signal, Drammen-Skien-Kongsberg (17 år forsert utb.)																					2640								2046	
																													0	
																													0	
Sum kostnader:		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75604	0	0		0	0	0	0	0	0	38675	
Sum nytte																													58593	

DELRAPPORT

**25 kV, 50 Hz matesystem
ved NSB. Videre utredning.**

TRAFIKK



Oppdragsgiver: **NSB Bane, Teknisk kontor**

Prosjekt: 25 kV, 50 Hz matesystem ved NSB. Videre utredning.

Delrapport: Trafikk

Dato: 23.06.1995

Rapporten omhandler (stikkord):

Konsekvensene ved en eventuell overgang til 25 kV, 50 Hz strømmating ved NSB for Trafikk og skal være en del av grunnlaget for å ta en beslutning om NSB skal gå over til nytt matesystem.

For NSB Bane, Teknisk kontor/Jernbanevirksomheten

Prosjektansvarlig: Ingolv Pedersen
Ingolv Pedersen

Prosjektleder: Magne Bergerud
Magne Bergerud

Rapport utarbeidet av: Birger Karlsen
for Birger Karlsen

Antall sider: 69

Dokumentkontrollside

Oppdragsgiver:		NSB Bane, Teknisk kontor					
Prosjektbeskr.:		25 kv, 50 Hz matesystem ved NSB. Videre utredning.					
Prosjektnr.:							
Dokumenttittel:				Trafikk		Dokument nr.:	
Utarbeidet av :				<i>fn</i> Birger Karlsen		Sign <i>Hågen Bergum</i>	
Skal kontrolleres av:	Kontrolltype	Rev. 0		Rev. 1		Rev. 2	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
<i>fn</i> B. Karlsen	Helhetsvurdering			23.06.95	<i>MB</i>		
<i>i</i> B. Karlsen	Språk			23.06.95	<i>MB</i>		
<i>i</i> B. Karlsen	Logisk oppbygging /disposisjon			23.06.95	<i>MB</i>		
<i>i</i> B. Karlsen	Teknisk: - faglig - tverrfaglig			23.06.95	<i>MB</i>		
<i>i</i> B. Karlsen	Presentasjonsform			23.06.95	<i>MB</i>		
<i>u</i> B. Karlsen	Kopieringen er kontrollert(sign original)			23.06.95	<i>MB</i>		
Generelle kommentarer:							
Dokument godkjent for utsendelse				Dato 23.06.95		Sign. <i>Hågen Bergum</i>	

INNHold

1	FORUTSETNINGER OG KONSEKVENSER	5
2	ANSKAFFELSE/UTSKIFTINGSPLAN TREKKRAFTMATERIELL	7
3	ØKTE KJØRETIDER	8
4	INFRASTRUKTURARBEIDER OG DRIFTSPROBLEMER	8
5	PUNKTLIGHETSKOSTNADER I UTBYGGINGSPERIODEN	12
6	DRIFTSPROBLEMER I INTERNASJONAL TRAFIKK	13
	BILAG	15
BILAG 1	ANSKAFFELSE/UTRANGERING AV MATERIELL	16
BILAG 2	ALDERSFORDELING ELEKTRISK TREKKRAFTMATERIELL .	18
BILAG 3	UTBYGGINGSPLAN INFRASTRUKTURARBEIDER, BANE ...	20
BILAG 4	ØKONOMISKE KONSEKVENSER VED INNSTILLING AV TOG	23
BILAG 5	KJØRETIDSBEREGNINGER	27

1 FORUTSETNINGER OG KONSEKVENSER

B.div. har i forbindelse med nødvendige og omfattende investeringer i kontaktledningsanlegget og strømforsyning bl.a. ønsket å få nærmere vurdert de driftsmessige og økonomiske konsekvenser en eventuell omlegging til 25 kv, 50 hz, vil medføre. Jernbanevirksomheten (J) har vært involvert i dette prosjekt hovedsaklig gjennom undertegnede og Su. Denne rapport er utarbeidet av Birger Karlsen.

Omlegging av strømsystemet vil måtte foregå over lang tid og vil få store negative konsekvenser for J. Selve utbyggingen er forutsatt i årene 2007 til 2017, men tiltak må gjennomføres både før, under og etter utbyggingsperioden og vil få store innvirkninger på driftsopplegg og økonomi. I denne rapport er det gitt innspill fra J til prosjektet og i hovedrapporten fra prosjektet er det foretatt en total sammenstilling. De negative økonomiske konsekvenser for J av omleggingen er svært alvorlige. Hvis ikke disse merkostnadene helt ut blir kompensert, vil tiltaket undergrave J's mulighet til å drive bedriftsøkonomisk lønnsomt. J vil også bli påført driftsmessige ulemper og andre ulemper under omleggingen.

Det er usikkerhet knyttet til et prosjekt med så vidt lang levetid. Markedutsikter, politiske rammebetingelser ol kan endres vesentlig i den 30-årsperioden som er vurdert. De vurderinger, beregninger og anslag som er foretatt har måttet basere seg mye ut fra kjennskap til dagens driftsforhold. De forutsetninger som er gitt av B.div. for den praktiske utbygging er meget avgjørende for de innspill som er gitt av J. B.div. har bl.a. forutsatt det er helt nødvendig at kontaktledningsanlegget er fornyet på alle strekninger før selve ombyggingsperioden 2007-2017. Fornyelse av kontaktledningsanlegget og de derav påfølgende store konsekvenser med disponeringer o.l. har man derfor ikke belastet prosjektet nytt matesystem. B.div. forutsettes å begrunne dette.

Dagens togtilbud er lagt til grunn for J,s bidrag. Hvis man i 2007-2017 har større togtilbud enn dagens vil dette influere både på driftskonsekvenser og økonomi. Man vil anta at f.eks. ved en trafikkøkning på 10 % vil også kostnadene øke med ca. 10 % og samtidig få større driftsforstyrrelser.

I overgangstiden mellom gammelt og nytt system vil man være avhengig av materiell som kan trafikkeres på begge systemer. Dette vil konkret medføre nødvendige ombygginger på noe materiell, samtidig som man må forrykke både anskaffelse- og utrangeringsplaner. Mange forhold må legges til grunn når man anskaffer/utrangerer materiell, men for å ha et fast utgangspunkt har man i denne utredningen forutsatt at materiellet har en levetid på 30 år. Ut fra bestemte forutsetninger om levetid, trekraftbehov, driftsommlegginger m.v. som er gjengitt i denne rapport, er det utarbeidet forutsetninger for Su,s videre arbeid. Det vises til denne og Su,s rapport. Materiellekonsekvensene vil som det framgår bli meget betydelige.

Ved innføring av nytt system ved NSB vil man da få 2 forskjellige systemer mellom NSB og SJ. DSB har det samme system som NSB eventuelt vil få. Praktisk lar denne samtrafikk seg løse under visse forutsetninger, men det er nødvendig med forhandlinger mellom forvaltningene både om trafikkmessige og økonomiske forhold.

Ut fra de forutsetninger som er gitt av B.div. og de konsekvenser dette medfører for J, er det helt klart at det isolert sett ikke vil være fordelaktig for J med omlegging av strømsystemet. I tillegg til de direkte økonomiske og driftsmessige virkninger, vil et så

stort og langsiktig arbeid også føre til ulemper for våre framtidige kunder som man ikke har forsøkt å kvantifisere. Som tidligere nevnt må de negative virkningene for J kompenseres fullt ut. Hvordan eventuelle økonomiske fordeler for infrastrukturen skal kunne overføres til Jernbanevirksomheten vil være en meget vanskelig sak. Særlig også når man er avhengig av politiske beslutninger og får virkninger som kan strekke seg over opp til 30 år. Det er en uttrykkelig forutsetning at Trafikkdelen må ha garantier for slik kompensasjon før en evt. beslutning om omlegging fattes. Hvis ikke vil J's forretningsgrunnlag undergraves.

De økonomiske konsekvensene som vil bli påført J innenfor den drifts- og trafikkmessige siden, er nærmere omtalt i de enkelte delavsnittene i denne rapport. Resultatet er følgende:

Økte kjøretider	2 mill. kr. pr. år	
Punktlighetsavvik	5 mill. kr. pr. år	
Internasjonal samtrafikk	5 mill. kr. pr. år	
Erstatningsopplegg ved infrastrukturarbeider		Totalt 6 mill. kr. for hele perioden.

Dette blir negativ nåverdi (1995) på 45 mill.kr.
Kostnadene vedrørende rullende materiell er ikke medtatt her. Det vises til egen delrapport.

Forøvrig vises til hovedrapporten hvor det foretas en sammenstilling av delrapportene og totalvurdering av hele prosjektet.

R i s i k o

J's bidrag i prosjektet bygger i første rekke på følgende hovedforutsetninger:

1. B.div.s målsetting at fornyelse av kontaktledningen er foretatt på alle strekninger
2. B.div.s oppgitte framdriftsplan for omleggingen og behov for arbeidstider
3. B.div.'s vurdering av tekniske problemstillinger, kvalitet og strømforsyningens driftsstabilitet
4. Dagens togtilbud
5. J's behov for trekraftmateriell, anskaffelse- og utrangeringsplan
6. Su's vurderinger av tekniske forhold på materielletog konsekvensene

I et prosjekt med så lang tidshorisont som dette både i planlegging og gjennomføring er det selvsagt vanskelig å kunne kvalitetssikre og kvantifisere de antatte virkningene. I prosjektarbeidet er det så langt mulig tatt hensyn til at noen endringer kan skje i forutsetningene slik at det man har kommet fram til skulle kunne oppfange mindre endringer. Men det er like klart at visse og større endringer i forutsetningene vil kunne få omfattende konsekvenser. Det er ikke laget alternative opplegg.

Når man eventuelt har bestemt seg for å gjennomføre omleggingen må det da absolutt være i den hensikt at alt skal gjennomføres. Den verst tenkelige situasjon er at man setter i gang og stopper opp f.eks. halveis i gjennomføringen. Da vil NSB sitte med et 2-system som sterkt vil hemme den daglige drift samt ha stor innvirkning på det økonomiske resultat.

Man har i prosjektet nokså strengt holdt seg til de oppgitte grunnforutsetninger og i praksis vil det endelige resultat kunne bli både bedre og verre enn forutsatt. Men det synes ganske klart at både i planlegging og samordning av gjennomføring er det mange muligheter for å oppnå felles fordeler.

2 ANSKAFFELSE/UTSKIFTINGSPLAN TREKKRAFTMATERIELL

Det foreligger ikke ruteplaner, togtilbud, materiellbehov m.v. for årene 2007 til 2017. Det er derfor ikke nå foretatt vurderinger om økning/reduksjon av materiellbehovet. For beregningene har man derfor tatt utgangspunkt i dagens trafikktilbud og materiellbehov.

Utrangering av materiell har mange momenter det må tas hensyn til. Bl.a. teknikk, ytelse, anskaffelseskostnader, komfort, vedlikeholdskostnader m.m. For å ha et fast utgangspunkt har vi forutsatt at teknisk/økonomisk levealder for nåværende materiell er 30 år. I vedlagte notater og tabeller er derfor dette utgangspunktet.

I Bilag 1 er vist hvor mye og hvilket år det må være ombygget eller anskaffet materiell som kan nyttes på 2-systems drift.. Tabellen viser bl.a. at fram til 2007 må det være anskaffet

-42 elektriske lok

-46 motorvognsett

og at av materiellparken må

-43 lok

-13 motorvognsett

kunne brukes på 2-system.

I kalkylene er det forutsatt at disse investeringene kommer i 2007. I praksis vil de trolig komme i årene før 2007 - dette vil i tilfelle øke den negative nåverdien av tiltaket for J.

Tabellen over materiellsituasjonen viser videre årene fram til år 2017.

Su's rapport viser at det kun vil være aktuelt eventuelt å bygge om El.18 , motorvognsett 69 d og BM 70.

Ombygging av materiell vil ta tid og vil ikke være tilgjengelig til trafikk i ombyggingstiden. Det må derfor beregnes merbehov for materiell for dette(og kostnader).

Videre vil det i hele ombyggingstiden 2007-2017 bli økt materiellbehov p.g.a. driftsopplegg med 2 forskjellige systemer. Forutsatt merbehov på 5 el.lok.

Overgangen til nytt system vil medføre at man må framskynde/utsette anskaffelser og derav det samme med utrangering i forhold til forutsatt levetid på 30 år. Hvordan dette skal gjøres er ikke trukket inn i vurderingene/beregningene her, men er vurdert i Su;s rapport om de materiellmessige forhold.

3 ØKTE KJØRETIDER

Prosjektet har ut fra gitte forutsetninger i forbindelse med ombygging av trekraftmateriell foretatt kjøretidsberegninger for typer og noen strekninger.

For EL 18 er det ikke forutsatt endringer i kjøretider ved 2-system

For motorvognsett type 69 vil kjøretidene på lokalstrekningene få en økning på 5-10 sekunder. Man har vurdert dette slik at det ikke vil få kostnads- markeds- eller materiellendring.

For motorvognsett type 70 (1c) viser utkjørte beregninger følgende resultat:

Oslo-Trondheim	+ 2 min	39 sek
Oslo-Lillehammer	+	59 "
Drammen-Skien	+	53 "
Oslo-Halden	+	38 "

D.v.s. at for intercitystrekningene rundt Oslo vil økningen i kjøretid bli omlag 1 minutt. Markeds - og driftsmessig er all øking av kjøretid negativt for Jernbanevirksomheten. Kjøretid influerer på reisetall, ruteopplegg , materiell- og personalturnering o.l.

Man har anslått virkningen av økt kjøretid til ca. 2 mill.kr pr. år.

Infrastrukturen vil måtte foreta sviltebytte i tunneler for å oppnå tilstrekkelig kjørehastigheter. Forsinkelsene er av B.div. oppgitt til ca. 30 sek. pr. tog i et et visst antall døgn. Denne forsinkelse er såvidt liten at det ikke er beregnet ekstra kostnader og det forutsettes at ruteplanen gir rom for denne forsinkelse.

4 INFRASTRUKTURARBEIDER OG DRIFTSPROBLEMER

Omleggingsperioden for nytt system er forutsatt i perioden 2007-2017. For driftsapparatet vil dette medføre at også før denne perioden må treffes tiltak som har innvirkninger på driftssiden. Også etter 2017 vil man ha ettervirkninger p.g.a. omleggingen, spesielt på materiellsiden.

Banediv. har forutsatt at før omleggingen er det foretatt hel fornyelse av kontaktledningsanlegget på alle strekninger. Dette vil medføre spordisponeringer, virkninger på togopplegget og merkostnader, men alle disse forhold er ikke vurdert og medtatt i vårt prosjekt når det gjelder driftsproblemer. Utgangspunktet er derved at fornyingsarbeidet som oppgitt av B.div. er nødvendig i alle fall og er foretatt.

Sett i sammenheng med den store omleggingen til nytt system som foretas, er B.divs. oppgitte behov for arbeidstid og innvirkning på togopplegget tross alt relativt lite.

Følgende forhold påvirker driftssiden

- infrastrukturmessige arbeider
 - * disponeringstid
 - * togerstatningsopplegg
 - * punktlighet
- anskaffelse/utrangering av materiell bl.a. i takt med infrastrukturutbygging
 - * investeringstidspunkt
 - * merbehov
 - * 2-systems materiell
- må ha større reservepark p.g.a. 2 systemer
 - * gamle lok kan ikke nyttes på "ny" strekning
 - * mindre fleksibilitet i lok.turnusen
- materiell ute av drift må erstattes
 - * ombyggingstid
- alt materiell som anskaffes fra nå av må være utrustet for 2-system
 - * materiellbestillinger
 - * opplæring
- økte adm. kostnader ved avvikshandtering
 - * merarbeid
- økte kostnader ved materiell- og personaldisponering
 - * omlegginger
 - * mindre fleksibilitet
- punktlighetsavvik
 - * spordisponeringer
 - * større risiko
 - * materiell - og personaldisponering
- noe økt kjøretid med noen materielltyper som blir ombygget
 - * markedsmessig
 - * materiellturnering
- internasjonal trafikk (over Kornsjø og Charlottenberg)
 - * samtrafikksavtaler
 - * forskjellige systemer NSB-SJ-DSB
 - * materiellbundet
- lang gjennomføringstid
 - * markedsmessig
 - * usikkerhet
 - * ukjent teknisk og organisatorisk utvikling

I henhold til utbyggingsplan fra B ,Bilag 2, er det oppgitt antall netter med togstans for de enkelte strekningene. Det er forutsatt at det på oppgitte strekninger ikke blir kjørt tog i det hele tatt innen et tidsintervall på 8 timers arbeidstid.(22-06) Det må alternativt settes opp busser(evt. fly) som erstatning eller at togene ikke kjøres i det hele tatt. For at konsekvensene i markedet skal bli minst mulig er det en forutsetning at omleggingsarbeidet foretas natten lørdag/søndag.

Følgende elementer virker inn i beregningene/vurderingene

- kostnader alternativ transport
- markedsmessige konsekvenser
- inntektstap

Banediv. har gitt følgende forutsetninger for omleggingsarbeidet:

- Det skal ikke være behov for spordisponering m.v. unntatt oppgitte netter
- Det er ikke behov for dieseldrift i det hele tatt
- Det er ikke behov for nedsatte kjørehastigheter
- Det kan kjøres direkte fra gammel/ny/gammel strekning uten togstans (Kort strømløs seksjon)
- Det blir ikke endringer i sikringsanleggene
- Strømforsyningsanlegg har samme driftsstabilitet som nåværende

Ut fra dette vil driftsproblemene med unntak for noen togerstatninger i mindre grad berøre kundene, men skape merarbeid som adm.pers. vil få ved disponeringer på 2 forskjellige systemer.

I de tog som er anført nedenfor har man beregnet antall innstilte tog ut fra ruteendringen 1995.

Dvs ikke forutsatt økning i togtilbudet

Kostnader ved busskjøring/inntektstap for nedenstående omlegginger utgjør totalt ca. 6 mill.kr for hele utbyggingsperioden. Jfr bilag.

De enkelte strekninger:

Stavanger - Kristiansand	6 ganger
Ingen persontog nattog lørdag/søndag Innstille 1 tog Kristiansand-Moi Innstille 3 tog Stavanger-Egersund-Stavanger	Lokaltogene erstattes med buss
Kristiansand - Nordagutu	5 ganger
Ingen persontog natten lørdag/søndag	Ingen forøyninger

Kongsberg - Oslo	3 ganger
Innstille 1 tog Oslo-Kongsberg-Oslo	Lokaltogene erstattes med buss
" 2 tog Oslo-Drammen -Oslo	
" 7 tog Oslo-Asker-Oslo	
" 3 tog Oslo-Spikkestad-Oslo	
Kongsberg-Nordagutu-Skien	2 ganger
Ingen persontog natten lørdag/søndag	Ingen forføyninger
Skien-Drammen	4 ganger
Innstille 2 tog Drammen -Skien og 1 tog Skien-Drammen	Erstattes med buss
Bergen-Hønefoss	8 ganger
Innstille 1 nattog Oslo-Bergen-Oslo	Inntektstap ved nattog
" 2 tog Bergen-Arna-Bergen	Lokaltog erstattes med buss
Hønefoss-Hokksund	2 ganger
Innstille 1 nattog Oslo-Bergen-Oslo	Inntektstap ved nattog
Gjøvik-Oslo	3 ganger
Innstille 1 tog Skøyen-Roa -Skøyen og 1 tog Skøyen-Jaren	Erstattes med buss.
Trondheim-Otta	6 ganger
Innstille 1 nattog Trondheim-Oslo-Trondheim	Inntektstap ved nattog
Innstille 1 godstog Trondheim-Alnabru-Trondheim	Godstog legges om
Otta-Eidsvoll	6 ganger
Innstille 1 nattog Trondheim-Oslo-Trondheim	Inntektstap ved nattog
Innstille 1 godstog Trondheim-Alnabru-Trondheim	Godstog legges om

Eidsvoll-Oslo	1 gang
Innstille nattog Trondheim-Oslo-Trondheim	Inntektstap ved nattog
Innstille 7 tog Lillestrøm-Oslo-Lillestrøm	Lokaltog erstattes med buss
Innstille 3 tog Eidsvoll-Oslo-Eidsvoll	
Innstille 1 godstog Trondheim-Alnabru-Trondheim	Godstog legges om
Magnor-Lillestrøm	3 ganger
Innstille 1 tog Skøyen-Kongsvinger-Skøyen	Erstattes med buss
Innstille 1 tog Skøyen-Årnes	
Kornsjø-Moss/Mysen	4 ganger
Innstille 1 tog Kornsjø-Oslo-Kornsjø (København)	Inntektstap ved nattog
Innstille 1 tog Oslo-Halden	Erstattes med buss
Moss/Mysen-Oslo	3 ganger
Innstille 1 tog Kornsjø-Oslo-Kornsjø (København)	Inntektstap ved nattog
Innstille 1 tog Oslo-Halden	Andre tog erstattes med
buss	
Innstille 4 tog Ski-Skøyen-Ski	
Innstille 3 tog Moss-Oslo-Moss	
Innstille 2 tog Mysen-Skøyen-Mysen	
Oslo-Lodalen	4 ganger
Innstille kiptogene	Ingen spesielle
øk.virkninger	
Gardermobanen	

5 PUNKTLIGHETSKOSTNADER I UTBYGGINGSPERIODEN

Følgende forutsetninger er lagt til grunn:

Det skal ikke være behov for spordisponering m.v. unntatt oppgitte netter. Jfr. B.divs. behov. Bilag 3.

Det er ikke behov for dieseldrift i det heletatt

Det er ikke behov for nedsatte kjørehastigheter (med unntak for visse tider med noen sekunders tidstap)

Det kan kjøres direkte fra gammel/ny/gammel strekning uten togstans

Materiell med 2 systemer har samme effekt og driftsstabilitet som nåværende materiell

Man har større reservepark av materiell ved 2-systems drift

Strømforsyningen/anlegg har samme driftsstabilitet som nåværende

Under disse forutsetningene vil ikke kostnadene ved avvik i punktligheten bli vesentlige.

I omleggingsperiodene vil man likevel bli noe mer sårbar driftsmessig. Kort nevnt vil følgende momenter komme inn

- materielldisponeringen
- personelldisponeringen
- brutte korrespondanser
- ekstra forpleining.

Grovt anslått kan ekstra kostnader i forbindelse med dårligere punktlighet utgjøre ca. 5 mill. kr. pr. år i ombyggingsperioden.

R i s i k o

I vurderingene av punktlighetsavvik har man som nevnt lagt til grunn bestemte forutsetninger, vesentlig på infrastruktur - og materiellsiden. Disse oppgitte forutsetninger er bearbeidet i dette prosjektarbeid.

De anslåtte virkninger med kostnadstall menes å ligge så vidt på den sikre siden at mindre endringer i forutsetningene ikke vil øke det oppgitte kostnadstall. Det antas derfor at det må skje store forandringer i de oppgitte forutsetninger for at konklusjonen vil endres.

Det er B.div. som har utarbeidet forutsetningene for infrastrukturen. Det som eventuelt kan påvirke resultatet for J er meget større behov for omleggingsarbeider, dieseldrift i større utstrekning eller sterkt nedsatte kjørehastigheter. På den annen side kan også god planlegging og samordning av arbeider og annen strekningsvis tilpassing medføre reduksjon i forutsatt punktlighetsavvik.

På materiellsiden er det tatt utgangspunkt i Su's vurderinger av effekt og driftsstabilitet. Det må komme vesentlige endringer i forutsetningene før det får særlig innvirkning på det anslåtte punktlighetsavvik.

6 DRIFTSPROBLEMER I INTERNASJONAL TRAFIKK

Ved innføring av nytt strømsystem ved NSB vil man få 2 forskjellige systemer i samtrafikk mellom NSB og SJ

I dag har NSB samtrafikk med SJ over Kornsjø og Charlottenberg. (Diesel over Storlien, og Ofotbanen forutsettes å ha samme system som ved SJ)

Over Kornsjø og Ch.berg går det både persontog og godstog. I denne trafikk blir det hovedsaklig nyttet svenske RC lok som derved ikke kan nyttes på norsk side.(SJ har ikke faste lok som kjører på norsk side) Følgende opplegg kan skisseres hvis NSB og SJ får 2 forskjellige systemer:

1.Godstog

Godstogene må bytte lok på grensestasjonene eller at norske lok fortsetter kjøring på svensk side med lok som kan nyttes på begge systemer. Konsekvensene kan bli noe dårligere lok.turnering og personalturning og derav økte kostnader. Hvis norske lok kjører i Sverige må dette avregnes etter avtalt pris. NSB må få dekket sine kostnader.

2.Persontog

Lok.bytte i Kornsjø og Ch.berg for persontogene er uaktuelt p.g.a. tidsfaktoren. Lok.bytte kan eventuelt foretas i Gøteborg. Det vil heller ikke være aktuelt å bytte tog for de reisende på grensestasjonene. Alle personvogner i samtrafikk må ha 2-system utrustning. Alt materiell som kjøres på svensk side (delvis helt til Stockholm og København) kan i utgangspunktet være NSB's (eller danskt ?) Vi forutsetter norskt. Det må da avtales mellom NSB,SJ og DSB om denne kjøring. Det forutsettes at NSB får dekket sine kostnader. Dette vil for disse forvaltningene ikke medføre totalt mere kostnader så sant ikke NSB har høyere kostnadsnivå enn de andre.

Alternativt må alt SJmateriell som brukes i samtrafikk være utstyrt med 2-system utrustning. Kostnader for ombygging av SJ's materiell må medtas. SJ må alltid ha ca 10 RC-lok og 30 personvogner ombygd for samtrafikk. Det må føres forhandlinger mellom forvaltningene om driftsopplegg og kostnadsfordeling Det er overveiende sannsynlig at SJ selv vil ha krav om at også SJ skal stille med materiell til samtrafikk.

Antatt årlige kostnader ca. 5 mill. kr. p.g.a. 2 systemer i samtrafikk

BILAG

BILAG 1 ANSKAFFELSE/UTRANGERING AV MATERIELL

AKTIVITET 3001 J.2.3.95/BK	Antall	Turnus	Ansk.	ANTALL MATERIELL - RESTERENDE ETTER 30 ÅRS LEVEALDER										
		Behov	frem til	År										
	1995	1995	2007	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
EI.13	34	23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EI.14	31	22		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EI.16	17	8		14	11	11	7	7	7	7	0	0	0	0
EI.17	12	8		12	12	12	12	9	6	6	6	6	6	0
EI.18				22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
RC	9	9		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	103	70		48	45	45	41	38	35	35	28	28	28	22
Anskaffes			42	42	(+3)45	45	(+4)49	(+3)52	(+3)55	55	(+7)62	62	62	(+6)68
Behov turnus, e.tog, reserve														
		90												
Mvg 69	83			37	37	37	37	37	37	24	14	14	14	14
Anskaffes			46	46	46	46	46	46	46	59	69	69	69	69
Mvg 70	16			16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Anskaffes														
Behov antall lok med 2-system				31	31	31	49	49	49	61	62	70		
20% reserve				7	7	7	10	10	10	13	13	14		
Sum				38	38	38	59	59	59	74	75	84	90	90
Merbehov antall lok pga. 2-system				5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Behov antall mvg. 69 med 2-system				11	11	11	11	11	11	11				
20 % reserve				2	2	2	2	2	2	2				
Sum				13	13	13	13	13	13	13	83	83	83	83
Behov antall mvg. 70 med 2-system							16	16	16	16	16	16	16	16

BILAG 2 ALDERSFORDELING ELEKTRISK TREKKRAFTMATERIELL

ALDERSFORDELING ELEKTRISK TREKKRAFTMATERIELL

BYGGEÅR	ANTALL	TYPE
Elektriske lokomotiver.		
1957-1966	34	EL.13
1968	8	EL.14
1969	7	EL.14
1970	5	EL.14
1971	1	EL.14
1972	8	EL.14
1973	2	EL.14
1977	3	EL.16
1978	3	EL.16
1980	4	EL.16
1984	7	EL.16
1981	3	EL.17
1982	3	EL.17
1987	6	EL.17
Motorvognsett.		
1970	7	69 a
1971	6	69 a
1974	10	69 b
1975	11	69 b
1976	11	69 c
1977	1	69 c
1983	13	69 d
1984	10	69 d
1990	6	69 d
1993	8	69 d
1992	3	70
1993	6	70
1994	3	70
1995	4	70

BILAG 3 UTBYGGINGSPLAN INFRASTRUK- TURARBEIDER, BANE

BILAG 3

Strekning:	KL-ombygging	Omleggingsperiode	km spor	Ant. netter m. togstans
Stavanger-Kristiansand	1997-99	2007-09	233	6
Kristiansand-Nordagutu Nelaug-Arendal	1999-2001	2009-10	255	5
Bergen-Hønefoss	2002-05	2007-09	417	8
Trondheim-Eidsvoll	2006-10	2010-13	485	12
Kongsberg-Nordagutu-Skien	2011	2013	82	2
Skien-Drammen (inkl. Brevik)	2011	2013	162	4
Gjøvik-Roa-Grefsen	2012	2014	117	3
Roa-Hokksund	2012	2014	88	2
Magnor-Lillestrøm	2013	2015	115	3
Kornsjø-Moss/Mysen-Oslo	2013	2015	312	7
Kongsberg-Oslo-Eidsvoll, Filipstad, Spikkestad	2014	2016	258	4
Gardermobanen	2014	2017	90	1
Lodalen	2014	2017	50	4
Ofotbanen			42	-
Rørosbanen			382	-
Meråkerbanen			102	-
Nordlandsbanen			736	-

Tabell 3.1 Planer for omlegging til 25 kV, 50 Hz matesystem.

Tosystemmateriell kreves på respektive strekninger f.o.m. første år i kolonne 3. Ved hver omlegging tas det sikte på å legge om ca. 40 km bane til nytt matesystem. I denne tabellen er det ikke tatt hensyn til at visse strekninger kan komme til å forsynes med autotransformatorer. På slike strekninger vil man legge om mer enn 40 km pr. omlegging. På dobbeltsporstrekkninger vil man tilsvarende legge om 2x40 km pr. omlegging. Omlegginger legges til natten mellom lørdag og søndag for å forstyrre trafikkavviklingen minst mulig.

BILAG 3

Strekning:	År	Meter tunnel	Anleggstid	Forsinkelse
Stavanger-Orrestad	1997	3 806	9 døgn	33 s
Orrestad-Breilid tunnel	1998	19 554	44 døgn	32 s
Breilid tunnel - Oggevatn	1999	10 847	25 døgn	33 s
Oggevatn - Gjerstad	2000	1 941	5 døgn	29 s
Gjerstad - Nordagutu	2001	5 145	12 døgn	31 s
Bergen - Urdland	2002	30 980	69 døgn	32 s
Urdland - Ustaoset	2003	47 373	106 døgn	33 s
Ustaoset - Bergheim	2004	2 033	5 døgn	30 s
Bergheim - Hønefoss	2005	4 861	11 døgn	33 s
Trondheim - Ulsberg	2006	1 881	5 døgn	29 s
Ulsberg - Fokstua	2007	5 190	12 døgn	31 s
Fokstua - Hundorp	2008	1 529	4 døgn	31 s
Hundorp - Moelv	2009	332	3 døgn	20 s
Moelv - Eidsvoll	2010	194	3 døgn	12 s
Nordagutu-Skien Skien - Drammen	2011	5 330 4 349	12 døgn 10 døgn	32 s 29 s
Grefsen - Roa - Gjøvik Roa - Hønefoss	2012	901 345	5 døgn 2 døgn	27 s 21 s
Oslo - Ski Ski - Moss Moss - Sarpsborg Sarpsborg - Kornsjø Ski - Mysen - Sarpsborg	2013	578 95 191 638 257	16 timer 4 timer 2 døgn 2 døgn 2 døgn	Enk. spordrift " 12 s 39 s 16 s
Lillestrøm - Eidsvoll Oslo - Asker	2014	448 4 778	2 døgn 80 timer	27 s Enk. spordrift

Tabell 3.2. Forsinkelser som følge av sviltebytte.

**BILAG 4 ØKONOMISKE KONSEKVENSER VED
INNSTILLING AV TOG**

Driftsproblemer i overgangsperioden

Beregning av økonomiske konsekvenser av innstilling av tog.

STREKNING	Tog type	Ant. tog	Ant. turer t/r	Erstattes med	Ant. km	Tot. km.	Kostnad pr. buss	Busskost/ inntektstap
Stavanger- Kristiansand		6						
Kristiansand - Moi	Dagtog	1	6 Buss		112	672	9,408	18,816
Stavanger- Egersund-Stavanger	Dagtog	3	36 Buss		73	2628	36,792	73,584
Kristiansand- Nordagutu	Dagtog	1	5 Buss		219	1095	15,330	30,660
Kongsberg - Oslo		3						
Oslo- Kongsberg- Oslo	Dagtog	1	6 Buss		87	522	7,308	14,616
Oslo- Drammen- Oslo	Dagtog	2	12 Buss		41	492	6,888	13,776
Oslo-Asker- Oslo	Dagtog	7	42 Buss		24	1008	14,112	28,224
Oslo- Spikkestad- Oslo	Dagtog	3	18 Buss		39	702	9,828	19,656
Kongsberg- Nordagutu-Skien	Dagtog	2						
Kongberg-Nordagutu	Dagtog	1	2 Buss		47	94	1,316	2,632
Nordagutu-Skien	Dagtog	1	2 Buss		34	68	952	1,904
Skien-Drammen		4						
Drammen-Skien	Dagtog	2	8 Buss		150	1200	16,800	33,600
Skien-Drammen	Dagtog	1	4 Buss		150	600	8,400	16,800
Bergen-Hønefoss		8						
Oslo-Bergen-Oslo	Nattog	1	8 Inntektstap					1,774,888
Bergen-Arna-Bergen	Dagtog	2	32 Buss		9	288	4,032	8,064
Hønefoss-hokksund		2						

BANEKOST

Oslo-Bergen-Oslo	Nattog	1	2 Inntektstap				443,722
Gjøvik-Oslo		3					
Skøyen-Roa	Dagtog	1	3 Buss	60	180	2,520	5,040
Skøyen-Jaren	Dagtog	1	3 Buss	83	249	3,486	6,972
Trondheim-Otta		6					
Trondheim-Oslo- Trondheim	Nattog	1	6 Inntektstap	0			1,171,098
Trondheim- Alnabru- Trondheim	Godstog	1	12 Legges om				
Otta- Eidsvoll		6					
Trondheim- Oslo- Trondheim	Nattog	1	6 Inntektstap	0			1,171,098
Trondheim-Alnabru-Trondheim	Godstog	1	12 Legges om				
Eidsvoll- Olso		1					
Trondheim- Olso-Trondheim	Nattog	1	1 Inntektstap				195,183
Lillestrøm-Oslo- Lillestrøm	Dagtog	7	14 Buss	21	294	4,116	8,232
Eidsvoll-Oslo-Eidsvoll	Dagtog	3	6 Buss	68	408	5,712	11,424
Trondheim- Alnabru-Trondheim	Godstog	1	2 Legges om				
Magnor-Lillestrøm		3					
Skøyen-Kongsvinger-Skøyen	Dagtog	1	6 Buss	104	624	8,736	17,472
Skøyen-Årnes	Dagtog	1	3 Buss	62	186	2,604	5,208
Kornsjø- Moss/Mysen		4					
Kornsjø- Oslo-Kornsjø	Nattog	1	4 Inntektstap				465,164
Oslo-Halden	Dagtog	1	4 Buss	136	544	7,616	15,232
Moss/Mysen- Oslo		3					
Kornsjø-Oslo-Kornsjø	Nattog	1	3 Inntektstap				348,873
Oslo-Halden	Dagtog	1	3 Buss	136	408	5,712	11,424
Ski-skøyen-Ski	Dagtog	4	24 Buss	28	672	9,408	18,816
Moss-Oslo-Moss	Dagtog	3	18 Buss	60	1080	15,120	30,240
Mysen-Skøyen-Mysen	Dagtog	2	12 Buss	28	336	4,704	9,408
Oslo-Lodalen(kipptog)		4	ingen øk. virkn.				5,971,826

Sum inntektstap/ økte kostnader ved busslele(avrundet)	6,000,000
---	------------------

Forutsetninger i beregningen :

- 1) Ifølge Biltrafikk er gjennomsnittlig takst for leie av buss inkl. sjåfør kr. 14/km.
- 2) Basert på trafikkteilliinger foretatt i tidsrommet fra 25.-30 oktober for lokaltog Oslo er gjennomsnittlig antall passasjerer på togene lørdag ca. 90.
Ifølge Biltrafikk beegner man ca. 45 passasjerer pr. buss. To busser pr. strekning vil derfor være tilstrekkelig.
- 3) Inntektstapet ved innstilling av nattog er basert på telling foretatt av Persontrafikk i juli (høysesong)

BILAG 5 KJØRETIDSBEREGNINGER

DOVREBANEN

BESKRIVELSE AV ALTERNATIVENE.

- Alt. 1 Dagens IC70 med dagens trasedata og hastighetsprofil.
- Alt. 2 Dagens IC70 med modifisert hastighetsprofil.
- Alt. 3 Modifisert IC70 med dagens trasedata og hastighetsprofil.
- Alt. 4 Persontog EL18 + 10 vogner med dagens trasedata og hastighetsprofil.
- Alt. 5 Persontog EL18 + 10 vogner med modifisert hastighetsprofil.
- Alt. 6 ABB (Gardermotog) med dagens trasedata og hastighetsprofil.
- Alt. 7 ABB (Gardermotog) med modifisert hastighetsprofil.
- Alt. 8 Godstog EL18 + 850 tonn maks. 90 km/h med dagens trasedata og hastighetsprofil.
- Alt. 9 Godstog EL18 + 850 tonn maks. 90 km/h med modifisert hastighetsprofil.
- Alt. 10 Godstog EL18 + 850 tonn maks. 100 km/h med dagens trasedata og hastighetsprofil.
- Alt. 11 Godstog EL18 + 850 tonn maks. 100 km/h med modifisert hastighetsprofil.
- Alt. 12 Dagens BM69D med dagens trasedata og hastighetsprofil.
- Alt. 13 Ombygd BM69D med dagens trasedata og hastighetsprofil.

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-15 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / BM70
 TOTAL LENGDE (meter) : 100
 TOTAL MASSE (tonn) : 211.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 160

Att 1

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
20.870	LILLESTRØM	.0	14:25	14:25	14:25	130.0	203.8
67.495	EIDSVOLL	.0	40:02	40:02	25:38	130.0	458.2
101.755	TANGEN	.0	1:01:34	1:01:34	21:32	130.0	691.6
114.410	STANGE	.0	1:09:10	1:09:10	7:36	130.0	808.7
126.145	HAMAR	.0	1:16:39	1:16:39	7:29	130.0	843.9
139.935	BRUMUNDDAL	.0	1:26:27	1:26:27	9:49	110.0	932.2
155.945	MOELV	.0	1:37:23	1:37:23	10:56	130.0	1063.6
184.220	LILLEHAMMER	.0	1:57:35	1:57:35	20:12	105.0	1230.3
214.340	TRETEN	.0	2:17:49	2:17:49	20:14	128.6	1443.0
242.513	RINGEBU	.0	2:36:27	2:36:27	18:38	127.2	1596.1
266.525	VINSTRÅ	.0	2:51:05	2:51:05	14:39	130.0	1801.6
297.240	OTTA	.0	3:10:15	3:10:15	19:09	130.0	1994.1
342.915	DOMBÅS	.0	3:38:25	3:38:25	28:11	130.0	2435.1
381.679	HJERKINN	.0	4:00:41	4:00:41	22:16	130.0	2817.9
393.159	KONGSVOLL	.0	4:07:52	4:07:52	7:11	130.0	2858.2
429.155	OPPDAL	.0	4:30:43	4:30:43	22:52	130.0	2965.2
466.308	BERKÅK	.0	4:54:21	4:54:21	23:38	130.0	3137.3
501.135	STØREN	.0	5:17:27	5:17:27	23:05	130.0	3253.5
541.327	HEIMDAL	.0	5:44:23	5:44:23	26:57	130.0	3546.2
552.878	TRONDHEIM	.0	5:54:42	5:54:42	10:19	125.0	3582.7

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-15 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / BM70
 TOTAL LENGDE (meter) : 100
 TOTAL MASSE (tonn) : 213.4
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 160

Att 3

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
20.870	LILLESTRØM	.0	14:26	14:26	14:26	130.0	206.9
67.495	EIDSVOLL	.0	40:04	40:04	25:38	130.0	464.8
101.755	TANGEN	.0	1:01:37	1:01:37	21:32	130.0	701.2
114.410	STANGE	.0	1:09:13	1:09:13	7:36	130.0	819.0
126.145	HAMAR	.0	1:16:42	1:16:42	7:29	130.0	854.5
139.935	BRUMUNDDAL	.0	1:26:31	1:26:31	9:49	110.0	943.3
155.945	MOELV	.0	1:37:28	1:37:28	10:57	130.0	1075.3
184.220	LILLEHAMMER	.0	1:57:40	1:57:40	20:12	105.0	1243.3
214.340	TRETEN	.0	2:17:55	2:17:55	20:15	128.1	1458.4
242.513	RINGEBU	.0	2:36:33	2:36:33	18:38	126.9	1612.8
266.525	VINSTRÅ	.0	2:51:12	2:51:12	14:39	130.0	1819.4
297.240	OTTA	.0	3:10:22	3:10:22	19:10	130.0	2013.6
342.915	DOMBÅS	.0	3:38:34	3:38:34	28:12	130.0	2457.9
381.679	HJERKINN	.0	4:00:52	4:00:52	22:18	130.0	2843.8
393.159	KONGSVOLL	.0	4:08:03	4:08:03	7:11	130.0	2884.4
429.155	OPPDAL	.0	4:30:55	4:30:55	22:52	130.0	2992.1
466.308	BERKÅK	.0	4:54:34	4:54:34	23:39	130.0	3166.2
501.135	STØREN	.0	5:17:40	5:17:40	23:06	130.0	3282.9
541.327	HEIMDAL	.0	5:44:37	5:44:37	26:57	130.0	3580.0
552.878	TRONDHEIM	.0	5:54:56	5:54:56	10:19	125.0	3616.8

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-15 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / EL18-6
 TOTAL LENGDE (meter) : 270
 TOTAL MASSE (tonn) : 480.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 200

Alt 4

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
20.870	LILLESTRØM	.0	14:56	14:56	14:56	120.0	438.7
67.495	EIDSVOLL	.0	41:35	41:35	26:40	130.0	1026.4
101.755	TANGEN	.0	1:04:49	1:04:49	23:14	130.0	1550.8
114.410	STANGE	.0	1:12:50	1:12:50	8:01	120.0	1800.0
126.145	HAMAR	.0	1:20:57	1:20:57	8:07	120.0	1873.8
139.935	BRUMUNDDAL	.0	1:31:23	1:31:23	10:26	100.0	2049.9
155.945	MOELV	.0	1:42:45	1:42:45	11:23	120.0	2326.3
184.220	LILLEHAMMER	.0	2:03:56	2:03:56	21:11	105.0	2674.8
214.340	TRETEN	.0	2:25:01	2:25:01	21:05	130.0	3096.4
242.513	RINGEBU	.0	2:44:42	2:44:42	19:42	110.0	3391.5
266.525	VINSTRÅ	.0	2:59:45	2:59:45	15:02	130.0	3860.9
297.240	OTTA	.0	3:20:11	3:20:11	20:26	120.0	4248.2
342.915	DOMBÅS	.0	3:49:45	3:49:45	29:35	130.0	5220.1
381.679	HJERKINN	.0	4:13:00	4:13:00	23:15	120.0	6066.7
393.159	KONGSVOLL	.0	4:20:29	4:20:29	7:29	120.0	6145.3
429.155	OPPDAL	.0	4:45:08	4:45:08	24:39	120.0	6376.9
466.308	BERKÅK	.0	5:10:27	5:10:27	25:19	120.0	6738.9
501.135	STØREN	.0	5:35:39	5:35:39	25:12	110.0	6951.6
541.327	HEIMDAL	.0	6:04:27	6:04:27	28:48	120.0	7498.0
552.878	TRONDHEIM	.0	6:15:06	6:15:06	10:40	110.0	7562.6

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-15 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / ABB
 TOTAL LENGDE (meter) : 85
 TOTAL MASSE (tonn) : 149.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 210

Alt 6

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
20.870	LILLESTRØM	.0	13:38	13:38	13:38	130.0	151.3
67.495	EIDSVOLL	.0	39:01	39:01	25:22	130.0	326.7
101.755	TANGEN	.0	1:00:17	1:00:17	21:16	130.0	486.8
114.410	STANGE	.0	1:07:43	1:07:43	7:26	130.0	574.0
126.145	HAMAR	.0	1:15:04	1:15:04	7:21	130.0	606.5
139.935	BRUMUNDDAL	.0	1:24:43	1:24:43	9:39	110.0	667.0
155.945	MOELV	.0	1:35:13	1:35:13	10:30	130.0	764.4
184.220	LILLEHAMMER	.0	1:55:17	1:55:17	20:04	105.0	878.6
214.340	TRETEN	.0	2:15:10	2:15:10	19:53	130.0	1033.6
242.513	RINGEBU	.0	2:33:37	2:33:37	18:27	130.0	1139.4
266.525	VINSTRÅ	.0	2:47:54	2:47:54	14:17	130.0	1298.0
297.240	OTTA	.0	3:06:50	3:06:50	18:56	130.0	1436.7
342.915	DOMBÅS	.0	3:34:23	3:34:23	27:33	130.0	1749.5
381.679	HJERKINN	.0	3:55:39	3:55:39	21:16	130.0	2035.2
393.159	KONGSVOLL	.0	4:02:36	4:02:36	6:57	130.0	2065.5
429.155	OPPDAL	.0	4:25:17	4:25:17	22:41	130.0	2148.9
466.308	BERKÅK	.0	4:48:41	4:48:41	23:24	130.0	2271.7
501.135	STØREN	.0	5:11:38	5:11:38	22:57	130.0	2358.0
541.327	HEIMDAL	.0	5:38:10	5:38:10	26:32	130.0	2564.7
552.878	TRONDHEIM	.0	5:48:27	5:48:27	10:17	125.0	2589.3

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-15 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : GODSTOG / EL18-6
 TOTAL LENGDE (meter) : 500
 TOTAL MASSE (tonn) : 930.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 89

Aut 8

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
20.870	LILLESTRØM	.0	18:26	18:26	18:26	90.0	640.0
67.495	EIDSVOLL	.0	52:01	52:01	33:35	90.0	1443.7
101.755	TANGEN	.0	1:18:02	1:18:02	26:01	90.0	2095.8
114.410	STANGE	.0	1:28:05	1:28:05	10:03	90.0	2483.7
126.145	HAMAR	.0	1:37:54	1:37:54	9:49	90.0	2557.7
139.935	BRUMUNDDAL	.0	1:49:44	1:49:44	11:50	90.0	2814.9
155.945	MOELV	.0	2:02:54	2:02:54	13:10	90.0	3265.9
184.220	LILLEHAMMER	.0	2:25:31	2:25:31	22:37	90.0	3831.1
214.340	TRETEN	.0	2:48:56	2:48:56	23:26	90.0	4443.9
242.513	RINGEBU	.0	3:10:32	3:10:32	21:35	90.0	4929.9
266.525	VINSTRÅ	.0	3:28:23	3:28:23	17:52	90.0	5454.9
297.240	OTTA	.0	3:51:23	3:51:23	23:00	90.0	6019.6
342.915	DOMBÅS	.0	4:26:04	4:26:04	34:41	90.0	7558.4
381.679	HJERKINN	.0	4:55:00	4:55:00	28:55	90.0	8949.2
393.159	KONGSVOLL	.0	5:04:30	5:04:30	9:31	90.0	9042.1
429.155	OPPDAL	.0	5:31:19	5:31:19	26:48	90.0	9243.2
466.308	BERKÅK	.0	5:59:43	5:59:43	28:24	90.0	9809.6
501.135	STØREN	.0	6:26:41	6:26:41	26:58	90.0	10021.2
541.327	HEIMDAL	.0	6:58:10	6:58:10	31:30	90.0	10865.8
552.878	TRONDHEIM	.0	7:09:38	7:09:38	11:27	90.0	10968.4

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-15 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : GODSTOG / EL18-6
 TOTAL LENGDE (meter) : 500
 TOTAL MASSE (tonn) : 930.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 100

Aut 10

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
20.870	LILLESTRØM	.0	17:53	17:53	17:53	100.0	694.5
67.495	EIDSVOLL	.0	49:23	49:23	31:30	100.0	1611.8
101.755	TANGEN	.0	1:14:46	1:14:46	25:23	100.0	2360.1
114.410	STANGE	.0	1:24:14	1:24:14	9:28	100.0	2782.6
126.145	HAMAR	.0	1:33:36	1:33:36	9:22	100.0	2885.8
139.935	BRUMUNDDAL	.0	1:45:13	1:45:13	11:37	100.0	3193.9
155.945	MOELV	.0	1:58:08	1:58:08	12:55	100.0	3658.0
184.220	LILLEHAMMER	.0	2:20:34	2:20:34	22:26	100.0	4290.7
214.340	TRETEN	.0	2:43:26	2:43:26	22:53	100.0	4959.4
242.513	RINGEBU	.0	3:04:20	3:04:20	20:54	100.0	5514.9
266.525	VINSTRÅ	.0	3:21:15	3:21:15	16:56	100.0	6131.4
297.240	OTTA	.0	3:43:21	3:43:21	22:05	100.0	6768.0
342.915	DOMBÅS	.0	4:16:26	4:16:26	33:05	100.0	8396.1
381.679	HJERKINN	.0	4:43:58	4:43:58	27:32	100.0	9827.3
393.159	KONGSVOLL	.0	4:52:59	4:52:59	9:01	100.0	9941.4
429.155	OPPDAL	.0	5:19:09	5:19:09	26:10	100.0	10225.1
466.308	BERKÅK	.0	5:46:42	5:46:42	27:33	100.0	10850.3
501.135	STØREN	.0	6:13:06	6:13:06	26:24	100.0	11147.4
541.327	HEIMDAL	.0	6:44:04	6:44:04	30:58	100.0	12083.4
552.878	TRONDHEIM	.0	6:55:26	6:55:26	11:22	100.0	12203.0

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-15 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD =====

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / BM70
TOTAL LENGDE (meter) : 100
TOTAL MASSE (tonn) : 211.0
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 160

Alt 2

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
20.870	LILLESTRØM	.0	14:25	14:25	14:25	130.0	203.8
67.495	EIDSVOLL	.0	40:02	40:02	25:38	130.0	458.2
101.755	TANGEN	.0	1:01:35	1:01:35	21:32	130.0	694.6
114.410	STANGE	.0	1:09:10	1:09:10	7:36	130.0	811.6
126.145	HAMAR	.0	1:16:39	1:16:39	7:29	130.0	846.8
139.935	BRUMUNDDAL	.0	1:26:28	1:26:28	9:49	110.0	935.2
155.945	MOELV	.0	1:37:24	1:37:24	10:56	130.0	1066.5
184.220	LILLEHAMMER	.0	1:57:38	1:57:38	20:15	105.0	1238.6
214.340	TRETEN	.0	2:17:53	2:17:53	20:14	128.6	1451.3
242.513	RINGEBU	.0	2:36:41	2:36:41	18:48	127.2	1617.2
266.525	VINSTRÅ	.0	2:51:19	2:51:19	14:39	130.0	1822.7
297.240	OTTA	.0	3:10:29	3:10:29	19:09	130.0	2015.2
342.915	DOMBÅS	.0	3:38:39	3:38:39	28:11	130.0	2456.1
381.679	HJERKINN	.0	4:00:56	4:00:56	22:17	130.0	2839.7
393.159	KONGSVOLL	.0	4:08:07	4:08:07	7:11	130.0	2880.1
429.155	OPPDAL	.0	4:31:37	4:31:37	23:31	130.0	2997.6
466.308	BERKÅK	.0	4:55:17	4:55:17	23:40	130.0	3176.2
501.135	STØREN	.0	5:18:23	5:18:23	23:05	130.0	3292.3
541.327	HEIMDAL	.0	5:45:26	5:45:26	27:03	130.0	3587.0
552.878	TRONDHEIM	.0	5:55:44	5:55:44	10:19	125.0	3623.5

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-15 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / EL18-6
 TOTAL LENGDE (meter) : 270
 TOTAL MASSE (tonn) : 480.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 200

Aut 5

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR. PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
20.870	LILLESTRØM	.0	14:56	14:56	14:56	120.0	438.7
67.495	EIDSVOLL	.0	41:35	41:35	26:40	130.0	1026.4
101.755	TANGEN	.0	1:04:49	1:04:49	23:14	130.0	1550.8
114.410	STANGE	.0	1:12:50	1:12:50	8:01	120.0	1800.0
126.145	HAMAR	.0	1:20:57	1:20:57	8:07	120.0	1873.8
139.935	BRUMUNDDAL	.0	1:31:23	1:31:23	10:26	100.0	2049.9
155.945	MOELV	.0	1:42:45	1:42:45	11:23	120.0	2326.3
184.220	LILLEHAMMER	.0	2:03:59	2:03:59	21:13	105.0	2678.6
214.340	TRETEN	.0	2:25:03	2:25:03	21:05	130.0	3100.3
242.513	RINGEBU	.0	2:44:55	2:44:55	19:52	110.0	3422.2
266.525	VINSTRÅ	.0	2:59:57	2:59:57	15:02	130.0	3891.6
297.240	OTTA	.0	3:20:23	3:20:23	20:26	120.0	4278.9
342.915	DOMBÅS	.0	3:49:58	3:49:58	29:35	130.0	5250.8
381.679	HJERKINN	.0	4:13:13	4:13:13	23:15	120.0	6096.3
393.159	KONGSVOLL	.0	4:20:42	4:20:42	7:29	120.0	6174.9
429.155	OPPDAL	.0	4:45:45	4:45:45	25:03	120.0	6370.5
466.308	BERKÅK	.0	5:11:04	5:11:04	25:19	120.0	6732.9
501.135	STØREN	.0	5:36:16	5:36:16	25:12	110.0	6945.6
541.327	HEIMDAL	.0	6:05:06	6:05:06	28:50	120.0	7491.7
552.878	TRONDHEIM	.0	6:15:45	6:15:45	10:40	110.0	7556.2

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-15 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / ABB
 TOTAL LENGDE (meter) : 85
 TOTAL MASSE (tonn) : 149.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 210

Aut 7

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR. PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
20.870	LILLESTRØM	.0	13:38	13:38	13:38	130.0	151.3
67.495	EIDSVOLL	.0	39:01	39:01	25:22	130.0	326.7
101.755	TANGEN	.0	1:00:17	1:00:17	21:17	130.0	488.0
114.410	STANGE	.0	1:07:43	1:07:43	7:26	130.0	575.2
126.145	HAMAR	.0	1:15:05	1:15:05	7:21	130.0	607.7
139.935	BRUMUNDDAL	.0	1:24:44	1:24:44	9:39	110.0	668.2
155.945	MOELV	.0	1:35:14	1:35:14	10:30	130.0	765.6
184.220	LILLEHAMMER	.0	1:55:20	1:55:20	20:06	105.0	883.2
214.340	TRETEN	.0	2:15:13	2:15:13	19:53	130.0	1038.2
242.513	RINGEBU	.0	2:33:49	2:33:49	18:36	130.0	1150.2
266.525	VINSTRÅ	.0	2:48:06	2:48:06	14:17	130.0	1308.8
297.240	OTTA	.0	3:07:03	3:07:03	18:56	130.0	1447.5
342.915	DOMBÅS	.0	3:34:35	3:34:35	27:33	130.0	1760.3
381.679	HJERKINN	.0	3:55:52	3:55:52	21:17	130.0	2045.2
393.159	KONGSVOLL	.0	4:02:49	4:02:49	6:57	130.0	2075.6
429.155	OPPDAL	.0	4:26:04	4:26:04	23:15	130.0	2157.9
466.308	BERKÅK	.0	4:49:29	4:49:29	23:25	130.0	2284.8
501.135	STØREN	.0	5:12:26	5:12:26	22:57	130.0	2371.0
541.327	HEIMDAL	.0	5:39:04	5:39:04	26:37	130.0	2576.9
552.878	TRONDHEIM	.0	5:49:21	5:49:21	10:17	125.0	2601.6

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-15 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : GODSTOG / EL18-6
 TOTAL LENGDE (meter) : 500
 TOTAL MASSE (tonn) : 930.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 89

Alt 9

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
20.870	LILLESTRØM	.0	18:26	18:26	18:26	90.0	640.0
67.495	EIDSVOLL	.0	52:01	52:01	33:35	90.0	1443.7
101.755	TANGEN	.0	1:18:02	1:18:02	26:01	90.0	2095.8
114.410	STANGE	.0	1:28:05	1:28:05	10:03	90.0	2483.7
126.145	HAMAR	.0	1:37:54	1:37:54	9:49	90.0	2557.7
139.935	BRUMUNDDAL	.0	1:49:44	1:49:44	11:50	90.0	2814.9
155.945	MOELV	.0	2:02:54	2:02:54	13:10	90.0	3265.9
184.220	LILLEHAMMER	.0	2:25:34	2:25:34	22:40	90.0	3833.7
214.340	TRETEN	.0	2:49:00	2:49:00	23:26	90.0	4446.5
242.513	RINGEBU	.0	3:10:43	3:10:43	21:43	90.0	4931.6
266.525	VINSTRÅ	.0	3:28:34	3:28:34	17:52	90.0	5467.1
297.240	OTTA	.0	3:51:34	3:51:34	23:00	90.0	6031.8
342.915	DOMBÅS	.0	4:26:15	4:26:15	34:41	90.0	7570.6
381.679	HJERKINN	.0	4:55:11	4:55:11	28:55	90.0	8961.0
393.159	KONGSVOLL	.0	5:04:41	5:04:41	9:31	90.0	9053.8
429.155	OPPDAL	.0	5:31:48	5:31:48	27:07	90.0	9259.6
466.308	BERKÅK	.0	6:00:12	6:00:12	28:24	90.0	9826.8
501.135	STØREN	.0	6:27:10	6:27:10	26:58	90.0	10038.4
541.327	HEIMDAL	.0	6:58:42	6:58:42	31:32	90.0	10881.6
552.878	TRONDHEIM	.0	7:10:09	7:10:09	11:27	90.0	10984.3

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-15 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : GODSTOG / EL18-6
 TOTAL LENGDE (meter) : 500
 TOTAL MASSE (tonn) : 930.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 100

Alt 11

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
20.870	LILLESTRØM	.0	17:53	17:53	17:53	100.0	694.5
67.495	EIDSVOLL	.0	49:23	49:23	31:30	100.0	1611.8
101.755	TANGEN	.0	1:14:46	1:14:46	25:23	100.0	2360.1
114.410	STANGE	.0	1:24:14	1:24:14	9:28	100.0	2782.6
126.145	HAMAR	.0	1:33:36	1:33:36	9:22	100.0	2885.8
139.935	BRUMUNDDAL	.0	1:45:13	1:45:13	11:37	100.0	3193.9
155.945	MOELV	.0	1:58:08	1:58:08	12:55	100.0	3658.0
184.220	LILLEHAMMER	.0	2:20:37	2:20:37	22:30	100.0	4293.2
214.340	TRETEN	.0	2:43:30	2:43:30	22:53	100.0	4962.0
242.513	RINGEBU	.0	3:04:34	3:04:34	21:04	100.0	5515.5
266.525	VINSTRÅ	.0	3:21:30	3:21:30	16:56	100.0	6156.7
297.240	OTTA	.0	3:43:35	3:43:35	22:05	100.0	6793.3
342.915	DOMBÅS	.0	4:16:40	4:16:40	33:05	100.0	8421.5
381.679	HJERKINN	.0	4:44:12	4:44:12	27:32	100.0	9851.8
393.159	KONGSVOLL	.0	4:53:13	4:53:13	9:01	100.0	9965.8
429.155	OPPDAL	.0	5:19:44	5:19:44	26:31	100.0	10245.2
466.308	BERKÅK	.0	5:47:17	5:47:17	27:33	100.0	10871.3
501.135	STØREN	.0	6:13:41	6:13:41	26:24	100.0	11168.3
541.327	HEIMDAL	.0	6:44:41	6:44:41	31:00	100.0	12102.9
552.878	TRONDHEIM	.0	6:56:04	6:56:04	11:22	100.0	12222.6

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-15 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / M69
 TOTAL LENGDE (meter) : 75
 TOTAL MASSE (tonn) : 134.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 129

AU 12

KM	STASJONNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
3.988	BRYN	.0	3:58	3:58	3:58	101.8	41.9
17.868	STRØMMEN	.0	12:13	12:13	8:15	130.0	142.0
20.870	LILLESTRØM	.0	15:00	15:00	2:46	101.4	152.9
26.661	LEIRSUND	.0	18:58	18:58	3:58	130.0	184.3
29.790	FROGNER	.0	21:25	21:25	2:28	100.0	204.2
32.395	LINDEBERG	.0	23:35	23:35	2:10	106.1	231.7
33.600	ARTEID	.0	24:54	24:54	1:19	95.2	245.0
36.417	KLØFTA	.0	27:03	27:03	2:09	126.2	274.7
40.235	ASPER	.0	29:42	29:42	2:39	130.0	310.7
44.680	JESSHEIM	.0	32:39	32:39	2:56	130.0	351.9
46.104	NORDBY	.0	34:04	34:04	1:26	102.4	362.7
49.515	HAUERSETER	.0	36:31	36:31	2:27	130.0	397.8
53.438	SAND	.0	39:08	39:08	2:37	130.0	423.2
57.172	DAL	.0	41:46	41:46	2:38	130.0	439.8
62.145	BØN	.0	45:04	45:04	3:17	125.0	459.8
67.495	EIDSVOLL	.0	49:07	49:07	4:04	95.0	479.9

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-15 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / M69
 TOTAL LENGDE (meter) : 75
 TOTAL MASSE (tonn) : 137.4
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 129

AU 13

KM	STASJONNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
3.988	BRYN	.0	3:59	3:59	3:59	100.8	42.6
17.868	STRØMMEN	.0	12:16	12:16	8:16	130.0	145.4
20.870	LILLESTRØM	.0	15:03	15:03	2:47	101.4	156.4
26.661	LEIRSUND	.0	19:01	19:01	3:59	130.0	188.5
29.790	FROGNER	.0	21:29	21:29	2:28	100.0	208.8
32.395	LINDEBERG	.0	23:40	23:40	2:11	106.0	236.7
33.600	ARTEID	.0	24:59	24:59	1:19	94.6	250.3
36.417	KLØFTA	.0	27:09	27:09	2:10	125.3	280.3
40.235	ASPER	.0	29:49	29:49	2:40	130.0	317.0
44.680	JESSHEIM	.0	32:47	32:47	2:58	130.0	358.9
46.104	NORDBY	.0	34:13	34:13	1:26	103.8	370.4
49.515	HAUERSETER	.0	36:41	36:41	2:28	130.0	405.9
53.438	SAND	.0	39:18	39:18	2:38	130.0	431.7
57.172	DAL	.0	41:57	41:57	2:39	130.0	448.6
62.145	BØN	.0	45:15	45:15	3:18	125.0	469.8
67.495	EIDSVOLL	.0	49:19	49:19	4:04	95.0	490.2

DOVREBANEN	KJØRETID	KJØRETID	DIF	KJØRETID	DIF	KJØRETID	KJØRETID	DIF	
	ALT. 1	ALT. 2	ALT 1-2	ALT. 3	ALT. 1-3	ALT. 4	ALT. 5	ALT. 4-5	
	IC 70	IC 70		IC 70 MOD		EL-18	EL-18		
HAST.PROFIL	DAGENS	NY		DAGENS		DAGENS	NY		
OSLO - EIDSVOLL	40:02	40:02	00:00	40:04	00:02	41:35	41:35	00:00	
EIDSVOLL - HAMAR	36:37	36:37	00:00	36:38	00:01	39:22	39:22	00:00	
HAMAR - LILLEHAMMER	40:56	40:59	00:03	40:58	00:02	42:59	43:02	00:03	
LILLEHAMMER - OTTA	01:12:40	01:12:50	00:10	01:12:42	00:02	01:16:15	01:16:24	00:09	
OTTA - STØREN	02:07:12	02:07:54	00:42	02:07:18	00:06	02:15:28	02:15:53	00:25	
STØREN - TRONDHEIM	37:15	37:22	00:07	37:16	00:01	39:27	39:29	00:02	
OSLO - TRONDHEIM	05:54:42	05:55:44	01:02	05:54:56	00:14	06:15:06	06:15:45	00:39	
DOVREBANEN	KJØRETID	KJØRETID	DIF	KJØRETID	KJØRETID	DIF	KJØRETID	KJØRETID	DIF
	ALT. 6	ALT. 7	ALT 6-7	ALT. 8	ALT. 9	ALT 8-9	ALT. 10	ALT. 11	ALT 10-11
	ABB	ABB		GT max 90	GT max 90		GT max 100	GT max 100	
HAST.PROFIL	DAGENS	NY		DAGENS	NY		DAGENS	NY	
OSLO - EIDSVOLL	39:01	39:01	00:00	52:01	52:01	00:00	49:23	49:23	00:00
EIDSVOLL - HAMAR	36:03	36:04	00:01	45:53	45:53	00:00	44:13	44:13	00:00
HAMAR - LILLEHAMMER	40:13	40:15	00:02	47:37	47:40	00:03	46:58	47:01	00:03
LILLEHAMMER - OTTA	01:11:33	01:11:43	00:10	01:25:52	01:26:00	00:08	01:22:47	01:22:58	00:11
OTTA - STØREN	2.04:48	02:05:23	00:35	02:35:18	02:35:36	00:18	02:29:45	02:30:06	00:21
STØREN - TRONDHEIM	36:49	36:55	00:06	42:57	42:59	00:02	42:20	42:22	00:02
OSLO - TRONDHEIM	05:48:27	05:49:21	00:54	07:09:38	07:10:09	00:31	06:55:26	06:56:04	00:37
DOVREBANEN	KJØRETID	KJØRETID	DIF						
	ALT. 12	ALT. 13	ALT 12-13						
	BM69D	BM69D							
HAST.PROFIL	DAGENS	NY							
OSLO - LILLESTRØM	15:00	15:03	00:03						
LILLESTRØM - EIDSVOLL	34:07	34:16	00:09						
OSLO - EIDSVOLL	49:07	49:19	00:12						

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / BM70
TOTAL LENGDE (meter) : 100
TOTAL MASSE (tonn) : 211.0
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 160

Aut 4

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	DRAMMEN	.0		0:00	0:00		
71.520	HØNEFOSS	.0	45:25	45:25	45:25	130.0	464.6

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / BM70
TOTAL LENGDE (meter) : 100
TOTAL MASSE (tonn) : 213.4
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 160

Aut 3

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	DRAMMEN	.0		0:00	0:00		
71.520	HØNEFOSS	.0	45:26	45:26	45:26	130.0	469.9

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / EL18-6
TOTAL LENGDE (meter) : 270
TOTAL MASSE (tonn) : 480.0
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 200

Aut 4

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	DRAMMEN	.0		0:00	0:00		
71.520	HØNEFOSS	.0	46:35	46:35	46:35	130.0	1033.5

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / ABB
TOTAL LENGDE (meter) : 85
TOTAL MASSE (tonn) : 149.0
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 210

Aut 6

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	DRAMMEN	.0		0:00	0:00		
71.520	HØNEFOSS	.0	44:53	44:53	44:53	130.0	332.0

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : GODSTOG / EL18-6
TOTAL LENGDE (meter) : 500
TOTAL MASSE (tonn) : 930.0
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 89

Alt 8

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	DRAMMEN	.0		0:00	0:00		
71.520	HØNEFOSS	.0	52:24	52:24	52:24	90.0	1346.5

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : GODSTOG / EL18-6
TOTAL LENGDE (meter) : 500
TOTAL MASSE (tonn) : 930.0
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 100

Alt 10

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	DRAMMEN	.0		0:00	0:00		
71.520	HØNEFOSS	.0	50:28	50:28	50:28	100.0	1544.3

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / BM70
TOTAL LENGDE (meter) : 100
TOTAL MASSE (tonn) : 211.0
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 160

Alt 2

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	DRAMMEN	.0		0:00	0:00		
71.520	HØNEFOSS	.0	45:25	45:25	45:25	130.0	464.6

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / EL18-6
TOTAL LENGDE (meter) : 270
TOTAL MASSE (tonn) : 480.0
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 200

Alt 5

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	DRAMMEN	.0		0:00	0:00		
71.520	HØNEFOSS	.0	46:35	46:35	46:35	130.0	1033.5

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / ABB *Alt 7*
TOTAL LENGDE (meter) : 85
TOTAL MASSE (tonn) : 149.0
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 210

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	DRAMMEN	.0		0:00	0:00		
71.520	HØNEFOSS	.0	44:53	44:53	44:53	130.0	332.0

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : GODSTOG / EL18-6 *Alt 9*
TOTAL LENGDE (meter) : 500
TOTAL MASSE (tonn) : 930.0
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 89

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	DRAMMEN	.0		0:00	0:00		
71.520	HØNEFOSS	.0	52:24	52:24	52:24	90.0	1346.5

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : GODSTOG / EL18-6 *Alt 11*
TOTAL LENGDE (meter) : 500
TOTAL MASSE (tonn) : 930.0
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 100

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	DRAMMEN	.0		0:00	0:00		
71.520	HØNEFOSS	.0	50:28	50:28	50:28	100.0	1544.3

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / BM70
TOTAL LENGDE (meter) : 100
TOTAL MASSE (tonn) : 211.0
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 160

Alt 1

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR. PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	HØNEFOSS	.0		0:00	0:00		
95.515	NESBYEN	.0	1:06:01	1:06:01	1:06:01	130.0	562.5
112.405	GOL	.0	1:16:24	1:16:24	10:23	125.0	682.8
138.240	ÅL	.0	1:33:58	1:33:58	17:34	120.0	960.6
162.840	GEILO	.0	1:52:01	1:52:01	18:03	120.0	1267.3
174.740	USTAASET	.0	2:02:00	2:02:00	9:59	90.0	1429.1
212.160	FINSE	.0	2:31:44	2:31:44	29:44	90.0	1704.9
241.628	MYRDAL	.0	2:55:04	2:55:04	23:20	160.0	1805.6
291.210	VOSS	.0	3:35:48	3:35:48	40:44	130.0	1910.7
363.180	ARNA	.0	4:30:01	4:30:01	54:13	130.0	2325.7
372.375	BERGEN	.0	4:36:54	4:36:54	6:53	130.0	2397.5

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / BM70
TOTAL LENGDE (meter) : 100
TOTAL MASSE (tonn) : 213.4
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 160

Alt 3

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR. PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	HØNEFOSS	.0		0:00	0:00		
95.515	NESBYEN	.0	1:06:02	1:06:02	1:06:02	130.0	566.4
112.405	GOL	.0	1:16:26	1:16:26	10:23	125.0	687.6
138.240	ÅL	.0	1:34:00	1:34:00	17:35	120.0	967.5
162.840	GEILO	.0	1:52:05	1:52:05	18:04	120.0	1277.8
174.740	USTAASET	.0	2:02:04	2:02:04	9:59	90.0	1441.0
212.160	FINSE	.0	2:31:48	2:31:48	29:45	90.0	1719.5
241.628	MYRDAL	.0	2:55:09	2:55:09	23:21	160.0	1820.8
291.210	VOSS	.0	3:35:54	3:35:54	40:45	130.0	1926.4
363.180	ARNA	.0	4:30:08	4:30:08	54:14	130.0	2344.1
372.375	BERGEN	.0	4:37:01	4:37:01	6:53	130.0	2416.4

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / EL18-6 *Alt 4*
 TOTAL LENGDE (meter) : 270
 TOTAL MASSE (tonn) : 480.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 200

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	HØNEFOSS	.0		0:00	0:00		
95.515	NESBYEN	.0	1:07:46	1:07:46	1:07:46	120.0	1264.3
112.405	GOL	.0	1:18:10	1:18:10	10:24	125.0	1552.8
138.240	ÅL	.0	1:35:49	1:35:49	17:38	120.0	2167.1
162.840	GEILO	.0	1:53:52	1:53:52	18:04	120.0	2847.4
174.740	USTAASET	.0	2:03:55	2:03:55	10:02	90.0	3205.2
212.160	FINSE	.0	2:33:50	2:33:50	29:56	90.0	3809.8
241.628	MYRDAL	.0	2:57:17	2:57:17	23:26	160.0	4013.1
291.210	VOSS	.0	3:38:36	3:38:36	41:19	130.0	4282.4
363.180	ARNA	.0	4:33:38	4:33:38	55:02	130.0	5216.5
372.375	BERGEN	.0	4:40:27	4:40:27	6:49	130.0	5353.2

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / ABB *Alt 6*
 TOTAL LENGDE (meter) : 85
 TOTAL MASSE (tonn) : 149.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 210

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	HØNEFOSS	.0		0:00	0:00		
95.515	NESBYEN	.0	1:05:29	1:05:29	1:05:29	130.0	402.1
112.405	GOL	.0	1:15:38	1:15:38	10:09	125.0	489.7
138.240	ÅL	.0	1:32:51	1:32:51	17:13	120.0	684.6
162.840	GEILO	.0	1:50:34	1:50:34	17:43	120.0	891.8
174.740	USTAASET	.0	2:00:24	2:00:24	9:50	90.0	1006.4
212.160	FINSE	.0	2:30:04	2:30:04	29:40	90.0	1197.0
241.628	MYRDAL	.0	2:53:10	2:53:10	23:06	160.0	1286.3
291.210	VOSS	.0	3:33:41	3:33:41	40:32	130.0	1359.4
363.180	ARNA	.0	4:27:16	4:27:16	53:34	130.0	1661.4
372.375	BERGEN	.0	4:33:54	4:33:54	6:38	130.0	1709.1

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : GODSTOG / EL18-6 *Alt 8*
 TOTAL LENGDE (meter) : 500
 TOTAL MASSE (tonn) : 930.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 89

KM	STASJONSNVAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	HØNEFOSS	.0		0:00	0:00		
95.515	NESBYEN	.0	1:12:33	1:12:33	1:12:33	90.0	1964.7
112.405	GOL	.0	1:25:34	1:25:34	13:01	90.0	2329.1
138.240	ÅL	.0	1:45:43	1:45:43	20:08	90.0	3315.1
162.840	GEILO	.0	2:05:50	2:05:50	20:07	90.0	4515.5
174.740	USTAASET	.0	2:17:34	2:17:34	11:44	81.1	5166.4
212.160	FINSE	.0	2:48:32	2:48:32	30:58	90.0	6306.3
241.628	MYRDAL	.0	3:14:58	3:14:58	26:26	90.0	6505.4
291.210	VOSS	.0	3:58:47	3:58:47	43:49	90.0	6794.0
363.180	ARNA	.0	5:01:06	5:01:06	1:02:19	90.0	8050.8
372.375	BERGEN	.0	5:10:03	5:10:03	8:57	90.0	8208.0

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : GODSTOG / EL18-6 *Alt 10*
 TOTAL LENGDE (meter) : 500
 TOTAL MASSE (tonn) : 930.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 100

KM	STASJONSNVAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	HØNEFOSS	.0		0:00	0:00		
95.515	NESBYEN	.0	1:11:05	1:11:05	1:11:05	100.0	2163.8
112.405	GOL	.0	1:23:23	1:23:23	12:18	100.0	2583.4
138.240	ÅL	.0	1:42:55	1:42:55	19:32	100.0	3615.4
162.840	GEILO	.0	2:02:49	2:02:49	19:54	100.0	4827.5
174.740	USTAASET	.0	2:14:33	2:14:33	11:44	81.1	5478.5
212.160	FINSE	.0	2:45:31	2:45:31	30:58	90.0	6618.4
241.628	MYRDAL	.0	3:11:22	3:11:22	25:51	100.0	6832.2
291.210	VOSS	.0	3:54:58	3:54:58	43:36	100.0	7148.7
363.180	ARNA	.0	4:55:57	4:55:57	1:00:59	100.0	8484.0
372.375	BERGEN	.0	5:04:32	5:04:32	8:36	100.0	8765.2

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD =====

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / BM70
TOTAL LENGDE (meter) : 100
TOTAL MASSE (tonn) : 211.0
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 160

AU 2

KM	STASJONSNAMN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	HØNEFOSS	.0		0:00	0:00		
95.515	NESBYEN	.0	1:06:48	1:06:48	1:06:48	130.0	568.0
112.405	GOL	.0	1:17:11	1:17:11	10:23	125.0	688.3
138.240	ÅL	.0	1:34:45	1:34:45	17:34	120.0	966.0
162.840	GEILO	.0	1:52:48	1:52:48	18:03	120.0	1272.7
174.740	USTAOSSET	.0	2:02:47	2:02:47	9:59	90.0	1434.5
212.160	FINSE	.0	2:32:32	2:32:32	29:45	90.0	1713.2
241.524	MYRDAL	.0	2:56:10	2:56:10	23:37	160.0	1814.6
291.106	VOSS	.0	3:38:04	3:38:04	41:54	95.0	1895.6
363.076	ARNA	.0	4:38:59	4:38:59	1:00:56	100.0	2177.0
372.271	BERGEN	.0	4:47:37	4:47:37	8:38	80.0	2214.1

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / EL18-6 *Alt 5*
TOTAL LENGDE (meter) : 270
TOTAL MASSE (tonn) : 480.0
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 200

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	HØNEFOSS	.0		0:00	0:00		
95.515	NESBYEN	.0	1:08:35	1:08:35	1:08:35	120.0	1277.0
112.405	GOL	.0	1:18:59	1:18:59	10:24	125.0	1565.6
138.240	ÅL	.0	1:36:37	1:36:37	17:38	120.0	2179.8
162.840	GELLO	.0	1:54:41	1:54:41	18:04	120.0	2860.2
174.740	USTAØSET	.0	2:04:43	2:04:43	10:02	90.0	3217.9
212.160	FINSE	.0	2:34:40	2:34:40	29:57	90.0	3823.1
241.524	MYRDAL	.0	2:58:23	2:58:23	23:43	160.0	4010.0
291.106	VOSS	.0	3:40:55	3:40:55	42:32	95.0	4230.1
363.076	ARNA	.0	4:42:37	4:42:37	1:01:41	102.4	4855.3
372.271	BERGEN	.0	4:51:19	4:51:19	8:42	80.0	4914.7

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / ABB *Alt 7*
TOTAL LENGDE (meter) : 85
TOTAL MASSE (tonn) : 149.0
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 210

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	HØNEFOSS	.0		0:00	0:00		
95.515	NESBYEN	.0	1:06:17	1:06:17	1:06:17	130.0	407.5
112.405	GOL	.0	1:16:26	1:16:26	10:09	125.0	495.0
138.240	ÅL	.0	1:33:39	1:33:39	17:13	120.0	690.0
162.840	GELLO	.0	1:51:22	1:51:22	17:43	120.0	897.2
174.740	USTAØSET	.0	2:01:12	2:01:12	9:50	90.0	1011.7
212.160	FINSE	.0	2:30:53	2:30:53	29:41	90.0	1203.8
241.524	MYRDAL	.0	2:54:13	2:54:13	23:20	160.0	1298.3
291.106	VOSS	.0	3:36:03	3:36:03	41:51	95.0	1356.8
363.076	ARNA	.0	4:36:35	4:36:35	1:00:32	115.3	1564.4
372.271	BERGEN	.0	4:45:12	4:45:12	8:37	80.0	1583.1

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : GODSTOG / EL18-6
 TOTAL LENGDE (meter) : 500
 TOTAL MASSE (tonn) : 930.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 89

Aut 9

KM	STASJONSNAVN	HAST	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM	OPPN	ENERGI
		km/h			UTSKR.PKT.	HAST	kWh
.000	HØNEFOSS	.0		0:00	0:00		
95.515	NESBYEN	.0	1:13:01	1:13:01	1:13:01	90.0	1961.8
112.405	GOL	.0	1:26:02	1:26:02	13:01	90.0	2326.2
138.240	ÅL	.0	1:46:11	1:46:11	20:08	90.0	3312.1
162.840	GEILO	.0	2:06:18	2:06:18	20:07	90.0	4512.5
174.740	USTAASET	.0	2:18:02	2:18:02	11:44	81.1	5163.5
212.160	FINSE	.0	2:49:02	2:49:02	31:00	90.0	6300.8
241.524	MYRDAL	.0	3:15:30	3:15:30	26:29	90.0	6508.3
291.106	VOSS	.0	3:59:42	3:59:42	44:11	90.0	6783.8
363.076	ARNA	.0	5:04:03	5:04:03	1:04:21	90.0	7896.2
372.271	BERGEN	.0	5:13:28	5:13:28	9:25	80.0	8041.1

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : GODSTOG / EL18-6
 TOTAL LENGDE (meter) : 500
 TOTAL MASSE (tonn) : 930.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 100

Aut 11

KM	STASJONSNAVN	HAST	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM	OPPN	ENERGI
		km/h			UTSKR.PKT.	HAST	kWh
.000	HØNEFOSS	.0		0:00	0:00		
95.515	NESBYEN	.0	1:11:46	1:11:46	1:11:46	100.0	2148.2
112.405	GOL	.0	1:24:03	1:24:03	12:18	100.0	2567.9
138.240	ÅL	.0	1:43:36	1:43:36	19:32	100.0	3599.9
162.840	GEILO	.0	2:03:29	2:03:29	19:54	100.0	4812.0
174.740	USTAASET	.0	2:15:13	2:15:13	11:44	81.1	5463.0
212.160	FINSE	.0	2:46:13	2:46:13	31:00	90.0	6600.3
241.524	MYRDAL	.0	3:12:12	3:12:12	26:00	100.0	6820.9
291.106	VOSS	.0	3:56:22	3:56:22	44:10	95.0	7096.2
363.076	ARNA	.0	5:00:20	5:00:20	1:03:57	90.0	8162.2
372.271	BERGEN	.0	5:09:45	5:09:45	9:25	80.0	8307.2

BERGENSBANEN	KJØRETID	KJØRETID	DIF	KJØRETID	DIF	KJØRETID	KJØRETID	DIF	
	ALT. 1	ALT. 2	ALT 1-2	ALT. 3	ALT. 1-3	ALT. 4	ALT. 5	ALT. 4-5	
	IC 70	IC 70		IC 70 MOD		EL-18	EL-18		
HAST.PROFIL	DAGENS	NY		DAGENS		DAGENS	NY		
DRAMMEN - HØNEFOSS	45:25	45:25	00:00	45:26	00:01	46:35	46:35	00:00	
HØNEFOSS - GEILO	01:52:01	01:52:48	00:47	01:52:05	00:04	01:53:52	01:54:41	00:49	
GEILO - MYRDAL	01:03:03	01:03:22	00:19	01:03:04	00:01	01:03:25	1.03:42	00:17	
MYRDAL - VOSS	40:44	41:54	01:10	40:45	00:01	41:19	42:32	01:13	
VOSS - BERGEN	01:01:06	01:09:34	08:28	01:01:07	00:01	01:01:51	01:10:24	08:33	
DRAMMEN - BERGEN	05:22:19	05:33:02	10:43	05:22:27	00:08	05:27:02	5.37:54	10:52	
BERGENSBANEN	KJØRETID	KJØRETID	DIF	KJØRETID	KJØRETID	DIF	KJØRETID	KJØRETID	DIF
	ALT. 6	ALT. 7	ALT 6-7	ALT. 8	ALT. 9	ALT 8-9	ALT. 10	ALT. 11	ALT 10-11
	ABB	ABB		GT max 90	GT max 90		GT max 100	GT max 100	
HAST.PROFIL	DAGENS	NY		DAGENS	NY		DAGENS	NY	
DRAMMEN - HØNEFOSS	44:53	44:53	00:00	52:24	52:24	00:00	50:28	50:28	00:00
HØNEFOSS - GEILO	01:50:34	01:51:22	00:48	02:05:50	02:06:18	00:28	02:02:49	02:03:29	00:40
GEILO - MYRDAL	01:02:36	01:02:51	00:15	01:09:08	01:09:12	00:04	01:08:33	01:08:43	00:10
MYRDAL - VOSS	40:32	41:51	01:19	43:49	44:11	00:22	43:36	44:10	00:34
VOSS - BERGEN	01:00:13	01:09:09	08:56	01:11:16	01:13:46	02:30	01:09:34	01:13:23	03:49
DRAMMEN - BERGEN	05:18:47	05:30:05	11:18	06:02:27	06:05:52	03:25	05:55:00	06:00:13	05:13

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / BM70
 TOTAL LENGDE (meter) : 100
 TOTAL MASSE (tonn) : 211.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 160

Alt 1

KM	STASJONNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
7.060	LYSAKER	.0	5:35	5:35	5:35	90.0	46.4
24.790	ASKER	.0	16:56	16:56	11:21	120.0	203.2
42.020	DRAMMEN	.0	26:50	26:50	9:54	130.0	261.6
88.680	KONGSBERG	.0	55:04	55:04	28:15	130.0	608.6
135.256	NORDAGUTU	.0	1:27:27	1:27:27	32:22	120.0	886.9
152.712	BØ	.0	1:39:49	1:39:49	12:22	100.0	977.9
210.034	NESLANDSVATN	.0	2:18:58	2:18:58	39:09	105.0	1233.7
270.625	NELAUG	.0	2:58:55	2:58:55	39:56	130.0	1633.1
354.454	KRISTIANSAND	.0	3:56:13	3:56:13	57:18	109.6	2010.2
418.189	SNARTEMO	.0	4:39:30	4:39:30	43:17	160.0	2551.8
458.129	SIRA	.0	5:03:43	5:03:43	24:13	160.0	2837.6
466.943	MOI	.0	5:09:51	5:09:51	6:08	130.0	2887.4
514.962	EGERSUND	.0	5:41:49	5:41:49	31:58	130.0	3189.1
558.527	BRYNE	.0	6:05:00	6:05:00	23:10	130.0	3447.7
572.637	SANDNES	.0	6:13:21	6:13:21	8:21	130.0	3538.6
587.829	STAVANGER	.0	6:22:58	6:22:58	9:38	130.0	3624.5

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / BM70
 TOTAL LENGDE (meter) : 100
 TOTAL MASSE (tonn) : 213.4
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 160

Alt 3

KM	STASJONNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
7.060	LYSAKER	.0	5:35	5:35	5:35	90.0	46.8
24.790	ASKER	.0	16:57	16:57	11:22	120.0	204.7
42.020	DRAMMEN	.0	26:51	26:51	9:54	130.0	263.5
88.680	KONGSBERG	.0	55:07	55:07	28:16	130.0	613.0
135.256	NORDAGUTU	.0	1:27:30	1:27:30	32:23	120.0	893.9
152.712	BØ	.0	1:39:52	1:39:52	12:22	100.0	986.3
210.034	NESLANDSVATN	.0	2:19:02	2:19:02	39:10	105.0	1244.3
270.625	NELAUG	.0	2:58:59	2:58:59	39:57	130.0	1647.2
354.454	KRISTIANSAND	.0	3:56:18	3:56:18	57:19	109.3	2029.6
418.189	SNARTEMO	.0	4:39:37	4:39:37	43:19	160.0	2576.7
458.129	SIRA	.0	5:03:51	5:03:51	24:15	160.0	2864.9
466.943	MOI	.0	5:10:00	5:10:00	6:09	130.0	2915.1
514.962	EGERSUND	.0	5:41:59	5:41:59	32:00	130.0	3219.4
558.527	BRYNE	.0	6:05:10	6:05:10	23:11	130.0	3480.1
572.637	SANDNES	.0	6:13:32	6:13:32	8:21	130.0	3571.8
587.829	STAVANGER	.0	6:23:10	6:23:10	9:38	130.0	3658.2

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / EL18-6
 TOTAL LENGDE (meter) : 270
 TOTAL MASSE (tonn) : 480.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 200

Alt 4

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
7.060	LYSAKER	.0	6:33	6:33	6:33	90.0	86.7
24.790	ASKER	.0	18:40	18:40	12:08	110.0	410.6
42.020	DRAMMEN	.0	28:36	28:36	9:55	130.0	550.4
88.680	KONGSBERG	.0	58:49	58:49	30:13	130.0	1281.8
135.256	NORDAGUTU	.0	1:33:30	1:33:30	34:42	120.0	1909.5
152.712	BØ	.0	1:46:38	1:46:38	13:08	90.0	2101.5
210.034	NESLANDSVATN	.0	2:28:01	2:28:01	41:23	105.0	2667.7
270.625	NELAUG	.0	3:11:10	3:11:10	43:09	130.0	3531.2
354.454	KRISTIANSAND	.0	4:11:30	4:11:30	1:00:20	109.9	4417.8
418.189	SNARTEMO	.0	4:56:08	4:56:08	44:38	160.0	5623.8
458.129	SIRA	.0	5:20:44	5:20:44	24:36	160.0	6245.9
466.943	MOI	.0	5:27:07	5:27:07	6:23	130.0	6367.7
514.962	EGERSUND	.0	6:00:55	6:00:55	33:48	130.0	7036.3
558.527	BRYNE	.0	6:25:03	6:25:03	24:08	130.0	7612.8
572.637	SANDNES	.0	6:33:42	6:33:42	8:39	130.0	7821.6
587.829	STAVANGER	.0	6:43:53	6:43:53	10:10	120.0	8002.4

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / ABB
 TOTAL LENGDE (meter) : 85
 TOTAL MASSE (tonn) : 149.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 210

Alt 6

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
7.060	LYSAKER	.0	5:31	5:31	5:31	90.0	29.6
24.790	ASKER	.0	16:42	16:42	11:11	120.0	135.1
42.020	DRAMMEN	.0	26:27	26:27	9:45	130.0	189.1
88.680	KONGSBERG	.0	54:17	54:17	27:50	130.0	440.6
135.256	NORDAGUTU	.0	1:26:28	1:26:28	32:11	120.0	636.6
152.712	BØ	.0	1:38:44	1:38:44	12:16	100.0	701.2
210.034	NESLANDSVATN	.0	2:17:42	2:17:42	38:58	105.0	887.3
270.625	NELAUG	.0	2:57:22	2:57:22	39:40	130.0	1176.6
354.454	KRISTIANSAND	.0	3:54:31	3:54:31	57:09	120.0	1458.1
418.189	SNARTEMO	.0	4:36:48	4:36:48	42:17	160.0	1850.8
458.129	SIRA	.0	5:00:08	5:00:08	23:20	160.0	2071.1
466.943	MOI	.0	5:06:09	5:06:09	6:01	130.0	2103.5
514.962	EGERSUND	.0	5:37:36	5:37:36	31:26	130.0	2312.1
558.527	BRYNE	.0	6:00:33	6:00:33	22:57	130.0	2498.9
572.637	SANDNES	.0	6:08:43	6:08:43	8:10	130.0	2558.1
587.829	STAVANGER	.0	6:18:11	6:18:11	9:28	130.0	2619.2

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : GODSTOG / EL18-6
 TOTAL LENGDE (meter) : 500
 TOTAL MASSE (tonn) : 930.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 89

Alt 8

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
7.060	LYSAKER	.0	7:04	7:04	7:04	90.0	186.4
24.790	ASKER	.0	21:00	21:00	13:57	90.0	745.4
42.020	DRAMMEN	.0	34:26	34:26	13:26	90.0	928.7
88.680	KONGSBERG	.0	1:08:46	1:08:46	34:19	90.0	1990.6
135.256	NORDAGUTU	.0	1:45:25	1:45:25	36:39	90.0	3067.5
152.712	BØ	.0	1:59:28	1:59:28	14:03	90.0	3430.1
210.034	NESLANDSVATN	.0	2:42:34	2:42:34	43:06	90.0	4455.0
270.625	NELAUG	.0	3:28:06	3:28:06	45:32	90.0	5910.4
354.454	KRISTIANSAND	.0	4:31:11	4:31:11	1:03:05	90.0	7377.8
418.189	SNARTEMO	.0	5:20:46	5:20:46	49:35	90.0	9280.9
458.129	SIRA	.0	5:50:22	5:50:22	29:37	90.0	10224.4
466.943	MOI	.0	5:57:51	5:57:51	7:29	90.0	10386.5
514.962	EGERSUND	.0	6:35:22	6:35:22	37:31	90.0	11369.0
558.527	BRYNE	.0	7:06:00	7:06:00	30:38	90.0	12146.0
572.637	SANDNES	.0	7:17:00	7:17:00	11:00	90.0	12368.2
587.829	STAVANGER	.0	7:28:27	7:28:27	11:27	90.0	12658.9

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : GODSTOG / EL18-6
 TOTAL LENGDE (meter) : 500
 TOTAL MASSE (tonn) : 930.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 100

Alt 10

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
7.060	LYSAKER	.0	7:04	7:04	7:04	90.0	186.4
24.790	ASKER	.0	20:35	20:35	13:31	100.0	772.7
42.020	DRAMMEN	.0	33:08	33:08	12:33	100.0	958.5
88.680	KONGSBERG	.0	1:06:10	1:06:10	33:01	100.0	2147.8
135.256	NORDAGUTU	.0	1:42:36	1:42:36	36:26	100.0	3259.7
152.712	BØ	.0	1:56:39	1:56:39	14:03	90.0	3622.4
210.034	NESLANDSVATN	.0	2:39:30	2:39:30	42:51	100.0	4702.8
270.625	NELAUG	.0	3:24:20	3:24:20	44:51	100.0	6242.2
354.454	KRISTIANSAND	.0	4:26:22	4:26:22	1:02:02	100.0	7839.5
418.189	SNARTEMO	.0	5:14:51	5:14:51	48:29	100.0	9849.7
458.129	SIRA	.0	5:43:21	5:43:21	28:30	100.0	10870.9
466.943	MOI	.0	5:50:41	5:50:41	7:20	100.0	11048.7
514.962	EGERSUND	.0	6:27:30	6:27:30	36:50	100.0	12130.7
558.527	BRYNE	.0	6:55:51	6:55:51	28:21	100.0	12990.4
572.637	SANDNES	.0	7:06:14	7:06:14	10:22	100.0	13256.7
587.829	STAVANGER	.0	7:17:20	7:17:20	11:06	100.0	13563.6

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD =====

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / BM70
TOTAL LENGDE (meter) : 100
TOTAL MASSE (tonn) : 211.0
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 160

Alt 2

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
7.060	LYSAKER	.0	5:55	5:55	5:55	90.0	49.6
24.790	ASKER	.0	17:59	17:59	12:04	120.0	217.2
42.020	DRAMMEN	.0	27:53	27:53	9:54	130.0	275.5
88.680	KONGSBERG	.0	56:07	56:07	28:15	130.0	622.6
135.256	NORDAGUTU	.0	1:28:30	1:28:30	32:22	120.0	900.9
152.712	BØ	.0	1:40:56	1:40:56	12:26	100.0	995.2
210.034	NESLANDSVATN	.0	2:20:32	2:20:32	39:36	105.0	1278.2
270.625	NELAUG	.0	3:01:13	3:01:13	40:41	130.0	1717.9
354.454	KRISTIANSAND	.0	3:59:12	3:59:12	57:59	109.6	2116.5
418.189	SNARTEMO	.0	4:44:50	4:44:50	45:38	160.0	2653.0
458.129	SIRA	.0	5:11:17	5:11:17	26:28	160.0	2959.3
466.943	MOI	.0	5:18:16	5:18:16	6:58	90.0	2988.3
514.962	EGERSUND	.0	5:51:34	5:51:34	33:19	130.0	3283.8
558.527	BRYNE	.0	6:16:18	6:16:18	24:43	130.0	3569.3
572.637	SANDNES	.0	6:24:38	6:24:38	8:21	130.0	3660.2
587.829	STAVANGER	.0	6:34:34	6:34:34	9:55	126.4	3757.2

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / EL18-6 *Alt 5*
 TOTAL LENGDE (meter) : 270
 TOTAL MASSE (tonn) : 480.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 200

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
7.060	LYSAKER	.0	6:33	6:33	6:33	90.0	86.7
24.790	ASKER	.0	19:12	19:12	12:39	110.0	404.4
42.020	DRAMMEN	.0	29:07	29:07	9:55	130.0	556.4
88.680	KONGSBERG	.0	59:20	59:20	30:13	130.0	1287.7
135.256	NORDAGUTU	.0	1:34:02	1:34:02	34:42	120.0	1915.4
152.712	BØ	.0	1:47:12	1:47:12	13:10	90.0	2101.9
210.034	NESLANDSVATN	.0	2:28:42	2:28:42	41:31	105.0	2656.3
270.625	NELAUG	.0	3:12:08	3:12:08	43:26	130.0	3524.6
354.454	KRISTIANSAND	.0	4:12:45	4:12:45	1:00:38	109.9	4435.6
418.189	SNARTEMO	.0	4:59:06	4:59:06	46:21	160.0	5596.2
458.129	SIRA	.0	5:25:39	5:25:39	26:33	160.0	6223.3
466.943	MOI	.0	5:32:44	5:32:44	7:05	90.0	6282.4
514.962	EGERSUND	.0	6:07:26	6:07:26	34:42	130.0	6890.8
558.527	BRYNE	.0	6:32:51	6:32:51	25:25	130.0	7501.0
572.637	SANDNES	.0	6:41:30	6:41:30	8:39	130.0	7709.8
587.829	STAVANGER	.0	6:51:54	6:51:54	10:24	120.0	7910.3

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / ABB *Alt 7*
 TOTAL LENGDE (meter) : 85
 TOTAL MASSE (tonn) : 149.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 210

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
7.060	LYSAKER	.0	5:52	5:52	5:52	90.0	28.4
24.790	ASKER	.0	17:38	17:38	11:46	120.0	146.9
42.020	DRAMMEN	.0	27:22	27:22	9:45	130.0	200.8
88.680	KONGSBERG	.0	55:13	55:13	27:50	130.0	452.3
135.256	NORDAGUTU	.0	1:27:24	1:27:24	32:11	120.0	648.4
152.712	BØ	.0	1:39:44	1:39:44	12:21	100.0	714.9
210.034	NESLANDSVATN	.0	2:19:05	2:19:05	39:21	105.0	922.2
270.625	NELAUG	.0	2:59:19	2:59:19	40:13	130.0	1245.2
354.454	KRISTIANSAND	.0	3:57:07	3:57:07	57:48	120.0	1540.8
418.189	SNARTEMO	.0	4:41:46	4:41:46	44:39	160.0	1919.2
458.129	SIRA	.0	5:07:16	5:07:16	25:30	160.0	2154.2
466.943	MOI	.0	5:14:12	5:14:12	6:56	90.0	2175.6
514.962	EGERSUND	.0	5:47:03	5:47:03	32:51	130.0	2384.4
558.527	BRYNE	.0	6:11:29	6:11:29	24:26	130.0	2600.8
572.637	SANDNES	.0	6:19:39	6:19:39	8:10	130.0	2659.9
587.829	STAVANGER	.0	6:29:21	6:29:21	9:42	130.0	2732.8

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : GODSTOG / EL18-6
 TOTAL LENGDE (meter) : 500
 TOTAL MASSE (tonn) : 930.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 89

Alt 9

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
7.060	LYSAKER	.0	7:04	7:04	7:04	90.0	186.4
24.790	ASKER	.0	21:25	21:25	14:22	90.0	724.4
42.020	DRAMMEN	.0	34:51	34:51	13:26	90.0	906.1
88.680	KONGSBERG	.0	1:09:11	1:09:11	34:19	90.0	1968.1
135.256	NORDAGUTU	.0	1:45:50	1:45:50	36:39	90.0	3045.0
152.712	BØ	.0	1:59:53	1:59:53	14:03	90.0	3407.6
210.034	NESLANDSVATN	.0	2:43:05	2:43:05	43:12	90.0	4409.2
270.625	NELAUG	.0	3:28:50	3:28:50	45:45	90.0	5872.9
354.454	KRISTIANSAND	.0	4:32:09	4:32:09	1:03:20	90.0	7367.3
418.189	SNARTEMO	.0	5:22:45	5:22:45	50:36	90.0	9271.0
458.129	SIRA	.0	5:53:14	5:53:14	30:29	90.0	10175.1
466.943	MOI	.0	6:00:58	6:00:58	7:44	90.0	10302.7
514.962	EGERSUND	.0	6:38:50	6:38:50	37:51	90.0	11291.9
558.527	BRYNE	.0	7:10:07	7:10:07	31:17	90.0	12072.7
572.637	SANDNES	.0	7:21:07	7:21:07	11:00	90.0	12295.0
587.829	STAVANGER	.0	7:32:38	7:32:38	11:31	90.0	12595.9

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : GODSTOG / EL18-6
 TOTAL LENGDE (meter) : 500
 TOTAL MASSE (tonn) : 930.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 100

Alt 11

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
7.060	LYSAKER	.0	7:04	7:04	7:04	90.0	186.4
24.790	ASKER	.0	21:04	21:04	14:01	100.0	717.2
42.020	DRAMMEN	.0	33:38	33:38	12:33	100.0	900.9
88.680	KONGSBERG	.0	1:06:39	1:06:39	33:01	100.0	2090.2
135.256	NORDAGUTU	.0	1:43:05	1:43:05	36:26	100.0	3202.2
152.712	BØ	.0	1:57:08	1:57:08	14:03	90.0	3564.9
210.034	NESLANDSVATN	.0	2:40:04	2:40:04	42:56	100.0	4608.8
270.625	NELAUG	.0	3:25:09	3:25:09	45:05	100.0	6142.5
354.454	KRISTIANSAND	.0	4:27:29	4:27:29	1:02:20	100.0	7761.7
418.189	SNARTEMO	.0	5:17:08	5:17:08	49:39	100.0	9674.8
458.129	SIRA	.0	5:47:01	5:47:01	29:53	100.0	10589.3
466.943	MOI	.0	5:54:45	5:54:45	7:44	90.0	10716.9
514.962	EGERSUND	.0	6:32:00	6:32:00	37:15	100.0	11756.7
558.527	BRYNE	.0	7:01:24	7:01:24	29:25	100.0	12610.7
572.637	SANDNES	.0	7:11:47	7:11:47	10:22	100.0	12877.0
587.829	STAVANGER	.0	7:23:07	7:23:07	11:20	100.0	13204.6

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / M69
 TOTAL LENGDE (meter) : 75
 TOTAL MASSE (tonn) : 134.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 129

Alt 12

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR. PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
2.410	NATIONALTHEATRET	.0	2:18	2:18	2:18	90.0	20.4
4.380	SKØYEN	.0	4:08	4:08	1:49	90.0	30.4
7.060	LYSAKER	.0	6:27	6:27	2:20	90.0	46.8
8.960	STABEKK	.0	8:19	8:19	1:52	101.4	63.2
10.623	HØVIK	.0	9:52	9:52	1:33	108.3	80.3
12.233	BLOMMENHOLM	.0	11:25	11:25	1:33	106.4	98.5
14.035	SANDVIKA	.0	13:10	13:10	1:45	95.0	110.7
15.997	SLEPENDEN	.0	14:55	14:55	1:45	105.0	132.2
17.682	BILLINGSTAD	.0	16:33	16:33	1:38	101.4	151.1
20.080	HVALSTAD	.0	18:33	18:33	2:00	110.0	175.4
21.300	VAKÅS	.0	19:53	19:53	1:20	95.0	190.4
22.330	HØN	.0	21:06	21:06	1:14	88.6	202.9
24.790	ASKER	.0	23:13	23:13	2:07	99.6	228.8
36.198	TUVERUD	.0	29:19	29:19	6:06	130.0	262.3
39.985	BRAKERØYA	.0	31:51	31:51	2:33	130.0	283.4
42.020	DRAMMEN	.0	34:08	34:08	2:17	70.0	290.8

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / M69
 TOTAL LENGDE (meter) : 75
 TOTAL MASSE (tonn) : 137.4
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 129

Alt 13

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR. PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
2.410	NATIONALTHEATRET	.0	2:18	2:18	2:18	90.0	20.6
4.380	SKØYEN	.0	4:08	4:08	1:50	90.0	31.3
7.060	LYSAKER	.0	6:28	6:28	2:20	90.0	49.7
8.960	STABEKK	.0	8:21	8:21	1:53	101.4	66.4
10.623	HØVIK	.0	9:54	9:54	1:33	107.5	83.7
12.233	BLOMMENHOLM	.0	11:27	11:27	1:33	105.7	102.1
14.035	SANDVIKA	.0	13:13	13:13	1:45	95.0	114.5
15.997	SLEPENDEN	.0	14:59	14:59	1:46	105.0	136.3
17.682	BILLINGSTAD	.0	16:37	16:37	1:39	101.4	155.3
20.080	HVALSTAD	.0	18:38	18:38	2:00	110.0	180.0
21.300	VAKÅS	.0	19:58	19:58	1:20	93.4	195.2
22.330	HØN	.0	21:12	21:12	1:14	88.3	209.6
24.790	ASKER	.0	23:20	23:20	2:08	98.8	235.8
36.198	TUVERUD	.0	29:26	29:26	6:06	130.0	270.0
39.985	BRAKERØYA	.0	31:59	31:59	2:33	130.0	291.5
42.020	DRAMMEN	.0	34:16	34:16	2:17	70.0	299.0

SØRLANDSBANEN	KJØRETID	KJØRETID	DIF	KJØRETID	DIF	KJØRETID	KJØRETID	DIF	
	ALT. 1	ALT. 2	ALT 1-2	ALT. 3	ALT. 1-3	ALT. 4	ALT. 5	ALT. 4-5	
	IC 70	IC 70		IC 70 MOD		EL-18	EL-18		
HAST.PROFIL	DAGENS	NY		DAGENS		DAGENS	NY		
OSLO - DRAMMEN	26:50	27:53	01:03	26:51	00:01	28:36	29:07	00:31	
DRAMMEN - KONGSBERG	28:15	28:15	00:00	28:16	00:01	30:13	30:13	00:00	
KONGSBERG-NORDAGUTU	32:22	32:22	00:00	32:23	00:01	34:42	34:42	00:00	
NORDAGUTU-KR.SAND	02:28:46	02:30:42	01:56	02:28:48	00:02	02:38:00	02:38:43	00:43	
KRISTIANSAND-SIRA	01:07:30	01:12:05	04:35	01:07:33	00:03	01:09:14	01:12:54	03:40	
SIRA-STAVANGER	01:19:15	01:23:17	04:02	01:09:19	00:04	01:23:09	01:26:15	03:06	
OSLO - STAVANGER	06:22:58	06:34:34	11:36	06:23:10	00:12	06:43:53	06:51:54	08:01	
SØRLANDSBANEN	KJØRETID	KJØRETID	DIF	KJØRETID	KJØRETID	DIF	KJØRETID	KJØRETID	DIF
	ALT. 6	ALT. 7	ALT 6-7	ALT. 8	ALT. 9	ALT 8-9	ALT. 10	ALT. 11	ALT 10-11
	ABB	ABB		GT max 90	GT max 90		GT max 100	GT max 100	
HAST.PROFIL	DAGENS	NY		DAGENS	NY		DAGENS	NY	
OSLO - DRAMMEN	26:27	27:22	00:55	34:26	34:51	00:25	33:08	33:38	00:30
DRAMMEN - KONGSBERG	27:50	27:50	00:00	34:19	34:19	00:00	33:01	33:01	00:00
KONGSBERG-NORDAGUTU	32:11	32:11	00:00	36:39	36:39	00:00	36:26	36:26	00:00
NORDAGUTU-KR.SAND	02:28:03	02:29:43	01:40	02:45:46	02:46:19	00:33	02:43:46	02:44:24	00:38
KRISTIANSAND-SIRA	01:05:37	01:10:09	04:32	01:19:11	01:21:05	01:54	01:16:59	01:19:32	02:33
SIRA-STAVANGER	01:18:03	01:22:05	04:02	01:38:05	01:39:24	01:19	01:33:59	01:36:06	02:07
OSLO - STAVANGER	06:18:11	06:29:21	11:10	07:28:27	07:32:38	04:11	07:17:20	07:23:07	05:47
SØRLANDSBANEN	KJØRETID	KJØRETID	DIF						
	ALT. 12	ALT. 13	ALT 12-13						
	BM69D	BM69D							
HAST.PROFIL	DAGENS	NY							
OSLO - ASKER	23:13	23:20	00:07						
ASKER - DRAMMEN	10:55	10:56	00:01						
OSLO - DRAMMEN	34:08	34:16	00:08						

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / BM70
TOTAL LENGDE (meter) : 100
TOTAL MASSE (tonn) : 211.0
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 160

Alt 1

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
24.309	SKI	.0	17:37	17:37	17:37	130.0	223.7
60.182	MOSS	.0	43:08	43:08	25:31	130.0	346.5
94.299	FREDRIKSTAD	.0	1:02:10	1:02:10	19:01	130.0	585.0
109.582	SARPSBORG	.0	1:12:22	1:12:22	10:13	130.0	732.6
136.609	HALDEN	.0	1:30:52	1:30:52	18:30	130.0	859.8

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / BM70
TOTAL LENGDE (meter) : 100
TOTAL MASSE (tonn) : 213.4
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 160

Alt 2

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
24.309	SKI	.0	17:38	17:38	17:38	130.0	225.6
60.182	MOSS	.0	43:09	43:09	25:31	130.0	350.7
94.299	FREDRIKSTAD	.0	1:02:11	1:02:11	19:02	130.0	591.9
109.582	SARPSBORG	.0	1:12:25	1:12:25	10:14	130.0	740.1
136.609	HALDEN	.0	1:30:56	1:30:56	18:30	130.0	868.5

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / M69
TOTAL LENGDE (meter) : 75
TOTAL MASSE (tonn) : 134.0
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 129

Alt 3

KM	STASJONSNAMN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
24.309	SKI	.0	17:22	17:22	17:22	130.0	156.1
31.744	ÅS	.0	23:20	23:20	5:58	90.0	170.8
39.364	VESTBY	.0	28:55	28:55	5:35	130.0	201.8
46.909	HØLEN	.0	33:52	33:52	4:58	130.0	231.8
47.966	SÅNER	.0	35:04	35:04	1:11	90.0	240.4
53.939	KAMBO	.0	39:11	39:11	4:08	105.0	261.5
60.182	MOSS	.0	45:15	45:15	6:04	90.0	287.0

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / M69
TOTAL LENGDE (meter) : 75
TOTAL MASSE (tonn) : 137.4
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 129

Alt 4

KM	STASJONSNAMN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
24.309	SKI	.0	17:24	17:24	17:24	130.0	158.9
31.744	ÅS	.0	23:21	23:21	5:58	90.0	173.8
39.364	VESTBY	.0	28:57	28:57	5:36	128.6	205.2
46.909	HØLEN	.0	33:55	33:55	4:58	130.0	236.8
47.966	SÅNER	.0	35:07	35:07	1:11	90.0	245.5
53.939	KAMBO	.0	39:15	39:15	4:08	105.0	267.4
60.182	MOSS	.0	45:19	45:19	6:05	90.0	293.1

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / M69A
TOTAL LENGDE (meter) : 75
TOTAL MASSE (tonn) : 134.0
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 129

Alt 5

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR. PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	SKI	.0		0:00	0:00		
5.780	KRÅKSTAD	.0	5:13	5:13	5:13	80.0	5.7
9.620	SKOTBU	.0	8:20	8:20	3:07	90.0	35.5
12.890	TOMTER	.0	11:27	11:27	3:07	90.0	49.4
17.480	KNAPSTAD	.0	15:19	15:19	3:52	90.0	67.2
20.320	SPYDEBERG	.0	17:46	17:46	2:27	90.0	79.3
29.100	ASKIM	.0	24:59	24:59	7:13	90.0	130.5
35.020	SLITU	.0	29:43	29:43	4:44	90.0	159.7
39.470	MYSEN	.0	33:35	33:35	3:52	83.4	164.7

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / M69A
TOTAL LENGDE (meter) : 75
TOTAL MASSE (tonn) : 137.4
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 129

Alt 6

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR. PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	SKI	.0		0:00	0:00		
5.780	KRÅKSTAD	.0	5:13	5:13	5:13	80.0	5.8
9.620	SKOTBU	.0	8:21	8:21	3:08	90.0	35.8
12.890	TOMTER	.0	11:28	11:28	3:07	90.0	49.8
17.480	KNAPSTAD	.0	15:20	15:20	3:52	90.0	67.9
20.320	SPYDEBERG	.0	17:48	17:48	2:28	90.0	80.2
29.100	ASKIM	.0	25:01	25:01	7:13	90.0	131.8
35.020	SLITU	.0	29:45	29:45	4:44	90.0	161.3
39.470	MYSEN	.0	33:38	33:38	3:53	83.0	166.4

ØSTFOLDBANEN	KJØRETID	KJØRETID	DIF	KJØRETID	KJØRETID	DIF
VESTRE LINJE	ALT. 1	ALT. 2	ALT 1-2	ALT. 3	ALT. 4	ALT. 3-4
	IC 70	IC 70		BM69D	BM69D	
HAST.PROFIL	DAGENS	DAGENS		DAGENS	DAGENS	
OSLO - SKI	17:37	17:38	00:01	17:22	17:24	00:02
SKI - MOSS	25:31	25:31	00:00	27:53	27:55	00:02
MOSS - FREDRIKSTAD	19:01	19:02	00:01			
FREDRIKSTAD - S.BORG	10:13	10:14	00:01			
S.BORG - HALDEN	18:30	18:30	00:00			
OSLO - HALDEN	01:30:52	01:30:56	04:00			
OSLO - MOSS				45:15	45:19	00:04
ØSTFOLDBANEN	KJØRETID	KJØRETID	DIF			
ØSTRE LINJE	ALT. 5	ALT. 6	ALT. 5-6			
	BM69D	BM69D				
HAST.PROFIL	DAGENS	DAGENS				
SKI - ASKIM	24:59	25:01	00:02			
ASKIM - MYSEN	08:36	08:37	00:01			
SKI - MYSEN	33:35	33:38	00:03			

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / BM70
 TOTAL LENGDE (meter) : 100
 TOTAL MASSE (tonn) : 211.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 160

Alt 1

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	DRAMMEN	.0		0:00	0:00		
20.380	SANDE	.0	14:45	14:45	14:45	110.0	119.2
33.400	HOLMESTRAND	.0	23:36	23:36	8:51	120.0	191.2
46.850	SKOPPUM	.0	33:24	33:24	9:49	120.0	299.7
62.990	TØNSBERG	.0	43:23	43:23	9:59	120.0	406.1
75.550	STOKKE	.0	51:11	51:11	7:47	130.0	500.7
86.830	SANDEFJORD	.0	58:16	58:16	7:05	130.0	533.0
105.970	LARVIK	.0	1:09:41	1:09:41	11:25	130.0	685.2
139.910	EIDANGER	.0	1:38:43	1:38:43	29:02	90.0	969.1
142.880	PORSGRUNN	.0	1:41:30	1:41:30	2:47	100.0	992.3
152.800	SKIEN	.0	1:49:17	1:49:17	7:47	105.0	1055.5

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / BM70
 TOTAL LENGDE (meter) : 100
 TOTAL MASSE (tonn) : 213.4
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 160

Alt 2

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	DRAMMEN	.0		0:00	0:00		
20.380	SANDE	.0	14:45	14:45	14:45	110.0	120.0
33.400	HOLMESTRAND	.0	23:36	23:36	8:51	120.0	192.0
46.850	SKOPPUM	.0	33:26	33:26	9:49	120.0	306.5
62.990	TØNSBERG	.0	43:25	43:25	10:00	120.0	413.3
75.550	STOKKE	.0	51:13	51:13	7:48	130.0	508.4
86.830	SANDEFJORD	.0	58:19	58:19	7:06	130.0	541.1
105.970	LARVIK	.0	1:09:44	1:09:44	11:25	130.0	693.9
139.910	EIDANGER	.0	1:38:47	1:38:47	29:02	90.0	979.1
142.880	PORSGRUNN	.0	1:41:35	1:41:35	2:48	100.0	1002.4
152.800	SKIEN	.0	1:49:22	1:49:22	7:47	105.0	1065.7

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / M69A
TOTAL LENGDE (meter) : 75
TOTAL MASSE (tonn) : 134.0
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 129

AU 3

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	LILLESTRØM	.0		0:00	0:00		
8.205	FETSUND	.0	6:08	6:08	6:08	120.0	33.4
16.690	SØRUMSAND	.0	11:52	11:52	5:45	105.0	68.7
21.060	BLAKER	.0	15:20	15:20	3:27	90.0	86.0
24.250	RÅNÅSFOSS	.0	17:46	17:46	2:27	110.0	108.2
28.040	HAGA	.0	20:36	20:36	2:49	105.0	129.5
32.480	BODUNG	.0	23:46	23:46	3:10	120.0	155.7
37.555	ÅRNES	.0	27:09	27:09	3:23	120.0	177.9

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-16 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / M69A
TOTAL LENGDE (meter) : 75
TOTAL MASSE (tonn) : 137.4
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 129

AU 4

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	LILLESTRØM	.0		0:00	0:00		
8.205	FETSUND	.0	6:08	6:08	6:08	120.0	34.0
16.690	SØRUMSAND	.0	11:53	11:53	5:45	105.0	70.1
21.060	BLAKER	.0	15:21	15:21	3:28	90.0	87.7
24.250	RÅNÅSFOSS	.0	17:48	17:48	2:27	110.0	110.7
28.040	HAGA	.0	20:38	20:38	2:50	105.0	132.5
32.480	BODUNG	.0	23:49	23:49	3:11	120.0	159.2
37.555	ÅRNES	.0	27:13	27:13	3:23	120.0	181.9

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-17 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / M69
 TOTAL LENGDE (meter) : 75
 TOTAL MASSE (tonn) : 134.0
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 129

Alt 5

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR. PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
6.798	GREFSEN	.0	6:16	6:16	6:16	100.0	62.1
10.274	KJELSÅS	.0	9:17	9:17	3:01	95.0	90.4
15.814	SANDERMOSEN	.0	13:42	13:42	4:25	100.0	137.6
19.814	MOVATN	.0	17:04	17:04	3:22	90.0	171.4
24.243	NITTEDAL	.0	20:50	20:50	3:46	80.0	182.9
27.715	ÅNEBY	.0	23:28	23:28	2:37	110.0	196.0
31.992	HAKADAL	.0	26:48	26:48	3:20	105.0	213.7
40.828	STRYKEN	.0	33:10	33:10	6:22	105.0	272.5
44.017	HARESTUA	.0	35:51	35:51	2:41	105.0	296.4
46.480	FURUMO	.0	37:54	37:54	2:03	110.0	323.9
49.442	BJØRGESETER	.0	40:32	40:32	2:38	93.9	346.8
53.683	GRUA	.0	44:07	44:07	3:34	90.0	376.5
58.085	ROA	.0	48:02	48:02	3:56	80.0	383.8
61.410	LUNNER	.0	51:06	51:06	3:03	80.0	414.4
66.950	GRAN	.0	55:48	55:48	4:42	80.0	456.6
71.180	JAREN	.0	59:22	59:22	3:34	100.0	491.2

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-17 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / M69
 TOTAL LENGDE (meter) : 75
 TOTAL MASSE (tonn) : 137.4
 MAKS. HASTIGHET (km/t) : 129

Alt 6

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR. PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
6.798	GREFSEN	.0	6:17	6:17	6:17	100.0	63.7
10.274	KJELSÅS	.0	9:18	9:18	3:01	95.0	94.1
15.814	SANDERMOSEN	.0	13:44	13:44	4:26	100.0	142.2
19.814	MOVATN	.0	17:06	17:06	3:23	90.0	176.9
24.243	NITTEDAL	.0	20:53	20:53	3:46	80.0	188.5
27.715	ÅNEBY	.0	23:30	23:30	2:38	110.0	201.9
31.992	HAKADAL	.0	26:51	26:51	3:21	105.0	220.0
40.828	STRYKEN	.0	33:14	33:14	6:23	105.0	280.1
44.017	HARESTUA	.0	35:55	35:55	2:41	105.0	304.4
46.480	FURUMO	.0	37:59	37:59	2:04	110.0	332.6
49.442	BJØRGESETER	.0	40:38	40:38	2:39	93.1	355.8
53.683	GRUA	.0	44:12	44:12	3:35	90.0	386.2
58.085	ROA	.0	48:08	48:08	3:56	80.0	393.6
61.410	LUNNER	.0	51:12	51:12	3:04	80.0	424.2
66.950	GRAN	.0	55:54	55:54	4:43	80.0	466.6
71.180	JAREN	.0	59:29	59:29	3:34	100.0	501.8

VESTFOLDBANEN	KJØRETID	KJØRETID	DIF
	ALT. 1	ALT. 2	ALT 1-2
	IC 70	IC 70	
HAST.PROFIL	DAGENS	DAGENS	
DRAMMEN - TØNSBERG	43:23	43:25	00:02
TØNSBERG - SANDEFJORD	14:53	14:54	00:01
SANDEFJORD - LARVIK	11:25	25:00	00:00
LARVIK - SKIEN	39:36	39:38	00:02
DRAMMEN - SKIEN	01:49:17	01:49:22	00:05
KONGSVINGERBANEN	KJØRETID	KJØRETID	DIF
	ALT. 3	ALT. 4	ALT 3-4
	BM69D	BM69D	
HAST.PROFIL	DAGENS	DAGENS	
LILLESTRØM - ÅRNES	27:09	27:13	00:04
GJØVIKBANEN	KJØRETID	KJØRETID	DIF
	ALT. 5	ALT. 6	ALT. 5-6
	BM69D	BM69D	
HAST.PROFIL	DAGENS	DAGENS	
OSLO - GREFSEN	06:16	06:17	00:01
GREFSEN - ROA	41:46	41:51	00:05
ROA - JAREN	11:20	11:21	00:01
OSLO - JAREN	59:22	59:29	00:07

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-17 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD =====

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / M70R
TOTAL LENGDE (meter) : 100
TOTAL MASSE (tonn) : 213.4
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 160

Alt. 2

10%

Ytelsesreduksjon

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
24.309	SKI	.0	17:46	17:46	17:46	127.2	220.6
60.182	MOSS	.0	43:22	43:22	25:36	130.0	344.9
94.299	FREDRIKSTAD	.0	1:02:33	1:02:33	19:11	130.0	583.9
109.582	SARPSBORG	.0	1:12:55	1:12:55	10:23	130.0	727.0
136.609	HALDEN	.0	1:31:30	1:31:30	18:34	130.0	853.3

Det er opprettet en ny materielltype kallet M70R
som har 10% redusert ytelse og slit vekt med
24 tonn. Forørigt er BM70

M70R

ØSTFOLDBANEN	KJØRETID	KJØRETID	DIF	KJØRETID	KJØRETID	DIF
VESTRE LINJE	ALT. 1	ALT. 2	ALT 1-2	ALT. 3	ALT. 4	ALT. 3-4
	IC 70	IC 70		BM69D	BM69D	
HAST.PROFIL	DAGENS	DAGENS		DAGENS	DAGENS	
OSLO - SKI	17:37	17:46	00:09	17:22	17:24	00:02
SKI - MOSS	25:31	25:36	00:05	27:53	27:55	00:02
MOSS - FREDRIKSTAD	19:01	19:11	00:10			
FREDRIKSTAD - S.BORG	10:13	10:23	00:10			
S.BORG - HALDEN	18:30	18:34	00:04			
OSLO - HALDEN	01:30:52	01:31:30	00:38			
OSLO - MOSS				45:15	45:19	00:04
ØSTFOLDBANEN	KJØRETID	KJØRETID	DIF			
ØSTRE LINJE	ALT. 5	ALT. 6	ALT. 5-6			
	BM69D	BM69D				
HAST.PROFIL	DAGENS	DAGENS				
SKI - ASKIM	24:59	25:01	00:02			
ASKIM - MYSEN	08:36	08:37	00:01			
SKI - MYSEN	33:35	33:38	00:03			

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-17 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD =====

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / M70R
TOTAL LENGDE (meter) : 100
TOTAL MASSE (tonn) : 213.4
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 160

Att 3 10% Ytelsereduksjon

KM	STASJONSNAVN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
20.870	LILLESTRØM	.0	14:41	14:41	14:41	130.0	205.6
67.495	EIDSVOLL	.0	40:25	40:25	25:44	130.0	459.1
101.755	TANGEN	.0	1:02:05	1:02:05	21:40	130.0	691.2
114.410	STANGE	.0	1:09:45	1:09:45	7:41	130.0	811.2
126.145	HAMAR	.0	1:17:19	1:17:19	7:33	130.0	845.1
139.935	BRUMUNDDAL	.0	1:27:12	1:27:12	9:53	110.0	932.8
155.945	MOELV	.0	1:38:18	1:38:18	11:06	130.0	1065.7
184.220	LILLEHAMMER	.0	1:58:34	1:58:34	20:17	105.0	1230.0
214.340	TRETEN	.0	2:18:57	2:18:57	20:23	123.7	1442.2
242.513	RINGEBU	.0	2:37:40	2:37:40	18:43	125.0	1598.1
266.525	VINSTRÅ	.0	2:52:26	2:52:26	14:46	130.0	1810.2
297.240	OTTA	.0	3:11:42	3:11:42	19:16	130.0	2006.6
342.915	DOMBÅS	.0	3:40:10	3:40:10	28:29	130.0	2445.7
381.679	HJERKINN	.0	4:02:47	4:02:47	22:37	130.0	2826.1
393.159	KONGSVOLL	.0	4:10:03	4:10:03	7:16	130.0	2865.1
429.155	OPPDAL	.0	4:33:00	4:33:00	22:56	130.0	2970.4
466.308	BERKÅK	.0	4:56:45	4:56:45	23:46	130.0	3144.1
501.135	STØREN	.0	5:19:53	5:19:53	23:08	130.0	3259.5
541.327	HEIMDAL	.0	5:46:58	5:46:58	27:06	130.0	3552.6
552.878	TRONDHEIM	.0	5:57:21	5:57:21	10:22	125.0	3588.0

M70R

DOVREBANEN	KJØRETID	KJØRETID	DIF	KJØRETID	DIF	KJØRETID	KJØRETID	DIF	
	ALT. 1	ALT. 2	ALT 1-2	ALT. 3	ALT. 1-3	ALT. 4	ALT. 5	ALT. 4-5	
	IC 70	IC 70		IC 70 MOD		EL-18	EL-18		
HAST.PROFIL	DAGENS	NY		DAGENS		DAGENS	NY		
OSLO - EIDSVOLL	40:02	40:02	00:00	40:25	00:23	41:35	41:35	00:00	
EIDSVOLL - HAMAR	36:37	36:37	00:00	36:54	00:17	39:22	39:22	00:00	
HAMAR - LILLEHAMMER	40:56	40:59	00:03	41:15	00:19	42:59	43:02	00:03	
LILLEHAMMER - OTTA	01:12:40	01:12:50	00:10	01:13:08	00:28	01:16:15	01:16:24	00:09	
OTTA - STØREN	02:07:12	02:07:54	00:42	02:08:11	00:59	02:15:28	02:15:53	00:25	
STØREN - TRONDHEIM	37:15	37:22	00:07	37:28	00:13	39:27	39:29	00:02	
OSLO - TRONDHEIM	05:54:42	05:55:44	01:02	05:57:21	02:39	06:15:06	06:15:45	00:39	
DOVREBANEN	KJØRETID	KJØRETID	DIF	KJØRETID	KJØRETID	DIF	KJØRETID	KJØRETID	DIF
	ALT. 6	ALT. 7	ALT 6-7	ALT. 8	ALT. 9	ALT 8-9	ALT. 10	ALT. 11	ALT 10-11
	ABB	ABB		GT max 90	GT max 90		GT max 100	GT max 100	
HAST.PROFIL	DAGENS	NY		DAGENS	NY		DAGENS	NY	
OSLO - EIDSVOLL	39:01	39:01	00:00	52:01	52:01	00:00	49:23	49:23	00:00
EIDSVOLL - HAMAR	36:03	36:04	00:01	45:53	45:53	00:00	44:13	44:13	00:00
HAMAR - LILLEHAMMER	40:13	40:15	00:02	47:37	47:40	00:03	46:58	47:01	00:03
LILLEHAMMER - OTTA	01:11:33	01:11:43	00:10	01:25:52	01:26:00	00:08	01:22:47	01:22:58	00:11
OTTA - STØREN	2.04:48	02:05:23	00:35	02:35:18	02:35:36	00:18	02:29:45	02:30:06	00:21
STØREN - TRONDHEIM	36:49	36:55	00:06	42:57	42:59	00:02	42:20	42:22	00:02
OSLO - TRONDHEIM	05:48:27	05:49:21	00:54	07:09:38	07:10:09	00:31	06:55:26	06:56:04	00:37
DOVREBANEN	KJØRETID	KJØRETID	DIF						
	ALT. 12	ALT. 13	ALT 12-13						
	BM69D	BM69D							
HAST.PROFIL	DAGENS	NY							
OSLO - LILLESTRØM	15:00	15:03	00:03						
LILLESTRØM - EIDSVOLL	34:07	34:16	00:09						
OSLO - EIDSVOLL	49:07	49:19	00:12						

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-17 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD =====

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / M70R
TOTAL LENGDE (meter) : 100
TOTAL MASSE (tonn) : 213.4
MAKS. HASTIGHET (km/t) : 160

Art 2 10% Ytelsesreduksjon

```
-----  
      KM  STASJONSNAVN      HAST      ANKOMST      AVGANG      TID MELLOM      OPPN      ENERGI  
      km/h                                     UTSKR.PKT.  HAST      kWh  
                                     km/h  
      .000 DRAMMEN          .0                                     0:00      0:00  
      20.380 SANDE          .0      14:49      14:49      14:49      110.0      115.5  
      33.400 HOLMESTRAND    .0      23:45      23:45      8:56      120.0      186.8  
      46.850 SKOPPUM        .0      33:40      33:40      9:56      120.0      296.3  
      62.990 TØNSBERG       .0      43:46      43:46      10:05     120.0      396.0  
      75.550 STOKKE         .0      51:39      51:39      7:53      130.0      485.7  
      86.830 SANDEFJORD     .0      58:52      58:52      7:13      130.0      519.3  
      105.970 LARVIK        .0      1:10:22    1:10:22    11:30     130.0      662.1  
      139.910 EIDANGER       .0      1:39:28    1:39:28    29:06     90.0      931.1  
      142.880 PORSGRUNN     .0      1:42:20    1:42:20    2:52      100.0     952.6  
      152.800 SKIEN         .0      1:50:10    1:50:10    7:50      105.0    1011.0  
=====
```

M70R

VESTFOLDBANEN	KJØRETID	KJØRETID	DIF
	ALT. 1	ALT. 2	ALT 1-2
	IC 70	IC 70	
HAST.PROFIL	DAGENS	DAGENS	
DRAMMEN - TØNSBERG	43:23	43:46	00:23
TØNSBERG - SANDEFJORD	14:53	15:02	00:09
SANDEFJORD - LARVIK	11:25	11:30	00:05
LARVIK - SKIEN	39:36	39:48	00:12
DRAMMEN - SKIEN	01:49:17	01:50:10	00:53
KONGSVINGERBANEN	KJØRETID	KJØRETID	DIF
	ALT. 3	ALT. 4	ALT 3-4
	BM69D	BM69D	
HAST.PROFIL	DAGENS	DAGENS	
LILLESTRØM - ÅRNES	27:09	27:13	00:04
GJØVIKBANEN	KJØRETID	KJØRETID	DIF
	ALT. 5	ALT. 6	ALT. 5-6
	BM69D	BM69D	
HAST.PROFIL	DAGENS	DAGENS	
OSLO - GREFSEN	06:16	06:17	00:01
GREFSEN - ROA	41:46	41:51	00:05
ROA - JAREN	11:20	11:21	00:01
OSLO - JAREN	59:22	59:29	00:07

OSLO - DRAMMEN ALT. 1 M70R DIFF
26:50 27:02 0:12

Fatt pr. telefon etter kjøring 17.03.95

JPH

*** NSB - TOGKJØR ***

1995-03-17 VERSJON 3.0 (MS-DOS)

=== KJØRETIDSBEREGNING MED STRAM KJØRING. GUNSTIGE KJØREFORHOLD ===

TOGSLAG / LOKOMOTIVTYPE : PERSONTOG / M70R

TOTAL LENGDE (meter) : 100

TOTAL MASSE (tonn) : 213.4

MAKS. HASTIGHET (km/t) : 160

KM	STASJONSNAMN	HAST km/h	ANKOMST	AVGANG	TID MELLOM UTSKR.PKT.	OPPN HAST km/h	ENERGI kWh
.000	OSLO	.0		0:00	0:00		
7.060	LYSAKER	.0	5:37	5:37	5:37	90.0	45.5
24.790	ASKER	.0	17:03	17:03	11:26	120.0	205.5
42.020	DRAMMEN	.0	27:02	27:02	9:59	130.0	261.7

DELRAPPORT

**25 kV, 50 Hz matesystem
ved NSB. Videre utredning.**

MATERIELL





Oppdragsgiver: NSB Bane

Prosjekt: 25 kV, 50 Hz matesystem ved NSB. Videre utredning.

Dato: 23.06.1995

Rapporten omhandler (stikkord):


Konsekvensene ved en eventuell overgang til 25 kV, 50 Hz strømmating ved NSB og skal danne grunnlaget for å ta en beslutning om NSB skal gå over til nytt matesystem.

For NSB Bane:

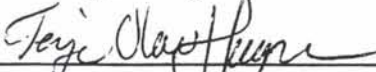
Prosjektansvarlig:


Ingolv Pedersen

Prosjektleder:


Magne Bergerud






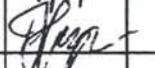


Rapport utarbeidet av:


Terje Olav Hauger

Antall sider: 40



Dokumentkontrollside

Oppdragsgiver: NSB Bane							
Prosjektbeskr.: Utredning om eventuell overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem.							
Prosjektnr.:							
Dokumenttittel: 25 kV, 50 Hz Matesystem ved NSB. Videre utredning. Materiell.						Dokument nr.:	
Utarbeidet av : Terje Olav Hauger						Sign 	
Skal kontrolleres av:	Kontrolltype	Rev. 0		Rev. 1		Rev. 2	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
T.O. Hauger	Helhetsvurdering			23.06.95			
	Språk			23.06.95			
	Logisk oppbygging /disposisjon			23.06.95			
	Teknisk: - faglig - tverrfaglig			23.06.95			
	Presentasjonsform			23.06.95			
	Kopieringen er kontrollert(sign original)			23.06.95			
Generelle kommentarer:							
Dokument godkjent for utsendelse			Dato 23.06.95		Sign. 		

DELRAPPORT

MATERIELL

Tuet 22.06.95

Antall sider:

Delrapport 40
Underrapport 1: 8
Underrapport 2: 13
Underrapport 3: 8

INNHold:

1.	INNLEDNING	3
1.1	Bakgrunn for delrapporten.....	3
1.2	Forutsetninger.....	3
1.3	Generelt om delrapporten	3
2.	SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER FRA UNDERRAPPORTENE	3
2.1	Materiellvurdering ved overgang til 25kV 50Hz.....	3
2.2	Kostnadsanalyse for rullende materiell ved overgang til 25kV 50Hz.....	4
2.3	Vurdering av nytteverdi ved overgang til 25kV 50Hz.....	4
3.	UNDERRAPPORTER	5
3.1	Materiellvurdering ved overgang til 25kV 50Hz.....	5
3.2	Kostnadsanalyse for rullende materiell ved overgang til 25kV 50Hz.....	14
3.3	Vurdering av nytteverdi ved overgang til 25kV 50Hz.....	28
4.	APPENDIX	37
4.1	Aktivitetsbeskrivelser	37
4.1.1	2001 Materiellvurdering ved overgang til 25kV 50Hz	38
4.1.2	2002 Kostnadsanalyse for rullende materiell ved overgang til 25kV 50Hz	39
4.1.3	2003 Vurdering av nytteverdi ved overgang til 25kV 50Hz	40

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn for delrapporten

Da en stor del av NSB's eksisterende banestrømforsyning nærmer seg utskiftingsalder, samtidig som det for NSB Bane syntes klart at et 25kV 50Hz anlegg ville medføre store økonomiske besparelser såvel driftsmessig som investeringsmessig, har det blitt naturlig å vurdere et slikt systemskifte.

Det har tidligere blitt utarbeidet flere rapporter om samme tema. Disse har generelt konkludert med at en omlegging kan synes økonomisk forsvarlig. Flere har imidlertid hevdet at disse rapportene har vært for optimistiske hva angår reelle kostnader både på materiell- og banesiden, samt også trafikkmessig. Av denne grunn ble det besluttet å gjennomføre et nytt prosjekt med en tverrfaglig og dypere analyse av hvilke konsekvenser en omlegging vil medføre for de enkelte enheter innen NSB. Prosjektet ble delt opp i følgende deler: Materiell, Trafikk, Bane og Konsern, der hver enhet skulle produsere sin egen delrapport. Disse skulle deretter danne stammen i den avsluttende hovedrapporten.

1.2 Forutsetninger

Utgangspunktet for prosjektet har vært en analyseperiode på 25 år fra 1997 til 2022. Det er forutsatt at planarbeid og forberedelser begynner i 1997, og at B-divisjonen forbereder overgangen så langt mulig, før selve omleggingsperioden starter. Selve omleggingsperioden er forutsatt gjennomført i løpet av en ti-årsperiode f.o.m. 2007 og t.o.m. 2017. Videre er det en absolutt forutsetning at omleggingen medfører minimale trafikkmessige ulemper både før, under og etter omleggingsperioden.

1.3 Generelt om delrapporten

Denne delrapporten om materielldelen, er skrevet som en del av en større utredning om konsekvenser ved en overgang til 25kV 50Hz banestrømforsyning ved NSB. Hovedhensikten er å belyse noen sentrale områder på materiellsiden ifb. med en eventuell overgang. Dette er gjort ved å dele materielldelen opp i flere aktiviteter, der hver aktivitet blir beskrevet i egen underrapport. Aktivitetsbeskrivelsene er gjengitt i kapittel 4, appendix 4.1. Hver underrapport er en selvstendig rapport med egen konklusjon osv.

Følgende aktiviteter ble definert:

- 2001 Materiellvurdering ved overgang til 25kV 50Hz
- 2002 Kostnadsanalyse for rullende materiell ved overgang til 25kV 50Hz
- 2003 Vurdering av nytteverdi ved overgang til 25kV 50Hz

Et sentral del av omleggingsproblematikken vil være å avklare hvilke av dagens materiell som kan ombygges, samt å utrede hvilke konsekvenser en ombygging vil få bruksmessig (2001). På grunnlag av dette, samt omleggingsmønster fra Bane, kan så Trafikk definere sine behov for hhv. en- og to-system materiell i omleggingsperioden. Dette danner så grunnlaget for Su's forslag til nødvendig anskaffelses og utskiftingsplan ved overgang til 25kV 50Hz. På grunnlag av denne kan så en kostnadsanalyse for rullende materiell gjennomføres (2002). Da en eventuell omlegging vil bety forandring av materiellparken ut ifra normal utskiftingstakt ble det også foretatt en teknisk/økonomisk vurdering av hvordan en omlegging vil påvirke vedlikeholdskostnadene på rullende materiell (2003).

2. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER FRA UNDERRAPPORTENE

2.1 Materiellvurdering ved overgang til 25kV 50Hz

Rapporten konkluderer med at av dagens materiell er det kun BM-69 D og IC-70 som kan ombygges. EL-18 som leveres f.o.m. 1996 er bestilt som en-system lok, men kan etter all sannsynlighet ombygges uten store bruksmessige konsekvenser. De nye flyplasstogene til Gardermobanen blir også levert for en-system drift. Disse er imidlertid forutsatt ombygd ved en eventuell omlegging, slik at nødvendig plass er avsatt. Ombygging av disse settene til to-system vil således ikke medføre noen bruksmessig ulemper. Tilslutt antas alle personvogner å kunne ombygges uten større problemer.

2.2 Kostnadsanalyse for rullende materiell ved overgang til 25kV 50Hz

Denne rapporten konkluderer med at totale merkostnader ved foreslått omleggingsmønster beløper seg til en nåverdi på ca. NOK 500 millioner 1995 kroner. Restverdiene etter analyseperioden er da ikke inkludert. Hovedgrunnen til dette må tilskrives nødvendig merbehov av materiell som en direkte konsekvens av omleggingen. Videre vil selve ombyggingen av materiell også være forholdsvis kostnadskrevende. Dette pga. både direkte ombyggingskostnader, men også indirekte merkostnader iform av ekstra anskaffelser av materiell samt innleie av erstatningsmateriell (lok). Tilslutt vil merkostnadene ved kjøp av to-system materiell også utgjøre en relativ stor andel av beløpet.

2.3 Vurdering av nytteverdi ved overgang til 25kV 50Hz

Rapporten konkluderer med at vedlikeholdskostnadene kan reduseres med 40 - 45 millioner kr (nåverdi), men også at dette tallet er meget usikkert grunnet lite spesifisert kostnadsfordeling og kostnadshistorikk i NSB samt at enkelte kostnadsdrivende faktorer ikke kan beregnes innen rammen av dette prosjektet.

3. UNDERRAPPORTER

3.1 Materiellvurdering ved overgang til 25kV 50Hz

AKTIVITETSNR: 2001

AKTIVITETSNAMN: UTSKIFTINGSPLAN VED OVERGANG TIL 25kV/50Hz

Tuet 22.06.95

Antall sider: 8

INNHold:

1.	SAMMENDRAG.....	8
2.	INNLEDNING	8
2.1	Generelt.....	8
2.2	Hensikten med rapporten.....	8
2.3	Forutsetninger og omfang	8
2.4	Usikkerhetsfaktorer	8
3.	GJENNOMGANG AV TIDLIGERE RAPPORT	9
4.	MATERIELLVURDERING.....	9
4.1	EL-16	9
4.1.1	Omfang og konklusjon	9
4.1.2	Teknisk.....	9
4.1.3	Usikkerhet.....	9
4.1.4	Konsekvenser ved ombygging	9
4.2	EL-17	9
4.2.1	Omfang og konklusjon	9
4.2.2	Teknisk.....	9
4.2.3	Usikkerhet.....	10
4.2.4	Konsekvenser ved ombygging	10
4.3	EL-18	10
4.3.1	Omfang og konklusjon	10
4.3.2	Teknisk.....	10
4.3.3	Usikkerhet.....	10
4.3.4	Konsekvenser ved ombygging	10
4.4	Type 69-D.....	10
4.4.1	Omfang og konklusjon	10
4.4.2	Teknisk.....	10
4.4.3	Usikkerhet.....	10
4.4.4	Konsekvenser ved ombygging	10
4.5	Type 70	11
4.5.1	Omfang og konklusjon	11
4.5.2	Teknisk.....	11
4.5.3	Usikkerhet.....	11
4.5.4	Konsekvenser ved ombygging	11
4.6	Flyplasztog	11
4.6.1	Omfang og konklusjon	11
4.6.2	Teknisk.....	11
4.6.3	Usikkerhet.....	11
4.6.4	Konsekvenser ved ombygging	11
4.7	Personvogner	11
4.7.1	Omfang og konklusjon	11
4.7.2	Teknisk.....	11
4.7.3	Usikkerhet.....	12
4.7.4	Konsekvenser ved ombygging	12
5	EVALUERINGSTABELL OG KONKLUSJON.....	12

1. SAMMENDRAG

Rapporten gir en teknisk vurdering av mulighetene for å ombygge eksisterende og planlagt nyinnkjøpt materiell til to-system drift. Ombygging av eksisterende lok og motorvognsett vurderes på grunnlag av tidligere rapport samt ut ifra ytterligere tekniske opplysninger. Vognene vurderes ut fra erfaring fra tidligere ombyggingsarbeider.

Rapporten konkluderer med at flyplasstogene til Gardermobanen er bestilt for en-system drift, men disse kan bygges om etter levering. Eventuelt nye bestillinger av disse settene kan overleveres ferdig tilpasset og klargjort for to-system drift. EI-18 lokomotivene er bestilt og må leveres for 16 2/3 Hz, men en ombygging kan sannsynligvis foretas etter levering. EI-16 og EI-17 anbefales ikke ombygd, pga. stor teknisk usikkerhet forbundet med ombygging.

Videre synes det mulig å ombygge IC-70. Her må imidlertid bakdelene knyttet til redusert trekraft og derav eventuelle konsekvenser for anvendeligheten vurderes.

Ombygging av 69-D anses også teknisk mulig.

Når det gjelder personvogner antas disse å kunne ombygges uten større tekniske problemer, da liknende ombygginger allerede er foretatt for materiell i samtrafikk med Danmark.

2. INNLEDNING

2.1 *Generelt*

Rapporten tar utgangspunkt i rapporten "Overgang til 25kV 50Hz - Konsekvenser for rullende materiell". Det videre arbeidet har bestått i å innhente så mange "nye" opplysninger og momenter som mulig. Den tidligere rapporten har deretter blitt sammenlignet med disse.

2.2 *Hensikt med rapporten*

Hensikten med denne rapporten er å gi en vurdering av muligheten til å bygge om dagens NSB materiell til to-system drift. Dette er gjort ved å vurdere tekniske konsekvenser ved en ombygging for hver enkelt materielltype.

2.3 *Forutsetninger og omfang*

Omfanget av denne analysen er alt NSB's rullende materiell med elektriske installasjoner som ved en ombygging vil måtte modifiseres for å kunne å være operativ ved en omlegging til 25kV 50Hz.

Forutsetningene for denne analysen er:

- Materiellets tekniske levetid er ca. 30 år.
- At ombyggingen synes teknisk mulig, dvs. plassmessig, ytelsesmessig, styrkemessig og elektrisk mulig.
- At ombyggingen synes økonomisk forsvarlig, dvs. at utviklingspris, komponentpris og montering ses i sammenheng med nyinnkjøp. En økonomisk vurdering vil komme senere.
- At majoriteten av de anbefalt ombygde materielltypene bygges om, slik at utviklingskostnadene deles på så mange enheter som mulig.

2.4 *Usikkerhetsfaktorer*

Generelt vil det være store usikkerhetsfaktorer forbundet ved en ombygging av våre lok og motorvognsett til to-system, da disse er konstruert og bygget for en spenning og en frekvens. En "riktig" vurdering av omfang og løsninger kan bare gjøres etter en fullstendig og detaljert gjennomgang av alle berørte systemer, derav påfølgende ombygging og tilslutt uttesting.

Såvidt vites finnes det ikke lok eller motorvognsett som er bygget om til to-system drift. Det finnes derfor ingen sikre opplysninger om hverken kostnader eller tekniske problemer ifb. med en ombygging. Rapportens vurderinger og "konklusjoner" vil således kun være "kvalifisert gjetning" utifra de opplysninger som lar seg fremskaffe.

3. GJENNOMGANG AV TIDLIGERE RAPPORT

Den ovennevnte rapporten bygger bla. på tilsvarende studier gjort i utlandet. De fremskaffede opplysningene er vurdert av ABB Strømmen som deretter har kommet med forslag til mulig løsning for vårt materiell. Disse løsningene er deretter vurdert av Su og beskrevet i rapporten.

ABB Strømmen ble på nytt kontaktet for opplysninger om muligheten for ombygging av EI-18, samt for videre informasjon om ombygging av type 69-D og type 70. De kunne opplyse om at det sveitsiske ombyggingsprosjektet med tilsvarende sett som type 69 ikke blir gjennomført. Videre arbeides det fortsatt på planleggingsstadiet med tilsvarende sett som type 70, uten at en endelig beslutning om ombygging er foretatt. Det finnes mao. ingen ombyggings- eller driftserfaring på disse settene og derav kan det heller ikke frembringes evt. nye momenter eller konsekvenser ved en ombygging. Av denne grunn har dokumentene som ga grunnlaget for den forrige rapporten blitt gjennomgått og konklusjonene herifra er antatt korrekte.

Når det gjelder personvogner, så er allerede endel bygget om til to-system drift da disse benyttes i samtrafikk med Danmark. Konklusjonene og prisene som oppgis for personvogner antas derfor med stor sannsynlighet å være korrekte.

4. MATERIELLVURDERING

4.1 EL-16

4.1.1 Omfang og konklusjon

Totalt 17 stk. bygget i perioden 1977-84. Lokenes alder tilsier at en eventuell ombygging i stedet for erstatning vil bli mindre lønnsom desto nærmere lokomotivets tekniske levealder man kommer før ombygging finner sted. En evt. ombygging vil være veldig omfattende og antas å ville ta ca. et halvt år.

Undersøkelsen konkluderer med at ombygging av disse lokene ikke kan anbefales før etter en detaljert prosjektering har funnet sted.

4.1.2 Teknisk

De tekniske problemene er først og fremst knyttet til plassering av nye komponenter. Loket er idag tett oppfylt av utstyr både i grunnflate og høyderetningen. Det synes veldig vanskelig å finne plass bla. til ny omkopplbar hovedtrafo. Mervekt ved ombygging blir ca. 2.1 tonn.

4.1.3 Usikkerhet

Ombyggingen vurderes å være veldig komplisert og muligens ved nærmere prosjektering umulig.

Usikkerheten mht. plassering av tekniske komponenter er så stor at disse lokene ikke anbefales ombygget.

4.1.4 Konsekvenser ved ombygging

Lokomotivet veier idag 80 tonn og en vektøkning vil være lite gunstig vurdert ifh. til akseltrykkbestemmelsene.

4.2 EL-17

4.2.1 Omfang og konklusjon

Totalt 12 lok, levert i to puljer a 6 stk. i hhv. 1981 og i 1987. Lokenes lave alder tilsier at det eventuelt ville være aktuelt å bygge om samtlige lok. En evt. ombygging vil være veldig omfattende og antas å ville ta ca. et halvt år.

Undersøkelsen konkluderer med at ombygging av disse lokene ikke kan anbefales før etter en detaljert prosjektering har funnet sted.

4.2.2 Teknisk

De tekniske problemene er først og fremst knyttet til plassering av nye komponenter. Spesielt vil primærsidens støystrømsfilter og trafoen skape problemer. Det synes å bli veldig vanskelig å finne plass til transformatorens sekundære gjennomføringer, som blir dobbelt så mange som idag. Leverandøren av loket ser etter videre gjennomgang av arrangementstegningene, store problemer forbundet med tilpassing av understellet. Elektrisk sett kan strømretterene benyttes, men effekten ved 50Hz vil måtte begrenses 5-10% pga. økte svitsje tap i tyristorene.

4.2.3 Usikkerhet

Leverandøren vurderer ombyggingen til å være veldig komplisert og muligens ved nærmere prosjektering umulig. Usikkerheten mht. plassering av tekniske komponenter er så stor at disse lokene ikke anbefales ombygget.

4.2.4 Konsekvenser ved ombygging

En eventuell ombygging, dersom mulig, vil skape store problemer plassmessig, men også ytelsesmessig. Loket har idag ikke noe kraftoverskudd og en ytelsesreduksjon vil være ugunstig for lokets brukbarhet.

4.3 EL-18

4.3.1 Omfang og konklusjon

Alle de 22 bestilte lokene antas å kunne bygges om for to-system drift etter levering. På grunn av stort arbeidspress ifb. med bygging av disse lokene har ikke ABB kunnet avsette ressurser for en dypere analyse av konsekvensene ved en ombygging.

4.3.2 Teknisk

Det antas at en ombygging til to-system medfører bytte av hovedtrafoen. Videre må frekvens avhengige komponenter, filtre etc. modifiseres. Videre tekniske konsekvenser er ikke avklart.

4.3.3 Usikkerhet

Lokomotivene har vært tilbudt for to-system drift, slik at ombygging antas teknisk mulig. Videre er tilsvarende lokomotiver tidligere levert for 25kV 50Hz til VR (Finland).

4.3.4 Konsekvenser ved ombygging

Det antas ingen ytelsesreduksjon på disse lokene, da tilsvarende lok tidligere er levert for 25kV 50Hz og tilsvarende ytelse. Ombygging til to-system medfører sannsynligvis en økning av totalvekten. Lokene vil ved levering veie tett oppunder vektgrensen på 84 tonn. Antatt mervekt er ca. 1. tonn.

4.4 Type 69D

4.4.1 Omfang og konklusjon

Totalt 37 sett. D-settene er bygd i perioden 1983 - 1993. Ombygging anses som teknisk mulig..

4.4.2 Teknisk

Eldre 69-sett har vært utsatt for materialtretthet i sentrale deler av motorvognkassen. Pga. fare for dette vil det være nødvendig å kontrollregne styrken i vognkassen før en evt. ombygging påbegynnes. Dersom det viser seg å være nødvendig med forsterkninger antas dette ikke å skape andre problemer enn tilleggskostnadene forbundet med dette.

4.4.3 Usikkerhet

Tekniske og økonomiske usikkerhetsfaktorer forbundet med en eventuell ombygging anses for å være noe mindre enn normalt da tilsvarende studier tidligere er utført av ABB Verkehrssysteme AG ifb. med NPZ Pendeltog.

4.4.4 Konsekvenser ved ombygging

Anslått mervekt ved ombygging er 3.4 tonn, hvorav 2.8 tonn blir på motorvognen.

Innbygging av autotrafo vil føre til noe skjevt fordelt hjullast, men dette antas ikke å få noen negative konsekvenser.

4.5 Type 70

4.5.1 Omfang og konklusjon

Totalt 12 stk. levert i perioden 1992-1994. Ytterligere 4 leveres fra 1995. Togsettene alder tilsier at ombygging vil være aktuell for samtlige sett.

Undersøkelsen konkluderer med at type 70 teknisk sett kan bygges om, men drifts ulempene dette medfører må vurderes nøye.

4.5.2 Teknisk

Det anbefales en løsning med ny hovedtransformator som har separate uttak tilpasset begge strømforsyninger på sekundærsiden. Av plasshensyn må drosselen til hjelpestrømrørretten flyttes ut av transformatorboksen. Denne flyttes dit hvor hjelpestrømrørretten er idag, mens denne i sin tur flyttes opp i reisegodsrommet.

4.5.3 Usikkerhet

Tekniske og økonomiske usikkerhetsfaktorer forbundet med en eventuell ombygging anses for å være noe mindre enn normalt da tilsvarende studier tidligere er utført av ABB Verkehrssysteme AG ifb. med SBB S-Bahn Basel for to frekvenssystem.

4.5.4 Konsekvenser ved ombygging

På grunn av økede svitsje-tap vil effekten ved 50 Hz mating måtte reduseres med 5-10%. Da togsettene ikke har noen ytelsesreserver ved dagens bruk, må ulempene ved redusert ytelse nøye vurderes før en beslutning om ombygging tas.

Total mervekt ansås til ca. 2.4 tonn, hvorav 1.7 tonn blir på motorvognen. Dette gir økte sporkrefter, slik at muligheten for kjøring med pluss hastigheter må vurderes.

En ombygging kan medføre redusert antall sitteplasser eller redusert plass for reisegods.

4.6 Flyplasztog

4.6.1 Omfang og konklusjon

Det ble bestilt 16 av disse togsettene i jan./feb. 1995, samtlige for 16 2/3Hz. Disse kan imidlertid ombygges til to-system etter levering, da nødvendig plass etc. er avsatt. Eventuelle nybestillinger kan leveres for to-system drift.

4.6.2 Teknisk

Togsettene forutsettes enten klargjort for eller ferdig ombygd for to-system drift ved levering. Av denne grunn forventes det ingen tekniske problemer av betydning hverken ved overlevering eller ved senere ombygging.

4.6.3 Usikkerhet

Togsettene skal være designet for to-system drift og usikkerheten antas følgelig svært liten.

4.6.3 Konsekvenser ved ombygging

To-system drift vil ikke føre til bruksmessige problemer.

4.7 Personvogner

4.7.1 Omfang og konklusjon

Alle personvogner kan ut ifra et teknisk synspunkt bygges om til to-system drift. Noen vogner er allerede ombygd til to-system drift pga. samkjøring med Danmark.

4.7.2 Teknisk

Konsekvensene ved ombygging av personvogner vil stort sett være ifh. til plassering av trafo. Dette gjelder først og fremst spesialvognene fordi transformatorene blir større pga. større effektbehov. I verste fall må det finnes plass inne i vognen.

4.7.3 Usikkerhet

Da endel vogner allerede er ombygd for to-system drift og erfaring fra dette kan overføres til nye ombyggingsprosjekter, antas usikkerheten å være liten.

4.7.4 Konsekvenser ved ombygging

Ombygging medfører ikke spesielle bruksmessige konsekvenser, med unntak av evt. plassering av transformator i spesialvogner.

5. EVALUERINGSSTABELL OG KONKLUSJON

Flyplassene til Gardermobanen kan ombygges til to-system drift etter levering. Ved eventuelle nye bestillinger kan togsettene leveres for to-system drift. EI-18 lokomotivene er bestilt og må leveres for 16 2/3 Hz. men en ombygging kan sannsynligvis foretas etter levering. EI-16 og EI-17 anbefales ikke ombygd, pga. stor teknisk usikkerhet forbundet med ombygging. Videre synes det mulig å ombygge IC-70. Her må imidlertid bakdelene knyttet til redusert trekkraft og derav eventuelle konsekvenser for anvendeligheten vurderes.

Ombygging av 69-D anses også teknisk mulig.

Når det gjelder personvogner antas disse å kunne ombygges uten større tekniske problemer, da liknende ombygginger allerede er foretatt for materiell i samtrafikk med Danmark.

MATERIELL-TYPE	ANTALL	OMBYGGING MULIG?	TEKNISK VURDERING AV OMBYGGING
LØK			
EL-13	37	NEI	Ombygging vurderes ikke pga. høy levealder.
EL-14	31	NEI	Ombygging omfattende, anbefales ikke pga. høy levealder.
EL-16	17	NEI	Lokene anbefales ikke ombygd pga. store tekniske problemer ifb. med plassering av komponenter. En ombygging vil kun anbefales dersom en detaljert undersøkelse konkluderer med at dette vil være teknisk mulig og økonomisk forsvarlig.
EL-17	12	NEI	Lokene anbefales ikke ombygd pga. store tekniske problemer ifb. med plassering av komponenter. En ombygging vil kun anbefales dersom en detaljert undersøkelse konkluderer med at dette vil være teknisk mulig og økonomisk forsvarlig.
EL-18	22	JA	Kan sannsynlig bygges om etter levering.
MOTORVOGN			
Type 68	30	NEI	Ombygging vurderes ikke pga. høy levealder.
Type 69 A-C	46	NEI	Ombygging vurderes ikke pga. høy levealder.
Type 69 D	37	JA	Ombygging anses teknisk mulig. Eldre 69 sett har vært utsatt for materialtretthet i sentrale deler av motorvognkassen. Styrken i motorvognkassen må derfor kontrollregnes før en evt. ombygging påbegynnes. Dersom problemer mht. materialtretthet blir registrert også på 69-D vil dette være et argument mot ombygging pga. økte kostnader ifb. med forsterkningstiltak osv.
Type 70	12+4	JA	Ombygging anses teknisk mulig, men det vil være nødvendig å benytte plass i reisegodsrommet til teknisk utstyr. Vektøkning med ca. 2.4 tonn hvorav 1.7 tonn i motorvognen. I tillegg reduseres ytelsen med ca. 5-10%. Togsettene har slik de brukes idag ingen ytelsesreserve og en ytelsesreduksjon vil klart være en ulempe med dagens kjøremønster. Togsettene vil trolig ha lang brukstid etter ombygging.
Flyplasstog	16	JA	Bestilte togsett kan ombygges. Nye togsett kan bestilles for to-system drift.
PERS. VOGNER			
Normale vogner	500	JA	Kan ombygges uten store tekniske problemer.
Spesial vogner	10-15	JA	Ombygging anses teknisk mulig. Evt. problemer vil være ifh. til plassering av ny trafo. Spesialvogner som spise/bistro eller kafeteriavogner vil være vesentlig dyrere å bygge om enn normale personvogner.

3.2 Kostnadsanalyse for rullende materiell ved overgang til 25kV 50Hz

AKTIVITETSNR: 2002

**AKTIVITETSNAMN: KOSTNADSANALYSE FOR RULLENDE MATERIELL
VED OVERGANG TIL 25kV/50Hz**

Tuet 22.06.95

Antall sider: 13

INNHOLD:

1.	SAMMENDRAG	17
2.	INNLEDNING	17
2.1	Hensikten med rapporten.....	17
2.2	Forutsetninger og omfang.....	17
2.3	Usikkerhetsfaktorer.....	17
3.	KOSTNADER VED NYANSKAFFELSER.....	18
3.1	Kostnader lok.....	18
3.2	Kostnader lokaltogsett.....	18
3.3	Kostnader flyplasstog/Inter-city tog	18
4.	MERKOSTNADER VED NYANSKAFFELSER AV TO-SYSTEM MATERIELL	18
4.1	Generelt.....	18
4.2	Merkostnader flyplasstog/Inter-city tog	18
4.3	Merkostnader EL-18	18
4.4	Merkostnader lokaltog.....	19
4.5	Antatte merkostnader ved nyanskaffelser.....	19
5.	MERKOSTNADER VED OMBYGGING TIL TO-SYSTEM MATERIELL	19
5.1	Generelt.....	19
5.2	Direkte merkostnader ved ombygging av flyplasstog	20
5.3	Direkte merkostnader ved ombygging av EL-18	20
5.4	Direkte merkostnader ved ombygging av type 70	20
5.5	Direkte merkostnader ved ombygging av type 69D.....	21
5.6	Direkte merkostnader ved ombygging av personvogner	21
5.7	Direkte merkostnader ved ombygging av spesialvogner	21
6	BEREGNING AV MERKOSTNADER OG NØDVENDIGE INVESTERINGSMIDLER VED OVERGANG TIL 25kV 50Hz	22
6.1	Generelt.....	22
6.2	Nødvendig anskaffelses- og ombyggingstakt.....	23
6.2.1	Lok	24
6.2.2	Lokaltog	24
6.2.3	Inter-city tog.....	24
6.2.4	Flyplasstog	24
6.3	Merbehov investeringsmidler ved overgang til 25kV 50Hz	24
6.4	Totale merkostnader ved overgang til 25kV 50Hz.....	24
7	KONKLUSJON	25
8.	FORSLAG TIL VIDERE ARBEID	26
9.	VEDLEGG	26
	Vedlegg 1	27

1. SAMMENDRAG

Rapporten estimerer nåverdien gitt i 1995-kroner av de totale merkostnader for rullende materiell ved overgang til 25 kV 50 Hz banestrømforsyning.

Først presenteres kostnadene ifb. med nyanskaffelser, deretter merkostnadene ved nyanskaffelser av to-system materiell og så merkostnadene ved ombygging.

Videre defineres en nødvendig anskaffelses- og utskiftingsplan på bakgrunn av Trafikk's behov for en- og to-system materiell i overgangsperioden.

Ved hjelp av anskaffelses- og utskiftingsplanen samt kostnadene ved nyanskaffelser, ombygging, og forsering av innkjøp estimeres så nåverdien gitt i 1995 kroner av de totale merkostnader ved en overgang til 25kV 50Hz banestrømforsyning.

Rapporten konkluderer med at en slik omlegging av banestrømforsyningen vil være svært kostbar for materiellsiden. Dersom en slik overgang likevel skal bli aktuell, er det et absolutt krav at nødvendige midler blir garantert i NJP i hele overgangsperioden dvs. inntil år 2017.

Det gjøres oppmerksom på at denne rapporten er skrevet i løpet av en relativt kort periode og er av denne grunn ikke grundig nok kontrollert og analysert for å kunne gi et komplett og fullstendig bilde av materiellkostnadene ved en overgang til 25kV 50Hz.

2. INNLEDNING

2.1 Hensikt med rapporten

Hensikten med denne rapporten er å estimere merkostnader og nødvendige investeringsmidler for rullende materiell ved overgang til 25 kV 50 Hz banestrømforsyning. Selve omleggingsperioden er forutsatt gjennomført i løpet av en ti-årsperiode f.o.m. 2007 og t.o.m. 2017, men tiltak må gjennomføres både før, under og etter denne periode. Analyseperioden defineres til 25 år med start av planlegging o.l. i 1997 og avslutning i 2022.

2.2 Forutsetninger og omfang

Følgende forutsetninger ligger til grunn for denne rapporten:

- Omleggingsmønster definert av Bane ihht. 4011
- Materiellbehov definert av Trafikk ihht. 3001
- Nødvendige midler er avsatt for planlagt gjennomføring av overgangen.
- Nyanskaffelser og ombygging skjer i fastsatt tempo.
- Kostnadsestimeringene på hhv. nyinnkjøp og ombygging er korrekte.
- Alle oppgitte priser er inkludert avgifter.
- Rapporten må kvalitetssjekkes før endelige konklusjoner kan fattes.

2.3 Usikkerhetsfaktorer

Generelt må utvises skjønn i bruk og tolkning av rapporten. Kostnadene som presenteres kan variere som et resultat av flere faktorer. F.eks. vil endrede anskaffelses- og utskiftingsplaner forårsake endringer i kostnadsbildet. Ved en mere detaljert gjennomgang vil det sannsynlig være mulig å optimalisere overgangsperioden mht. kostnader og utførelse ifht. hva som er foreslått i denne rapporten.

Generelt er det ikke regnet på alternative overgangsordninger, ei heller videresalg eller utleie av ubrukbart og overflødig materiell etter omlegging. Det kan derfor være rom for noen besparelser ifht. hva som her er foreslått. Det antas dog at disse ikke vil forandre resultatet nevneverdig.

Su anbefaler at rapporten kvalitetssjekkes samt at det utføres en økonomisk gjennomgang av rapporten. Endring av en eller flere av faktorene i kan forårsake store konsekvenser økonomisk og i «sluttsummen» likeså. Se forøvrig kapittel 8, «Forslag til videre arbeid».

3. KOSTNADER NYANSKAFFELSER

3.1 *Kostnader lok*

Ved nyanskaffelse av lok med tekniske spesifikasjoner tilsvarende EI-18 anslås enhetsprisen til ca. NOK 30-35 millioner 1995 kroner. Ved større innkjøp, slik tilfellet vil være ved en overgang til 25kV 50Hz vil enhetsprisen synke noe.
Su estimerer enhetsprisen ved anskaffelse av nye lok til NOK 30 mill. 1995 kroner.

3.2 *Kostnader lokaltogsett*

Ved nyanskaffelse av lokaltogsett med tekniske ytelser minst tilsvarende dagens type 69-D antas enhetsprisen å ligge på ca. NOK 40-45 millioner 1995 kroner. Ved større innkjøp, slik tilfellet vil være ved en overgang til 25kV 50Hz vil enhetsprisen synke noe.
Su estimerer enhetsprisen ved anskaffelse av nye lokaltogsett til NOK 40 mill. 1995 kroner.

3.3 *Kostnader Gardermotog/Inter-city tog*

Kostnaden per togsett til Gardermobanen blir antatt å ligge i størrelsesorden NOK 55 mill. 1995 kroner. Nye Inter-city togsett skal baseres på konseptet utarbeidet for de nye togsettene til Gardermobanen, men de skal bla. utstyres med en ekstra mellomvogn uten traksjon. Enhetsprisen for disse antas å ligge på ca. NOK 65-70 millioner 1995 kroner. Ved større innkjøp, slik tilfellet vil være ved en overgang til 25kV 50Hz vil enhetsprisen synke noe.
Su estimerer enhetsprisen ved anskaffelse av nye Inter-city togsett til NOK 65 mill. 1995 kroner.

4. MERKOSTNADER VED NYANSKAFFELSER AV TO-SYSTEM MATERIELL

4.1 *Generelt*

Merkostnadene ved nyanskaffelser av to-system materiell varierer en del fra konsept til konsept. Grovt sett bestemmes merkostnadene ut ifra følgende:

- Kategori 1 Materiellet baseres på et «ferdig» produkt som opprinnelig er konstruert for en spenning og en frekvens. Dette medfører at det vil være nødvendig med ny-konstruksjon av deler av den elektriske utrustningen. Videre kommer dyrere materiellkostnader og eventuell uttesting. To-system alternativet blir derfor en relativt dyrere løsning enn neste alternativ.
- Kategori 2 Materiellet baseres på en nykonstruksjon eller på et «ferdig» produkt som opprinnelig er konstruert med tanke på to-system drift. Tilleggs-kostnadene vil da være avhengige kun av dyrere materiellkostnader.

4.2 *Merkostnader Gardermotog/Inter-city tog*

De tilbudte togsettene til Gardermobanen tilhørte stort sett kategori 2 og merkostnadene for to-system var i størrelsesorden 350.000 - 450.000,- 1995 kroner, dvs. i størrelsesorden 0.75% av enhetsprisen. Merkostnadene ved tilbudene i kategori 1 var ca. 1.5 mill. 1995 kroner, dvs. i størrelsesorden 2.75% av enhetsprisen. Med antagelse at nye IC-tog vil være i kategori 2, vil merkostnadene ved bestilling av to-system togsett bli ca. 365.000,- 1995 kroner, dvs. 0.7% av enhetsprisen.

4.3 *Merkostnader EL-18*

EI-18 fra ABB var opprinnelig konstruert som et en-system lokomotiv, men det har vært bygd tilsvarende lok for 25kV 50Hz. Merkostnadene for to-system løsning (kat. 1) var ca. 1 mill. 1994, dvs. ca 3.5% av enhetsprisen.

4.4 Merkostnader Lokaltog

Det finnes ingen sikre opplysninger om merkostnadene for bestilling av to-system lokaltog. Merkostnaden vil være avhengig av om fremtidige tilbud baseres på kategori 1 eller 2.

Su antar derfor en middelvei på merkostnadene for lokaltog til å være i størrelsesorden 1-2% av enhetskostnaden, dvs. ca 600.000,-

4.5 Antatte merkostnader ved nyanskaffelser

På bakgrunn av merkostnadene for to-system drift ved nyanskaffelse på EI-18 og flyplasstogene og estimerte merkostnader på lokaltog, antas generelt følgende merkostnader (inkl. avgifter):

	Anskaffelsespris	Tillegg to-system (%)	Tilleggs kostnad for to-system (1995)
Lok	ca. 30.000.000,-	ca. 3.5%	ca. 1.000.000,-
Lokaltogsett	ca. 40.000.000,-	ca. 1 - 2%	ca. 600.000,-
Flyplasstog 3-vgn.	ca. 55.000.000,-	ca. 0.75%	ca. 365.000,-
Inter-city togsett	ca. 65.000.000,-	ca. 0.7%	ca. 365.000,-

5. MERKOSTNADER VED OMBYGGING TIL TO-SYSTEM

5.1 Generelt

Merkostnadene ved ombygging av eksisterende togsett er mye mer komplekse og derav vanskeligere å estimere enn merkostnadene ved nyanskaffelser. Dels kommer dette av usikkerheten ifb. med valg av tekniske løsninger og hvilke konsekvenser dette får for pris/ytelse/vekt/plassforhold, og dels av hvordan man beregner kostnadene ved selve ombyggingen.

Et moment i så måte vil være hvordan oppnå en optimalisert ombygging-/anskaffelsestakt mellom hhv. gammelt, ombygd, innleid og nytt materiell. Kostnadene ved en økt ståtid som et resultat av selve ombyggingen må veies mot kostnadene ved forsert anskaffelse eller innleie av materiell. Videre kan det være problemfylt å beregne kostnader ved innleie av erstatningsmateriell for å dekke materiell ute av drift. Feks. vil mye av dagens NSB materiell vanskelig kunne erstattes ved innleie. Videre anses det som umulig å leie inn to-system materiell i større skala.

Et annet moment vil være at på grunn av økte krav til verkstedene i fremtiden når det gjelder effektivitet og utnyttelse av tilgjengelig kapasitet vil det videre være vanskelig å beregne optimal ståtid ved ombygging. Rent lønnsomhetsmessig for verkstedene kan det være gunstigst å legge ombygingsperioder til tider med lavt belegg, slik at innleie av arbeidskraft unngås. Dette vil imidlertid vanskelig kunne kombineres med en effektiv gjennomføring av ombygingsplanen. Su forutsetter derfor i det følgende at det er tilstrekkelig verkstedkapasitet til å gjennomføre foreslåtte ombygingsmønstre i de foreslåtte tidsperioder.

Ombyggingskostnadene kan generelt deles opp i:

1. Direkte ombyggingskostnader:

Utviklingskostnader

Disse kostnadene vil være engangskostnader og er uavhengige av antall ombygde enheter. Kostnadene består i engineeringsarbeid ifb. med utvikling og tilpassing av komponenter, og nødvendig dokumentasjon. Herunder omfattes også revisjon av vedlikeholdsprosedyrer, kodifisering osv.

Material-/komponentkostnader

Disse kostnadene påløper per ombygde materiell og består av kostnadene ifb. med nye materialer og komponenter ifb. med ombygging.

Montering og idriftsetting.

Kostnader ifb. med montering, utprøving og slutttesting/overlevering av hvert ombygd materiell.

2. Indirekte ombyggingskostnader.

Dette er kostnader som indirekte belastes trafikksekskapet på grunn av ståtiden i verkstedene ved ombyggingen. Ståtiden for de forskjellige materielltyper vil variere avhengig av hvor omfattende ombyggingen blir og hvilken prioritet denne blir gitt av verkstedene.

Trafikksekskapet må dekke inn manglende kapasitet i ombyggingsperioden (mindre tilgjengelig materiell) enten ved innleie eller ved forsert nyanskaffelse. Disse kostnadene vil måtte tas med i de totale ombyggingskostnadene for rullende materiell. Generelt antas ombyggingstider på 4-6 måneder for trekraftmateriell. Tidlig ombygd materiell i en serie antas å ta ca. 6 mnd., men ombyggingstiden vil antagelig synke noe for resten av serien etterhvert som erfaring blir tilegnet. For beregning av ståtid ved ombygging regnes 6 mnd. Personvogner antas å kunne ombygges ifb. med revisjoner, slik at ombygging av disse ikke medfører ekstra kostnader ifb. med innleie etc. Eventuell merbehov pga. forlenget revisjonsperiode må dekkes inn ved optimalisering av vognoppsett.

5.2 Direkte merkostnader ved ombygging av flyplasstog

Merkostnadene ved ombygging av flyplasstog til Gardermobanen er grovt estimert til ca. 4 millioner (eks. mva) 1995 kroner per togsett, dvs. ca. 9% av enhetsprisen. Dette inkluderer utviklingskostnader, materiel- og komponentkostnader samt montering og idriftsetting. Kostnadene forbundet med antatt ståtid er da ikke medregnet.

5.3 Direkte merkostnader ved ombygging av EL-18

Merkostnadene ved ombygging av EL-18 er grovt estimert til ca. 7 millioner (eks. mva) 1995 kroner per lok, dvs. ca. 29% av enhetsprisen. Dette inkluderer utviklingskostnader, materiel- og komponentkostnader samt montering og idriftsetting. Kostnadene forbundet med antatt ståtid er da ikke medregnet.

5.4 Direkte merkostnader ved ombygging av type 70

Kostnadsberegninger for ombygging av 70-settene er tidligere utført i rapporten «Overgang til 25 kV - 50Hz. Konsekvenser for rullende materiell». Disse beregningene baseres på overslag fra ABB Strømmen på grunnlag av tilsvarende studier utført i Sveits ifb. med studier av SBB S-Bahn Basel for to-system drift. Kostnadene forbundet med antatt ståtid er ikke medregnet.

Type kostnader	Kostnad (1993 kroner)	Enhetskostnad
Utviklingskostnad	3.200.000,-	200.000,-
Material-/komponentkostnad	3.200.000,-	3.200.000,-
Direkte ombyggingskostnader	1.000.000,-	1.000.000,-
Ombyggingskostnader (1993)		4.400.000,-
Ombyggingskostnader (1995)(eks. mva)		ca. 5.020.000,-

5.5 Direkte merkostnader ved ombygging av type 69D

Kostnadsberegninger for ombygging av 69D settene er tidligere utført i rapporten «Overgang til 25 kV - 50Hz. Konsekvenser for rullende materiell». Disse beregningene baseres på overslag fra ABB Strømmen på grunnlag av tilsvarende studier utført av ABB Verkehrssysteme AG i forbindelse med NPZ Pendeltog for to-system drift. Da flesteparten av 69 D-settene fases ut i løpet av omleggingsperioden, vil det kun være aktuelt å bygge om 14 sett. Utviklingskostnaden deles derved kun på 14, istedet for alle 37 settene. Kostnadene forbundet med antatt ståtid er ikke medregnet.

Type kostnader	Kostnad (1993 kroner)	Enhetskostnad
Utviklingskostnad	3.000.000,-	215.000
Material-/komponentkostnad	4.200.000,-	4.200.000,-
Direkte ombyggingskostnader	1.100.000,-	1.100.000,-
Ombyggingskostnader (1993)		ca. 5.515.000,-
Ombyggingskostnader (1995) (eks. mva)		ca. 6.300.000,-

5.6 Direkte merkostnader ved ombygging av personvogner

Kostnadsoverslag på ombygging av personvogner er tidligere utført i rapporten «Elektrisk banedrift - Overgang til 25kV 50Hz, Konsekvenser for rullende materiell». Ombyggingen forutsettes gjort ifb. med revisjoner, slik at eventuelt merbehov dekkes ved optimalisering av vognoppsett.

Type kostnader	Kostnad (1993 kroner)	Enhetskostnad
Utviklingskostnad (antatt middelverdi)	10.000,-	10.000,-
Material-/komponentkostnad	100.000,-	100.000,-
Direkte ombyggingskostnader	55.000,-	55.000,-
Ombyggingskostnader (1993)		165.000,-
Ombyggingskostnader (1995)(eks. mva)		ca. 190.000,-

5.7 Direkte merkostnader ved ombygging av spesialvogner

Ombyggingen av spesialvognene antas å bli relativt mye dyrere enn de vanlige vognene. pga. høyere effektforbruk og derav større og dyrere komponenter. Videre er det normalt mindre tilgjengelig plass for montering av nytt utstyr, slik at en ombygging kan kreve flytting av eksisterende komponenter så vel som innmontering av nye.

Type kostnader	Kostnad (1993 kroner)	Enhetskostnad
Utviklingskostnad	20.000,-	20.000,-
Material-/komponentkostnad	200.000,-	200.000,-
Direkte ombyggingskostnader	80.000,-	80.000,-
Ombyggingskostnader (1993)		300.000,-
Ombyggingskostnader (1995) (eks. mva)		342.000,-

6 BREGNING AV MERKOSTNADER OG NØDVENDIGE INVESTERINGSMIDLER VED OVERGANG TIL 25kV 50Hz

6.1 Generelt

Su har i rapporten «2001 - Materiellvurdering ved overgang til 25kV 50Hz» angitt hvilke av dagens materiell som kan bygges om til to-system drift. Videre har NSB Bane beskrevet et omleggingsmønster for kjøreledningsanlegget i rapporten «4011 - Fremdriftsplan og omleggingsmønster ved overgang til 25kV 50Hz». På bakgrunn av disse har så Trafikk i rapporten «3001 - Utskiftingsplan 16 2/3Hz» definert anskaffelsesplan for nyinnkjøp, samt sine behov for en- og to-system materiell i omleggingsperioden.

For å beregne merkostnader og nødvendige investeringsmidler ved overgang til 25kV 50Hz er det da nødvendig å definere en optimalisert anskaffelses- og utskiftingsplan som tilfredsstillir Trafikk's behov for materiell i hele omleggingsperioden.

Ved hjelp av anskaffelses- og utskiftingsplanen samt kostnadene ved nyanskaffelser og ombygging gitt i kapittel 3, 4 og 5, kan så de økonomiske betraktninger utføres. Denne anskaffelses- og utskiftingsplanen er kun en av flere muligheter. Ved økonomiske analyser må det derfor utarbeides alternative anskaffelses- og utskiftingsplaner.

Anskaffelses- og utskiftingsplanen bygger på følgende forutsetninger:

Lok:

- Alle nyanskaffelser f.o.m. idag bestilles for to-system drift. Anskaffelseskostnaden i 1995 kroner er estimert til NOK 30 mill./lok (ink. mva) for en-system lok og 31 mill./lok (ink. mva) for to-system lok.
- Trafikk må ha 5 ekstra to-system lok i hele ombyggingsperioden. Dette er tatt høyde for ved å øke behovet for to-system lok med 5 i hele ombyggingsperioden. Dette merbehovet dekkes ved forsert anskaffelse. Etter omlegging vil man da ha 5 to-system lok til overs.
- Det må til enhver tid i ombyggingsperioden være like mange eller flere to-system lok enn behovet tilsier, dvs. dekningsgraden må være større eller lik 0.
- Forsert anskaffelse er forskjellen i antall lok mellom normal anskaffelsestakt og forsert anskaffelsestakt.
- Totalt antall lok må være større eller lik 95 i hele ombyggingsperioden. Eventuelle mangler dekkes ved innleie av en-system 16 2/3Hz lok eller ved forlengelse av levetiden, eller som en kombinasjon av disse. Kostnadene for dette er estimert til 5 mill./lok.

Lokaltog:

- Alle nyanskaffelser f.o.m. idag bestilles for to-system drift. Anskaffelseskostnaden i 1995 kroner er estimert til NOK 40 mill./sett (ink. mva) for en-system sett og 40.6 mill./sett (ink. mva) for to-system sett.
- Totalt antall togsett må være større eller lik 83 i hele ombyggingsperioden. Eventuelle mangler må dekkes ved forsert anskaffelse, da tilsvarende to-system materiell antas ikke å kunne leies inn.
- Det må til enhver tid i ombyggingsperioden være like mange eller flere to-system togsett enn behovet tilsier, dvs. dekningsgraden må være større eller lik 0.

Inter-city tog:

- Alle nyanskaffelser f.o.m. idag bestilles for to-system drift. Anskaffelseskostnaden i 1995 kroner er NOK 65 mill./sett (ink. mva) for en-system sett og 65.365 mill./sett (ink. mva) for to-system sett.
- Totalt antall togsett må være større eller lik 16 i hele ombyggingsperioden. Eventuelle mangler må dekkes delvis ved ombygging og delvis ved forsert anskaffelse, da tilsvarende to-system materiell antas ikke å kunne leies inn.
- Det må til enhver tid i ombyggingsperioden være like mange eller flere to-system togsett enn behovet tilsier, dvs. dekningsgraden må være større eller lik 0.
- Pga. forsert anskaffelse ifb. med ombygging av IC-70 vil det være to «nye» Inter-city togsett til overs etter at ombyggingsperioden er avsluttet. Disse forutsettes ominnredet og utleid som flyplasstog i dennes ombyggingsperiode. Kostnadene for ominnredingen belastes flyplasstog, mens kostnaden ifb. med forsert anskaffelse belastes Inter-city togene.
- Behovet for to-system materiell må dekkes vha. forsert anskaffelse.

Flyplasstog:

- Alle nyanskaffelser f.o.m. idag bestilles for to-system drift. Anskaffelseskostnaden i 1995 kroner er estimert til NOK 55 mill./sett (ink. mva) for en-system sett og 55.365 mill./sett (ink. mva) for to-system sett.
- Totalt antall togsett må være større eller lik 16 i hele ombygningsperioden. Eventuelle mangler må dekkes ved innleie av «nye» Inter-city tog og ved forsert anskaffelse. Kostnaden ved innleie av IC-tog vil være ifb. med ominnredning, estimert til ca. 5 mill./sett. Denne belastes flyplasstogene.
- Det må til enhver tid i ombygningsperioden være like mange eller flere to-system togsett enn behovet tilsier, dvs. dekningsgraden må være større eller lik 0.
- Behovet for to-system materiell må dekkes vha. forsert anskaffelse.

Person- og spesialvogner:

- Alle person- og spesialvogner antas å kunne bygges om slik at behovet for to-system materiell til en hver tid er dekket. Pga. at det ikke er spesifisert noe behov for to-system materiell i ombygningsperioden, antas alle vogner å bli bygd om før denne starter.
- Alle vogner antas bygd om ifb. med revisjoner.
- Ombygningsbehov; 450 personvogner og 20 spesialvogner.
- Direkte ombygningskostnader: NOK 190.000,- (eks. mva) for personvogner og 342.000,- (eks. mva) for spesialvogner.
- Indirekte ombygningskostnader: ingen, pga. optimalisert vognoppsett.

6.2 Nødvendig anskaffelses- og ombyggingstakt**6.2.1 Lok**

Se tabell «Nødvendig anskaffelses- og ombyggingstakt ved overgang til 25kV 50Hz», vedlegg 1, for mer detaljert beskrivelse.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Normal anskaffelsestakt lok (30 års levetid)	42		3		4	3	3		7			6					
Nødvendig anskaffelsestakt lok ved overgang	43				9	3	3		9		6						
Totalt		43	43	43	52	55	58	58	67	67	73	73					
Forsert anskaffelse pga. overgang	1	1	-2	-2	3	3	3	3	5	5	11	5	5	5	5	5	5
Ombygging EI-18 (ombyggingstid: 6 mnd./lok)				4	4	4	4	4	2								
Tilleggsbehov lok 16 2/3 pga. overgang, (totalt behov-totalt ant.>0)			6	9	9	4	4	3	2	0	0	-6	0				

6.2.2 Lokaltog

Se tabell «Nødvendig anskaffelses- og ombyggingstakt ved overgang til 25kV 50Hz», vedlegg 1, for mer detaljert beskrivelse.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Normal anskaffelsestakt (30 års levetid)	46							13	10						6	8	
Nødvendig anskaffelsestakt lokaltog ved overgang	47							13	10						6	8	
Totalt	47	47	47	47	47	47	47	60	70	70	70	70					
Forsert anskaffelse pga. overgang	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ombygging 69 (ombyggingstid: 6 mnd./sett)			2	2	2	2	2	2									

6.2.3 Inter-city tog

Se tabell «Nødvendig anskaffelses- og ombyggingstakt ved overgang til 25kV 50Hz», vedlegg 1, for mer detaljert beskrivelse.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Normal anskaffelsestakt (30 års levetid)																	
Nødvendig anskaffelsestakt Inter-city pga. overgang	2																
Totalt	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2					
Forsert anskaffelse pga. overgang	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Ombygging type 70 (ombyggingstid 8 mnd. toqsett)	4	4	4	4													
Totalt ombygde sett	4	8	12	16	16	16	16	16	16	16	16	16					

6.2.4 Flyplasstog

Se tabell «Nødvendig anskaffelses- og ombyggingstakt ved overgang til 25kV 50Hz», vedlegg 1, for mer detaljert beskrivelse.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Normal anskaffelsestakt (30 års levetid)																	
Nødvendig anskaffelsestakt pga. overgang		0						2									
Totalt	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2					
Forsert anskaffelse pga. overgang	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Ombygging flyplasstog		0	0	0	0	0	0	0	8	8	0	0					

6.3 Merbehov investeringsmidler ved overgang til 25kV 50Hz

Se tabell «Beregning av merkostnader og nødvendige investeringsmidler ved overgang til 25kV 50Hz», vedlegg 1, for mer detaljert beskrivelse.

BEREGNING AV MERKOSTNADER OG NØDVENDIGE INVESTERINGSMIDLER VED OVERGANG TIL 25kV 50Hz																		
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2122	Sum:
Totale investeringsmidler ved omlegging (inkl. mva.):	3300	0	0	0	270	90	90	630	670	0	180	0	0	0	240	0	320	
Totale investeringsmidler normal utskifting (inkl. mva.):	3100	0	90	0	120	90	90	520	610	0	0	180	0	0	240	0	320	
Merbehov investeringsmidler ved overgang til 25kV 50Hz (inkl. mva.):	200	0	-90	0	150	0	0	110	60	0	180	-180	0	0	0	0	0	
Merbehov investeringsmidler ved overgang til 25kV 50Hz (eks. mva.):	163	0	-73	0	122	0	0	89.4	48.8	0	146	-146	0	0	0	0	0	

Merbehov for investeringsmidler gjennom hele analysesperioden ved overgang til 25kV 50Hz, og omleggingsmønster som foreskrevet av Bane, samt materiellbehov iht. Trafikk's behov er estimert i tabellen over.

6.4 Totale merkostnader ved overgang til 25kV 50Hz

Se tabell «Beregning av merkostnader og nødvendige investeringsmidler ved overgang til 25kV 50Hz», vedlegg 1, for mer detaljert beskrivelse.

BEREGNING AV MERKOSTNADER OG NØDVENDIGE INVESTERINGSMIDLER VED OVERGANG TIL 25kV 50Hz																		
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2122	Sum:
Merkostnader ved overgang til 25kV 50Hz (NOK/mil) (eks. mva.):	169	67.7	111	111	94.7	68.6	63.6	60.1	62	37	11	5	5	5	8.6	5	9.8	
Merbehov investeringsmidler ved overgang til 25kV 50Hz (inkl. mva.):	200	0	-90	0	150	0	0	110	60	0	180	-180	0	0	0	0	0	
Merbehov investeringsmidler ved overgang til 25kV 50Hz (eks. mva.):	163	0	-73	0	122	0	0	89.4	48.8	0	146	-146	0	0	0	0	0	
Nåverdi av totale merkostn. gitt i 2006 - kroner (NOK/mil.) eks. mva.:																		914.14
Nåverdi av totale merkostn. gitt i 2006 - kroner (NOK/mil.) inkl. 15% mva.:																		1051.26
Nåverdi av totale merkostn. gitt i 1995 - kroner (NOK/mil.) inkl. 15% mva.:																		499.445

Totale merkostnader ved overgang til 25kV 50Hz, ved omleggingsmønster som foreskrevet av Bane, samt materiellbehov iht. Trafikk's behov er estimert til en nåverdi på ca. NOK 500 millioner 1995 kroner.

Som det fremgår av tabellen er de årlige totale merkostnadene diskontert med 7% p.a. slik at sluttsummen blir uttrykt ved nåverdien av kostnadene gitt i 1995 kroner. Restverdien etter analyseperiodens slutt er ikke inkludert. Dersom restverdien inkluderes i merkostnadene vil totalbeløpet reduseres, jmf. delrapport «Konsernavklaringer».

7. KONKLUSJON

Denne rapporten viser at en omlegging av banestrømforsyningen til 25kV 50Hz vil være svært kostnadskrevenne for materiellparken. Su estimerer totale merkostnader ved en omlegging til å beløpe seg til en nåverdi på ca. NOK 500 millioner 1995 kroner. Dette beløpet inkluderer ikke restverdi på materiellet etter analyseperiodens slutt.

Hovedgrunnen til beløpets størrelse må tilskrives nødvendig merbehov av materiell som en direkte konsekvens av omleggingen. Det vil f. eks. være nødvendig å anskaffe 5 ekstra lok, ett ekstra lokaltogsett og hhv. to Gardermotog og to Inter-city tog for å gjennomføre selve omleggingen uten at dette skal få konsekvenser for tilgjengeligheten av materiellet.

Selve ombyggingen av materiell vil også være forholdsvis kostnadskrevenne. Dette pga. både direkte ombyggingskostnader, men også indirekte merkostnader iform av ekstra anskaffelser av materiell samt innleie av erstatningsmateriell (lok).

Tilslutt vil merkostnadene ved kjøp av to-system materiell også utgjøre en relativ stor andel av beløpet.

Denne kostnadsestimeringen bygger på et optimalisert omleggingsmønster med fri materiellflyt i overgangsperioden. Enhver forandring mht. eierstruktur, materiellbehov etc. vil kunne påvirke dette resultatet. Det er bla. nyttig å merke seg at dersom Gardermobanen AS i fremtiden vil bli eier av Gardermotogene vil det for det første være vanskelig å få til en fri materiellflyt med Inter-city togene slik denne rapporten foreslår. For det andre kan det stilles spørsmålsteget ved villigheten til å bestille ekstra togsett, noe som er en nødvendighet ved omlegging, når man vet at disse vil være overflødige etter at omleggingsperioden er gjennomført.

Dersom en omlegging skal komme på tale må det være en forutsetning at nødvendige midler for å dekke merkostnadene blir bevilget gjennom hele omleggingsperioden, dvs. 20 år. Dette må mao. behandles i Departementet/Stortinget og tas høyde for i NJP gjennom hele perioden.

8. FORSLAG TIL VIDERE ARBEID

Denne rapporten er skrevet i løpet av en relativt kort periode og er av denne grunn ikke grundig nok kontrollert og analysert for å kunne gi et komplett og riktig bilde av materiellsituasjonen ved en overgang til 25kV 50Hz.

Su har derfor følgende forslag til videre arbeid:

1. Kvalitetssikring og økonomisk gjennomgang av denne rapporten.
2. Analyse av kostnader ved alternative omleggingsmønstre.
3. Optimalisering av materiellbehov ved en overgang, samarbeid mellom Trafikk og Materiell.
4. Utredning om alternative «inntekter» ved utleie og/eller salg av overflødig materiell etter omlegging.
5. Evt. annet.

9. VEDLEGG

NØDVENDIG ANSKAFFELSE- OG OMBYGGINGSTAKT VED OVERGANG TIL 25kV 50Hz																					
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022				
LOK																					
Normal anskaffelsestakt (30 års levetid)	42		3	4	3	3		7				6									
Nødvendig anskaffelsestakt lok ved overgang	43				9	3	3		9			8									
Totalt		43	43	43	52	55	58	58	67	67	73	73									
Forsert anskaffelse pga. overgang	1	1	-2	-2	3	3	3	3	5	5	11	5			5	5	5	5	5		
Ombygging EI-18 (ombyggingstid: 6 mnd./lok)																					
Ombygging EI-18		4	4	4	4	4	4	2													
Totalt ombygde EI-18		0	4	8	12	16	20	22	22	22	22	22									
Behov to-system lok (definert av Trafikk)																					
Behov to-system lok	43				21			15	1	9	6										
Totalt	43	43	43	64	64	64	79	80	89	95	95		90	90	90	90	90				
Dekningsgrad to-sys. lok (>0)																					
Dekningsgrad to-sys. lok (>0)		0	4	8	0	7	14	1	9	0	0	0									
Tilleggsbehov lok 16 2/3 pga. overgang, (totalt behov-totalt ant.>0)																					
Tilleggsbehov lok 16 2/3 pga. overgang		6	9	9	4	4	3	2	0	0	-6	0									
Tilgjengelige lok 16 2/3 (ved levetid 30 år) (eks. innleide lok)																					
Tilgjengelige lok 16 2/3 (ved levetid 30 år)	46	39	35	27	20	14	13	8	6	6	0										
Tilgjengelige to-syst. lok	43	47	51	64	71	78	80	89	89	95	95										
Totalt antall lok (behov>95)		89	86	86	91	91	92	93	95	95	101	95									
LOKALTOG																					
Normal anskaffelsestakt (30 års levetid)	46							13	10						6						
Nødvendig anskaffelsestakt lokaltog ved overgang	47							13	10						6						
Totalt	47	47	47	47	47	47	47	60	70	70	70	70									
Forsert anskaffelse pga. overgang	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1		
Ombygging 69 (ombyggingstid: 6 mnd./sett)																					
Ombygging 69	2	2	2	2	2	2	2	2													
Totalt	2	4	6	8	10	12	14	14	14	14	14	14									
Behov to-system (definert av Trafikk)																					
Behov to-system	13							70													
Totalt	13	13	13	13	13	13	13	83	83	83	83	83									
Dekningsgrad to-sys. (>0)																					
Dekningsgrad to-sys. (>0)		36	38	40	42	44	46	61	1	1	1	1									
Innleie pga. ombygging (ikke mulig)																					
Tilgjengelig materiell 16 2/3 (ved levetid 30 år)																					
Tilgjengelig materiell 16 2/3 (ved levetid 30 år)	36	34	32	30	28	26	24	10	0	0	0	0									
Tilgjengelig materiell to-syst.	47	49	51	53	55	57	59	74	84	84	84	84									
Totalt antall lokaltogsett (behov >83)		83	83	83	83	83	83	84	84	84	84	84									
INTER-CITY TOG																					
Normal anskaffelsestakt (30 års levetid)	2																				
Nødvendig anskaffelsestakt Inter-city pga. overgang	2																				
Totalt	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2									
Forsert anskaffelse pga. overgang	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			2	2	2	2	2		
Ombygging type 70 (ombyggingstid 6 mnd./togsett)																					
Ombygging type 70	4	4	4	4																	
Totalt ombygde sett	4	8	12	16	16	16	16	16	16	16	16	16									
Behov to-system (definert av Trafikk)																					
Behov to-system	0	0	0	16	16	16	16	16	16	16	16	16									
Dekningsgrad to-sys. (>0)	2	6	10	14	2	2	2	0	0	2	2	2									
Innleie pga. ombygging (utleie av materiell til flyplass, angitt med -)																					
Innleie pga. ombygging								-2	-2												
Tilgjengelig materiell 16 2/3 (ved levetid 30 år)																					
Tilgjengelig materiell 16 2/3 (ved levetid 30 år)	14	10	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0									
Tilgjengelig materiell to-syst.	2	6	10	14	18	18	18	16	16	18	18	18									
Totalt antall togsett (behov >16)		16	16	16	16	18	18	18	16	16	18	18									
BEREGNING AV MERKOSTNADER OG NØDVENDIGE INVESTERINGSMIDLER VED OVERGANG TIL 25kV 50Hz																					
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022				Sum:
Lok																					
Investeringer normal utskifting NOK 30 mil./lok	1260	0	90	0	120	90	90	0	210	0	0	180									
Investeringer ved omlegging NOK 30 mil./lok	1290	0	0	0	270	90	90	0	270	0	180	0									
Merbehov investeringer pga. overgang (inkl. mva)	30	0	-90	0	150	0	0	0	60	0	180	-180									
Merkostnader pga. to-system lok 1 mil./lok																					
Kostnader ombygging NOK 7 mil./lok	0	0	28	28	28	28	14	0	0	0	0	0									
Kostnader innleie/forlenget levetid (NOK 5 mil./pga.)	0	39	45	45	20	20	15	10	0	0	0	0									
Merkostnader lok pga. ombygging (eks. mva)	43	39	73	73	57	51	46	24	9	0	6	0									
Lokaltog																					
Investeringer normal utsk. NOK 40 mil./sett	1840	0	0	0	0	0	520	400	0	0	0	0			0	0	240	0	320		
Investeringer ved omlegging NOK 40 mil./sett	1880	0	0	0	0	0	520	400	0	0	0	0			0	0	240	0	320		
Merbehov investeringer pga. overgang (inkl. mva)	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0		
Merkostnader pga. to-system togsett 0.6 mil./sett																					
Kostnader ombygging NOK 6.3 mil./sett	28.2	0	0	0	0	0	7.8	6	0	0	0	0			0	0	3.6	0	4.8		
Kostnader innleie/forlenget levetid	0	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0		
Merkostnader lokaltog pga. overgang (eks. mva)	28.2	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	20.4	6	0	0	0	0			0	0	3.6	0	4.8		
Inter-city tog																					
Investeringer normal utsk. NOK 65 mil./sett	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0		
Investeringer ved omlegging NOK 65 mil./sett	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0		
Merbehov investeringer pga. overgang (inkl. mva)	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0		
Merkostnader pga. to-system togsett 0.365 mil./togsett																					
Kostnader ombygging NOK 5.02 mil./sett	0.73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0		
Kostnader innleie/forlenget levetid	0	20.1	20.1	20.1	20.1	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0		
Merkostnader Inter-city tog pga. overgang (eks. mva)	0.73	20.1	20.1	20.1	20.1	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0		
Flyplass																					
Investeringer normal utsk. NOK 55 mil./sett	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0		
Investeringer ved omlegging NOK 55 mil./sett	0	0	0	0	0	0	110	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0		
Merbehov investeringer pga. overgang (inkl. mva)	0	0	0	0	0	0	110	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0		
Merkostnader pga. to-system togsett 0.365 mil./togsett																					
Kostnader ombygging NOK 4 mil./sett	0	0	0	0	0	0	0	32	32	0	0	0			0	0	0	0	0		
Kostnader ombygging av innleid IC-tog 5 mil./togsett	0	0	0	0	0	0	10	10	0	0	0	0			0	0	0	0	0		
Merkostnader Gardermotog pga. overgang (eks. mva)	0	0	0	0	0	0	10.7	42	32	0	0	0			0	0	0	0	0		
Personvogner																					
Kostn. ombygging NOK 0.19 mil./vogn (eks. mva) ca. 450 vogner	85.5																				
Spesialvogner																					
Kostn. ombygging NOK 0.342 mil./vogn (eks. mva) ca. 20 vogner	6.84																				
Tilleggskostn. ifb. med dokumentasjon, opplærings, reservedeler etc.																					
Tilleggskostn. ifb. med dokumentasjon, opplærings, reservedeler etc.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			5	5	5	5	5		
Merkostnader ved overgang til 25kV 50Hz (NOK/mil) (eks. mva.)	160	67.7	111	111	94.7	68.6	63.8	60.1	62	37	11	5			5	5	8.6	5	9.8		
Totale investeringer ved omlegging (inkl. mva):																					
Totale investeringer ved omlegging (inkl. mva):	3300	0	0	0	270	90	90	630	670	0	180	0			0	0	240	0	320		

3.3 Vurdering av nytteverdi ved overgang til 25kV 50Hz

AKTIVITETSNR: 2003

**AKTIVITETSNAMN: VURDERING AV NYTTEVERDI VED OVERGANG TIL
25kV/50Hz**

Svvp 29.05.95

Antall sider: 8

Innhold:

1	Sammendrag	31
2	Innledning	31
2.1	Hensikt	31
2.2	Forutsetninger	31
2.3	Usikkerhetsfaktorer	31
3	Bakgrunnsmateriale	32
4	Beregninger	32
4.1	Materiell	32
4.2	Modell	32
4.3	Data	32
4.4	Resultat	33
5	Faktorer som ikke ansees å påvirke resultatet i stor grad	33
5.1	Differensierte vedlikeholdskostnader på en- og tostrømsystemlok .	33
5.2	Vedlikeholdskostnader uten signifikant påvirkning på nåverdien ...	33
5.3	Konsekvenser av modifikasjonsprogram for motorvognmateriell ...	33
6	Faktorer som vil endre kostnadsbildet, men som ikke er beregnet ..	34
6.1	Stillstandtid	34
6.2	Forsinkelseskostnader	34
7	Investeringer i vedlikeholdsutstyr og kompetanse	34
8	Konklusjon	34
9	Vedlegg	35

1 SAMMENDRAG

Rapporten gir en teknisk/økonomisk vurdering av forandringer i vedlikeholdskostnader forbundet med utfasing av eksisterende materiell før Teknisk-økonomisk levetid er nådd som følge av behov for tostrømsmateriell ved innføring av nytt matesystem.

Rapporten konkluderer med at vedlikeholdskostnadene kan reduseres med 40 - 45 millioner kr (nåverdi), men også at dette tallet er meget usikkert grunnet lite spesifisert kostnadsfordeling og kostnadshistorikk i NSB samt at enkelte kostnadsdrivende faktorer ikke kan beregnes innen rammen av dette prosjektet.

2 INNLEDNING

2.1 Hensikt

Hensikten med denne rapporten er å vise hvordan overgang til nytt materiell grunnet overgang til tostrøm matesystem, påvirker vedlikeholdskostnadene.

2.2 Forutsetninger

Denne rapporten tar utgangspunkt i delrapportene 2001 og 3001 som konkluderer med følgende:

Konklusjon delrapport 2001:

EI18, Bm69D og Bm70 og PGT-materiell kan modifiseres til tostrøm-materiell.

Konklusjon delrapport 3001:

På det tidspunkt det blir behov for tostrømsystem materiell vil EI16, EI17, EI18, Bm69D, Bm70 og PGT-materiell ikke ha nådd sin teknisk-økonomiske levealder (stipulert til 30 år).

Det forutsettes i denne rapporten at det materiellet som i delrapport 2001 antas å kunne modifiseres til tostrømmateriell, blir modifisert og ikke erstattet av nytt materiell før teknisk-økonomisk levealder er nådd.

Teknisk-økonomisk levealder er forutsatt å være 30 år. (På linje med delrapportene 2001, 2002 og 3001)

Realrenten i nåverdiberegningene er satt til 7%.

Det er ikke tatt høyde for inflasjon i beregning av vedlikeholdskostnader.

2.3 Usikkerhetsfaktorer

Den kostnadsinformasjon som er tilgjengelig i NSB i dag har store mangler hva angår spesifisering og historie for å kunne utarbeide troverdige kostnadsstatistikk, prognoser og teorier.

Tidligere forsøk på å kalkulere vedlikeholdskostnader per kilometer for ulike litratyper, har endt opp i verdier som ikke er ansett å være troverdige (Ei heller av dem som har kommet fra til verdiene!).

For å redusere usikkerheten er det i de påfølgende beregninger forsøkt å ikke ta med kostnader som ville påløpt uansett nytt eller gammelt materiell eks. kostnader forbundet med: spyling, ATS, skifting, tilsyn/hensetting, tining, registrering av hastighetsmålinger osv. De oppgitte vedlikeholdskostnadene per km gir således ikke det reelle kostnadsbildet for aggregattypene, men vil få fram noe av differansen mellom typene.

Med dagens kostnadsinformasjoner er det ikke mulig å si noe spesifikt om kostnadsutviklingen over tid som følge av aldring av materiellet. Modellen som er utarbeidet i denne rapporten viser tre ulike scenarier der det stipuleres en henholdsvis 1, 2 og 3% årlig kostnadsøkning i vedlikeholdet som følge av aldring på materiellet. Usikkerheten omkring disse tallene er stor og det er stor sannsynlighet for at ulike materielltyper vil ha ulik kostnadsutvikling over tid. Dette grunner i flere forhold bla. ulik feilutvikling over tid på ulike typer teknologi (eks elektronikk, mekanikk), kostnadsutvikling og tilgjengelighet på reservedeler og ulik aldring som følge av ulikt bruksmønster. I NSB i dag er det ingen indikator som viser hvordan kostnadene utvikler seg over tid på materiellet.

3 BAKGRUNNSMATERIALE

Som tidligere nevnt henter denne rapporten en del av sine forutsetninger og bakgrunnsmateriale i fra delrapportene 2001 og 3001.

De økonomiske dataene er fremkommet på følgende måter:

- Kontrakt mellom Materiell&Framføring og D/V for 95
- Kontrakt mellom Materiell&Framføring og Verksted Grorud for 95
- Fordeling av materiellkostnader per litra for Verksted Grorud i 94. Oversikt utarbeidet av plankontoret på Verksted Grorud
- Anbudsdokumentasjon på EI18
- Notat fra M.Huse vedrørende behov for investeringer i vedlikeholdsutstyr og kompetanse datert 23.januar.95.

Drifts karakteristikk for 94 er innhentet fra lokinspektør i Drammen. På det tidspunkt denne rapporten blir skrevet er ikke driftsmønsteret for R95 tilstrekkelig klarlagt for å kunne brukes i beregningsøyemed.

4 BEREGNINGER

4.1 Materiell

Ut i fra de forutsetninger som tas i kapittel 2.2 er det gitt at det kun er EI17 og EI16 som i stor grad påvirker endrede vedlikeholdskostnader grunnet en tidligere enn forutsatt utfasing.

4.2 Modell

Med utgangspunkt i beregnet vedlikeholdskostnad per km i 95 er det satt opp en modell som beregner verdistrømmene fra år 2007 til 2016. Dette er tidsrommet for normal utrangering av EI16 og EI17, samt tidsrommet for omlegging til nytt matesystem.

Grunnet stor usikkerhet i forandring av vedlikeholdskostnad som funksjon av aldring av materiellet er det foretatt tre beregninger; en beregning der det antas en årlig økning i vedlikeholdskostnadene per km på 1% og tilsvarende to beregninger der denne økningen er henholdsvis 2 og 3%.

Av disse verdistrømmene er deretter nåverdien beregnet for de tre scenariene.

4.3 Data

Ut i fra den informasjonen som listes i kapittel 3 er det foretatt en beregning for å finne vedlikeholdskostnader per km for EI16 og EI17.

Det presiseres at de beregnede tallene ikke gir den hele og fulle sannhet på kostnadsbilde for disse to loktypene. Merk følgende:

Kontraktene for 95 er brukt og fordelt på driftsmønsteret for 94. Dette er gjort da driftsmønsteret for R95 ikke er klart. For de to aktuelle materielltypene forventes det ikke at R95 vil gi store forandringer.

Kontraktene mellom Materiell&Framføring og Verksted Grorud er dårlig spesifisert på materielltype hva angår reparasjoner. Tallene som er brukt i beregningen er framkommet ved å dele totalt reparasjonsvolum på alle el-lok og deretter gange med antall aktuelle lok. Det blir dermed ikke noe forskjell på reparasjonsvolumet på de enkelte individer.

Materiellforbruket på Verksted Grorud i 94 skiller ikke på om materiellet er blitt brukt til reparasjon eller modifikasjon. Spesielt for EI 16 får dette store konsekvenser for 94 da flere store modifikasjonsarbeider ble gjennomført. Sannsynligvis vil ikke kr/km for EI 16 bli så stort i 95 som det var i 94. Dette vil ha en negativ påvirkning på nåverdien av en utfasing som ikke kommer fram i beregningene.

Kontraktene mellom Materiell&Framføring og Drift&Vedlikehold spesifiserer ikke materiellforbruk per litra. Tallene som er brukt i beregningen er framkommet ved å beregne en fordelingsnøkkel på reparasjonskostnader per litra og deretter bruke denne fordelingsnøkkelen på materiellkostnader.

En stor usikkerhet i beregningen er vedlikeholdskostnader forbundet med skader som følge av driftsuhell; avsporing, elgpåkjørsel mm. Det er ikke klart i hvor stor grad dette differensierer vedlikeholdskostnadene for EI16 og EI17 kontra vedlikeholdskostnadene for «nytt» lok.

Årlig kjørelengde for «nytt» lok er beregnet ut ifra kjørelengde på de lok det skal erstatte.

Verksted Grorud har i 95 kontrakt på 1 revisjon på EI17 og 2 revisjoner på EI16. Dette gir ikke gjennomsnittlig belastning på revisjoner for disse materielltypene.

4.4 Resultat

Med å bruke de i kapittel 3, 4.1 og 4.2 nevnte data, modeller og framgangsmåter, kommer man fram til følgende data for 1995:

Kr/km for EI16: 9,5

Kr/km for EI17: 5,2

Kr/km for «nytt lok»: 2,4 - 3

Utregningen av nåverdier og kostnadsfordeling kan studeres i detalj i vedlegg (Kap.9)

Resultatet blir en positiv nåverdi som følge av tidligere utrangering. Graden av positiv nåverdi øker med antatt høyere vedlikeholdskostnader som følge av aldring på materiellet. For de ulike scenariene fås dette resultatet:

Nåverdien av utrangering ifb omlegging til nytt matesystem

Økning i årlig kr/km	2,4 kr/km for «nytt» lok	3 kr/km for «nytt» lok
1%	45.2 mill kr	37.6 mill kr
2%	55.7 mill kr	47.7 mill kr
3%	67.8 mill kr	59.5 mill kr

5 FAKTORER SOM IKKE ANSEES Å PÅVIRKE RESULTATET I STOR GRAD

5.1 Differensierte vedlikeholdskostnader på en- og tostrømsystemlok.

Det blir i denne beregningen ikke foretatt noen kalkulasjoner på differanse i vedlikeholdskostnader for et tostrøm-kontra et enstrømslok. Forskjellen på de to lokene ligger først og fremst i komponenter som normalt trenger lite planlagt vedlikehold. Det kan være naturlig å anta at det på et tostrømslok vil være flere/mer komplekse komponenter som kan feile, på den annen side kan man argumentere med at de komponentene som må innføres kan ha mye bedre driftskarakteristikk enn det eksisterende komponenter har.

5.2 Vedlikeholdskostnader uten signifikant påvirkning på nåverdien

I beregningene over vedlikeholdskostnader er det ikke tatt høyde for effekten av at dersom lokene hadde blitt faset ut ved sin antatt teknisk-økonomiske levealder (30 år) ville en få en reduksjon i de stipulerte vedlikeholdskostnadene ved at loket på dette tidspunktet ville blitt erstattet av et helt nytt lok. Eksempel: I 2013 skal 7 stk EI16 fases ut (30 år gamle). Dvs at i 2014 skulle det etter planen ha gått 7 stk helt nye lokomotiver som erstatning for de som ble faset ut. I og med den forserte utfasingen vil det imidlertid være 7 år gamle lok som da «erstatte» disse. Med betraktningene rundt økte vedlikeholdskostnader som funksjon av alder medfører dette at det i 2014 og utover vil bli noe høyere vedlikeholdskostnader som følge av den tidligere utfasingen. Likeledes vil en i 2037 på ny få reduserte vedlikeholdskostnader som følge av utrangeringen i 2007. Denne syklusen gjentar seg i det uendelige. Imidlertid vil nåverdiene av disse tenkte kapitalstrømmene være så små at de ikke tas høyde for i denne allerede usikre beregningen.

5.3 Konsekvenser av modifikasjonsprogram for motorvognmateriell

I delrapport 2002 blir det foreslått en modifikasjonstakt for motorvognmateriell som medfører at det vil bli behov for 2 ekstra Flyplassstog i perioden 2013-2015, 2 IC motorvognsett i periodene 2006-2009 samt 2013-2014 og 1 lokaltogsett ekstra i perioden 2006-2013. Totalt km-løp for motorvognmateriell forblir imidlertid uendret slik at konsekvensene for vedlikeholdskostnadene blir basert på eventuelt lavere vedlikeholdskostnader for «ekstra-materiellet» sammenlignet med kostnadene for det materiellet de skal dekke behovet for, samt de ekstra administrasjonskostnadene som påløper grunnet større antall motorvognsett. I utgangspunktet er ikke aldersforskjellen på ekstra materiellet sammenlignet med materiellet som skal modifiseres så stor, slik at de reduserte vedlikeholdskostnadene som følge av nyere materiell blir minimale. Sett i sammenheng med de økte administrasjonskostnadene i perioden forventes det ikke at behovet for ekstra materiell i modifikasjonsfasen vil gi noen merkbar effekt på de totale vedlikeholdskostnadene.

Dersom materiellet beholdes utover den skisserte perioden vil dette medføre økte vedlikeholdskostnader p.g.a økt vedlikeholdsvolum på tidsavhengige komponenter (trykklufttanker, pakninger osv) samt økte administrasjonskostnader.

6 FAKTORER SOM VIL ENDRE KOSTNADSBILDET, MEN SOM IKKE ER BEREGNET

6.1 Stillstandtid

NSB vil i fremtiden bruke kapitalkostnaden på materiellet i vurdering av totale materiellkostnader. I dag er det ingen faste rutiner for registrering av stillstandtid og derpå følgende vurdering av konsekvensene av stillstand dvs. om det må leies inn annet materiell, om det må kjøres med feil materiell eller eventuelt at det ikke har noen konsekvenser for driften. For de to aktuelle litra som vurderes i denne rapporten oppgis det en utilgjengelighet p.g.a. reparasjon/planlagt vedlikehold for 94 på 38.1% for EL16 og 26.5% for EL17. For nylig bestilt materiell (EL18 og PGT-togene) er kravene til tilgjengelighet mye større og vil således øke nåverdien av overgang til nytt materiell.

6.2 Forsinkelseskostnader

Konsekvenser av forsinkelser er ikke tatt med i beregningene da det ikke er grunnlag for, innen rammen av dette prosjektet, å sette i gang det meget tids- og ressurskrevende arbeidet med å beregne kostnadene som følge av forsinkelser. Dette beror på for dårlig spesifisering av når og hvor forsinkelsen oppsto, årsak til forsinkelse og konsekvens (økonomisk) av forsinkelse. Det antas imidlertid at nytt materiell vil ha en høyere driftsstabilitet enn eksisterende materiell og derved påvirke nåverdien av en tidligere utfasing i positiv retning. På den annen side er det mulig at en modifikasjon av eksisterende materiell (Bm69D, Bm70 osv) kan skape større driftsproblemer for disse materielltypene (Ref. redusert ytelse på enkelte komponenter som følge av modifikasjon. Delrapport 2001). Konklusjon: Driftsstabiliteten vil sannsynligvis påvirke kostnadsbildet ved overgang til nytt matesystem, men det er uvisst om nåverdien vil være positiv eller negativ.

7 INVESTERINGER I VEDLIKEHOLDSTUTSTYR OG KOMPETANSE

En overgang til 25kV vil bety at Verksted Grorud må bytte ut trafo med tilhørende strømretter- og reguleringsutstyr for prøvekjøring av banemotor og kompressor. Kostnaden for dette blir anslagsvis 5 millioner kroner. Dette vil også dekke utgifter til måleinstrumenter og opplæring på det nye utstyret.

Overgang til høyere spenning og frekvens medfører ikke behov for kompetanseheving i vedlikeholdssektoren. Ved kjøp av nytt materiell må vedlikeholdspersonalet som vanlig gjennomgå «typekurs»- stort sett uavhengig av spenning på kjørestrøm.

Kostnader forbundet med utskifting av togvarmeanlegg på hensettingspor ansees ikke å komme inn under rammen for dette delprosjektet.

8 KONKLUSJON

Ut ifra at det ikke er noen historikk på kostnadsutvikling som funksjon av alder i NSB anbefaler denne rapporten å være forsiktig med å overvurdere denne effekten og foreslår at gjennomsnittet for scenariene med 1 og 2% årlig økning i vedlikeholdskostnader per kilometer brukes som beslutningsunderlag.

I og med at kostnadsdata på «nytt» lok ikke er hentet fra NSB systemet er det vanskelig å kvalitetssikre tallene. Forskjellige verkstedsfasiliteter, arbeidsmetoder, priser på arbeidskraft og bruksmønstret på materiellet påvirker det totale kostnadsbildet. En eventuell bruk i NSB systemet med samme materiell ville høyst sannsynlig forandre vedlikeholdskostnader per km.

Etter at kostnadene for innkjøp av nytt verktøy (Ref. kap.7) er trukket fra den positive nåverdien blir den endelige nåverdien av tidligere utfasing grunnet overgang til nytt matesystem vil ligge et sted mellom 40 - 45 millioner kroner.

9 VEDLEGG

E116											
år	1995	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013			
kr/km	9.5										
kr/km (1%)		10.70484	10.81189	10.92001	11.02921	11.1395	11.25089	11.3634			
kr/km (2%)		12.0483	12.28926	12.53505	12.78575	13.04146	13.30229	13.56834			
kr/km (3%)		13.54473	13.95107	14.3696	14.80069	15.24471	15.70205	16.17311			
behov for antall lok		14	11	11	7	7	7	7			
km/lok/år	142884	142884	142884	142884	142884	142884	142884	142884			
kr/år (1%)		21413701	16993301	17163234	11031279	11141591	11253007	11365537			
kr/år (2%)		24101124	19315330	19701636	12788153	13043916	13304794	13570890			
kr/år (3%)		27094550	21927232	22585049	14803473	15247577	15705004	16176155			
E117											
år	1995	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
kr/km	5.2										
kr/km (1%)		5.85949	5.918085	5.977266	6.037039	6.097409	6.158383	6.219967	6.282167	6.344988	6.408438
kr/km (2%)		6.594857	6.726754	6.86129	6.998515	7.138486	7.281255	7.42688	7.575418	7.726926	7.881465
kr/km (3%)		7.413957	7.636375	7.865467	8.101431	8.344473	8.594808	8.852652	9.118231	9.391778	9.673532
behov for antall lok		12	12	12	12	9	6	6	6	6	6
km/lok/år		197196	197196	197196	197196	197196	197196	197196	197196	197196	197196
kr/år (1%)		13865616	14004272	14144315	14285758	10821462	7286451	7359316	7432909	7507238	7582310
kr/år (2%)		15605754	15917869	16236226	16560951	12669127	8615007	8787307	8963053	9142314	9325160
kr/år (3%)		17544031	18070352	18612463	19170836	14809471	10169170	10474245	10788473	11112127	11445491
TOTALE kostnader med gammelt materiell											
år	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
1 %	35279317	30997573	31307549	25317037	21963053	18539458	18724853	7432909	7507238	7582310	
2 %	39706878	35233198	35937862	29349104	25713043	21919801	22358197	8963053	9142314	9325160	
3 %	44638581	39997584	41197511	33974309	30057048	25874175	26650400	10788473	11112127	11445491	

Nye lok												
år	1995	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
kr/km	2.38											
kr/km (1%)		2.4038	2.427838	2.452116	2.476638	2.501404	2.526418	2.551682	2.577199	2.602971	2.629001	
kr/km (2%)		2.4276	2.476152	2.525675	2.576189	2.627712	2.680267	2.733872	2.788549	2.84432	2.901207	
kr/km (3%)		2.4514	2.524942	2.60069	2.678711	2.759072	2.841844	2.9271	3.014913	3.10536	3.198521	
kr/km	3											
kr/km (1%)		3.03	3.0603	3.090903	3.121812	3.15303	3.18456	3.216406	3.24857	3.281056	3.313866	
kr/km (2%)		3.06	3.1212	3.183624	3.247296	3.312242	3.378487	3.446057	3.514978	3.585278	3.656983	
kr/km (3%)		3.09	3.1827	3.278181	3.376526	3.477822	3.582157	3.689622	3.80031	3.91432	4.031749	
behov for antall lok		31	28	28	24	21	18	18	11	11	11	
km/lok/år		165000	165000	165000	165000	165000	165000	165000	165000	165000	165000	
kr/år (1%)		2.38	12295437	11216612	11328778	9807485	8667365	7503461	7578496	4677616	4724392	4771636
kr/år (2%)		2.38	12417174	11439822	11668619	10201707	9105023	7960392	8119600	5061217	5162441	5265690
kr/år (3%)		2.38	12538911	11665232	12015189	10607695	9560186	8440278	8693486	5472067	5636229	5805316
kr/år (1%)		3	15498450	14138586	14279972	12362376	10925249	9458145	9552726	5896155	5955116	6014667
kr/år (2%)		3	15651900	14419944	14708343	12859294	11476920	10034107	10234789	6379685	6507279	6637425
kr/år (3%)		3	15805350	14704074	15145196	13371045	12050654	10639006	10958176	6897563	7104490	7317625
km/lok/år		165000	165000	165000	165000	165000	165000	165000	165000	165000	165000	

Differanse i vedlikeholdskostnader ved 2,38 kr/km i vedlikeholdskostnader for nytt lok										
år	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1 %	22983880	19780962	19978771	15509552	13295689	11035997	11146357	2755293	2782845	2810674
2 %	27289704	23793376	24269244	19147397	16608020	13959409	14238597	3901836	3979873	4059470
3 %	32099670	28332352	29182322	23366614	20496863	17433897	17956914	5316406	5475898	5640175

Nåverdien av differansen i vedlikeholdskostnader ved 2,28 kr/km i vedlikeholdskostnader for nytt lok											
år	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Totalt
%	10205118	8208396	7748112	5621375	4503710	3493714	3297805	761861.4	719140.2	678814.5	45238046
%	12116955	9873405	9412031	6939898	5625711	4419191	4212687	1078890	1028475	980415.1	55687659
%	14252637	11756919	11317408	8469136	6942997	5519125	5312803	1470031	1415076	1362176	67818307

Differanse i vedlikeholdskostnader ved 3 kr/km i vedlikeholdskostnader for nytt lok											
år	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
1 %	19780867	16858987	17027577	12954661	11037804	9081314	9172127	1536754	1552121	1567643	
2 %	24054978	20813254	21229520	16489810	14236123	11885694	12123408	2583368	2635035	2687736	
3 %	28833231	25293510	26052315	20603265	18006394	15235169	15692224	3890910	4007637	4127866	
Nåverdien av differansen i vedlikeholdskostnader ved 3 kr/km i vedlikeholdskostnader for nytt lok											
år	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Totalt
1 %	8782941	6995880	6603588	4695365	3738886	2874911	2713701	424925.3	401097.7	378606.2	37609903
2 %	10680698	8636761	8233174	5976666	4822268	3762706	3586879	714322.7	680943.1	649123.3	47743540
3 %	12802299	10495907	10103537	7467571	6099389	4823064	4642763	1075869	1035650	996933.6	59542983

	G rep.	matr	G rev.	matr	G rev.	D/V rev.	D/V rep.	D/V matr.	G rep.	total	
16	6135074	168378	1093000	3351835	5103475	4609515	2540000	23001277			
17	1591717	28331	400000	2198664	3265623	2949547	1900000	12333882			
	km i 94	kr pr km									
	2429027	9.469338									
17	2366340	5.212219									
tt lok	2.38	3									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
6	14	11	11	7	7	7	7	0	0	0	0
7	12	12	12	12	9	6	6	6	6	6	0
behov	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0

4. APPENDIX

4.1 Aktivitetsbeskrivelser

NSB Banc
Ingeniørtjenesten

AKTIVITETSBEKRIVELSE

Prosjektnr:

Aktivitetsnr.: 2001 Aktivitetsansvarlig: Terje Hauger

Aktivitetsnavn: Materiellvurdering ved overgang til 25 kV/50 Hz

Produkt:

- Materiell-liste

Arbeidsomfang:

- Utarbeide en liste av materiell som ikke kan eller bør ombygges til 2-system

Spesielle forutsetninger:

Milepæler:

- Liste av materiell som ikke kan eller bør ombygges 1.12.94

Start: 1.11.94

Slutt: 1.12.94

Personell	Timeverk	Tot.timekostn.	Underlev	Andre kostn.
W-Unger	20	9100.-		
T. Hauger	30	12600.-		

Delsum 50 21.700.-

Total sum:

Budsjett år: 1994 = 21.700.-

NSB Bane
Ingeniørtjenesten

AKTIVITETSBEKRIVELSE

Prosjektnr:

Aktivitetnsnr.: 2002 Aktivitetsansvarlig: Terje Hauger

Aktivitetsnavn: Kostnadsanalyse for rullende materiell ved overgang til 25 kV/50 Hz

Produkt:

Delrapport om

- merkostnader ved anskaffelsen av nytt materiell med 2-strømssystem
- nødvendige investeringsmidler ved overgang over 10 år
- nødvendige investeringsmidler ved overgang over 20 år
- kostnader for ombygging av materiell

Arbeidsomfang:

- Innhente informasjon om anskaffelseskostnader
- Vurdere nødvendig anskaffelsestakt avhengig av utrangeringsplan og anskaffelsestid
- Kvalitetssikere rapport "Overgang til 25 kV/50 Hz, konsekvenser for rullende materiell"
- Estimere kostnader for ombygging av nytt materiell

Spesielle forutsetninger:

Utskiftingsplan for materiell basert på overgang til 25 kV/50 Hz

Milepæler:

Start: 1.11.94

Slutt: 15.03.95

Personell	Timeverk	Tot.timekostn.	Underlev	Andre kostn.
W. Unger	30	13650.-		
T. Hauger	70	29400.-		

Delsum 100 43.050.-

Total sum:

Budsjett år: 1994 = 13.050.- 1995 = 30.000.-

Ed. Aktivitetsbeskr. 16.03.95

NSB Bane
Ingeniørtjenesten

AKTIVITETSBEKRIVELSE

Prosjektnr:

Aktivitetnsnr.: 2003 Aktivitetsansvarlig: Siw Øvland

Aktivitetsnavn: Vurdering av nytteverdi ved overgang til 25 kV/50 Hz

Produkt: *Delrapport om:*
- vedlikeholdsbesparelse pga. nytt materiell

Arbeidsomfang:

- innhente informasjon om forventet kostnadsnivå for vedlikehold av nytt materiell
- kartlegge kostnader for vedlikehold av materiell som skal utskiftes
- sammenligne kostnadsbilder
- kartlegge behov for investeringer i vedlikeholdsutstyr og kompetanse

Spesielle forutsetninger:

- Utskiftingsplan for materiell
- Utskiftingsplan for materiell basert på overgang til 25 kV/50 Hz

Milepæler:

Start: 1.11.94

Slutt: 15.03.95

Personell	Timeverk	Tot.timekostn.	Underlev	Andre kostn.
W. Unger	10	4550.-		
T. Hauger	20	8400.-		
Siw Øvland	100	42000.-		
M. Huse	50	21000.-		
Delsum	180	75.950.-		
Total sum:				

Budsjett år: 1994 = 20.000.- 1995 = 55.950.-

DELRAPPORT

**25 kV, 50 Hz matesystem
ved NSB. Videre utredning.**

KONSERNAVKLARINGER





Oppdragsgiver: NSB Bane

Prosjekt: 25 kV, 50 Hz matesystem ved NSB. Videre utredning.

Dato: 23.06.1995

Rapporten omhandler (stikkord):

Konsekvensene ved en eventuell overgang til 25 kV, 50 Hz strømmating ved NSB og skal danne grunnlaget for å ta en beslutning om NSB skal gå over til nytt matesystem.

For NSB Bane:


Prosjektansvarlig:


Ingolv Pedersen

Prosjektleder:


Magne Bergerud

Rapport utarbeidet av:


Jostein Djupvik

Antall sider: 16



Dokumentkontrollside

Oppdragsgiver: NSB Bane							
Prosjektbeskr.: Utredning om eventuell overgang til 25 kV, 50 Hz matesystem.							
Prosjektnr.:							
Dokumenttittel: 25 kV, 50 Hz Matesystem ved NSB. Videre utredning. Konsernavklaringer.						Dokument nr.:	
Utarbeidet av : Jostein Djupvik						Sign	
Skal kontrolleres av:	Kontrolltype	Rev. 0		Rev. 1		Rev. 2	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
J. Djupvik	Helhetsvurdering			23/6-95	JOD		
	Språk			23/6-95	JOD		
	Logisk oppbygging /disposisjon			23/6-95	JOD		
	Teknisk: - faglig - tverrfaglig			23/6-95	JOD		
	Presentasjonsform			23/6-95	JOD		
	Kopieringen er kontrollert(sign original)			23/6-95	JOD		
Generelle kommentarer:							
Dokument godkjent for utsendelse				Dato 23.06.95		Sign. <i>Hågen Berglund</i>	

INNHold

1 INNLEDNING	4
2 POLITISKE SPØRSMÅL	5
2.1 Kompensasjon mellom Kjørevegen og Trafikkdelen	5
2.1.1 Bør NSB foretrekke kompensasjon mellom Kjørevegen og Trafikkdelen ?	5
2.1.2 Er det politisk mulig/ønskelig å kompensere Trafikkdelen ?	6
2.1.3 Hvordan skal kompensasjonen utformes ?	6
2.2 Prosjektets finansiering	7
2.3 Nye aktører i markedet	8
3 LØNNSOMHETSANALYSENE	9
3.1 Konklusjoner	9
3.2 Forutsetninger	9
3.2.1 Tidshorizont og avskrivninger	9
3.2.2 Differanseprosjekt	9
3.2.3 Kroneverdier og rentesats	10
3.2.4 Valutaforhold	10
3.2.5 Avgifter	10
3.3 0-alternativet	10
3.4 Sensitivitetsanalyse	11
3.4.1 Kvalitative faktorer	11
3.4.2 Endring i kraftprisene	11
3.4.3 Endring i prisene på rullende materiell	12
3.4.4 Endring i prisene på utbalanseringsutstyr	12
3.4.5 Endring i prisene på tunnelarbeider	12
3.4.6 Generell prisendring	12
3.4.7 Konklusjon på sensitivitetsberegningene	13
3.5 Oppsummering	13
4 AVSLUTNING	14
5 LITTERATUR	15
6 VEDLEGG	16

1 INNLEDNING

Denne delrapporten tar for seg de politiske sidene ved å skifte strømforsyningsssystem i tillegg til lønnsomhetsberegningene. En vil forsøke å belyse hvordan de politiske forhold vil virke inn på et slikt prosjekt dersom det gjennomføres, både mht skillet mellom Trafikkdel og Kjøreveg og hva de bevilgningsmessige forhold angår. Gjennomføring av store investeringsprosjekter i jernbanens infrastruktur behandles både av Stortinget og Regjeringen, og en vurdering av hvordan en slik behandling vil virke inn på beslutning og gjennomføring er påkrevd. Likeledes vil internasjonale føringer som EU's jernbanedirektiv kunne virke inn på enkelte faktorer ved prosjektet. Disse spørsmålene gjennomgås i den hensikt å påpeke hva som er relevant ved en beslutning om omlegging av matesystemet, og hvordan beslutningen eventuelt bør påvirkes av politiske forhold.

De samlede lønnsomhetsberegningene for prosjektet finnes i denne delrapporten. Det økonomiske resultatet presenteres både som en nåverdi og som en nytte/kostnadsbrøk(N/K). Nåverdien tilsvarer alle innteks- og kostnadseffekter av prosjektet regnet tilbake til 1995. En nåverdi større enn 0 vil si at prosjektet er lønnsomt. N/K - tallet finnes ved å summere alle prosjektets nytteeffekter og dividere dette på summen av alle kostnadseffekter. Både nytte- og kostnadstallene er diskontert ned til samme tidspunkt, i vårt tilfelle 1995. Et N/K - tall større enn 1 vil si at prosjektet er lønnsomt. En nåverdi på 0 og en N/K - brøk på 1 er dermed ekvivalente størrelser.

Det er også gjennomført sensitivitetsberegninger for å undersøke hvor robust resultatet er overfor endringer i sentrale parametre. Analysene er gjennomført ved å erstatte de opprinnelige verdier, f.eks. innkjøpspriser, timesatser e.l., med verdier som ligger både over og under det som antas å være mest sannsynlig.

Samtlige kostnads- og inntektsdata er hentet fra delprosjektene Trafikk, Materiell og Bane.

2 POLITISKE SPØRSMÅL

I dette kapittelet presenteres noen problemstillinger knyttet til den politiske organiseringen av jernbanen nasjonalt og internasjonalt. For et prosjekt som vil ha såvidt lang gjennomføringstid og så store konsekvenser for NSBs drift, vil politiske avveininger av ulike slag måtte spille en rolle i vurderingen av hvorvidt prosjektet skal gjennomføres. Disse betraktningene innebærer visse usikkerhetsmomenter som er vanskelige å tallfeste. De må likevel vurderes og evalueres opp mot det øvrige beslutningsunderlag når et vedtak om dette prosjektet skal fattes.

2.1 Kompensasjon mellom Kjørevegen og Trafikkdelen

Lønnsomhetsanalysene av dette prosjektet viser en negativ nåverdi på 574 mill kr, eller et nytte/kostnads-forhold på 0,89. Nåverdien fordeler seg med -138 mill kr på NSB Bane og -436 mill kr på NSB Jernbaneverksamheten. Siden prosjektet totalt sett ikke vil gi noen lønnsomhet for NSB, er det lite sannsynlig at det vil bli gjennomført. Prosjektgruppen har likevel valgt å presentere nedenstående avsnitt om kompensasjon mellom Kjørevegen og Trafikkdelen for å illustrere en tankebane som vil bli nødvendig dersom prosjektet vurderes gjennomført. En omlegging av strømforsyningssystemet aktualiserer spørsmålet om det bør betales kompensasjon fra Kjørevegen til Trafikkselskapet for de ulemper som måtte oppstå hos sistnevnte på grunn av dette prosjektet. I denne sammenheng faller det naturlig å se nærmere på tre problemstillinger:

- Er det ønskelig å kompensere Trafikkdelen sett fra NSBs synspunkt ?
- Er det politisk mulig/ønskelig å kompensere Trafikkdelen ?
- Hvis svaret på de to ovenstående spørsmål er ja, hvordan skal kompensasjonen utformes ?

2.1.1 Bør NSB foretrekke kompensasjon mellom Kjørevegen og Trafikkdelen ?

For NSB må det primære være at investeringer i Kjørevegen skal ha positiv lønnsomhet for Trafikkselskapet. Dersom dette ikke er tilfelle tjener ikke Banedivisjonen sin misjon som leverandør av en hensiktsmessig kjøreveg for jernbanedrift. Med harde krav til bedriftsøkonomisk lønnsomhet i Trafikkdelen må det kunne forventes at alle investeringer i NSB bidrar til å nå dette målet.

NSBs synspunkt bør derfor være at det eventuelle tap som dette prosjektet måtte påføre Trafikkdelen skal tilbakeføres i form av en økonomisk kompensasjon. Dersom prosjektet gir god lønnsomhet både bedrifts- og samfunnsøkonomisk ligger forholdene til rette for at NSB skal anbefale det gjennomført.

2.1.2 Er det politisk mulig/ønskelig å kompensere Trafikkdelen ?

Svaret på dette spørsmålet må delvis bli vurderinger om hvorvidt politiske beslutningsmiljøer vil kunne gå inn for en kompensasjonsløsning.

I EU's rådsdirektiv av 29. juli 1991, artikkel 6 (Jernbanedirektivet), heter det: "Medlemsstatene skal treffe de tiltak som er nødvendige for å sikre at det føres adskilt regnskap for virksomhet knyttet til drift av transporttjenester og virksomhet knyttet til forvaltningen av jernbaneinfrastrukturen. Støtte utbetalt til ett av disse virksomhetsområdene kan ikke overføres til det andre." Direktivet er gyldig for Norge og NSB gjennom EØS-avtalen.

Siden direktivet er såvidt entydig med hensyn til overføringer mellom Trafikkdel og Infrastruktur, kan en regne med at det må foreligge andre, betydelige argumenter før en kompensasjon kan vedtas. Vi anser det slik at det eneste holdbare argumentet vil være en god samfunnsøkonomisk lønnsomhet totalt sett, mens Trafikkdelen i NSB vil oppleve klare negative konsekvenser. Samfunnsøkonomiske betraktninger vinner stadig større innpass både i byråkratiet og i politiske miljøer. Ut fra et slikt synspunkt er det totallønnsomheten av et prosjekt som er av interesse, ikke hvilken budsjettpost bevilgningene måtte gå over. Dette leder igjen til at en kompensasjon bør være mulig dersom lønnsomheten fordeler seg som beskrevet ovenfor.

Det er to ulike, juridiske innfallsvinkler som kan benyttes dersom det skal fattes et politisk vedtak om kompensasjon. Den ene er de generelle statsstøtteregler som inngår i EØS-avtalen, og som kan komme til anvendelse i spesielle tilfeller som det her er snakk om. Den andre er å betrakte

NSB Jernbaneverksamheten (J) og NSB Bane som kontraktsparter i et ordinært kontraktsforhold, hvor den ene (J) tilpasser sitt materiell til den eksisterende infrastruktur. Når infrastrukturen forandres, kan dette ses på som en endring av kontraktsforutsetningene, og dermed åpne for at den ene part kan kreve sin merkostnad kompensert av den annen. Begge alternativer krever nærmere utredning fra juridisk kompetent hold, noe dette prosjektet ikke har gjennomført.

Videre kan andre momenter bli tillagt vekt i en politisk vurdering av prosjektet, bl.a. sysselsettings-effekten av en omlegging, kompetanseutvikling innenfor private og offentlige jernbanerelaterte miljøer, disktriktspolitikk m.v. Det ligger utenfor prosjektets mandat å vurdere dette. I hvor stor grad slike faktorer tas med i vurderingen avhenger av de maktpolitiske forhold på de(t) relevante tidspunkt.

Usikkerhetsmomentene er store rundt dette spørsmålet, og det er derfor svært vanskelig å fastslå hva som er det mest sannsynlige resultat.

2.1.3 Hvordan skal kompensasjonen utformes ?

Likviditetsoverføring fra Kjørevegen til Trafikkdelen er den enkleste og mest oversiktlige måten å utføre kompensasjonen på. Vi vil derfor konsentrere oss om denne her.

Hvilken av partene som skal ta risikoen ved dette prosjektet bør stå i fokus med hensyn til når utbetalingen(e) skal finne sted. Dersom kompensasjonen gis før prosjektstart på grunnlag av beregnete ulemper, innebærer det at Trafikkdelen tar hele risikoen for at ulempene i løpet av investeringsperioden kan bli større enn anslått. På den annen side vil

Trafikkdelen da få en betydelig rentegevinst som følge av at ulempene oppstår senere enn utbetalingen. Hvis kompensasjonen utbetales etter at arbeidet er utført, og da på grunnlag av faktiske ulemper, tar Kjørevegen hele risikoen for prosjektets utførelse og får samtidig en rentegevinst som følge av tidsforskyvningen mellom framdrift og utbetaling.

Vi mener det riktige vil være at Kjørevegen tar risikoen ved dette prosjektet, fordi det er her ansvaret for gjennomføringen vil ligge. Dersom ulempene blir større enn det en beregner på forhånd bør ikke Trafikkdelen måtte ta konsekvenser av det. På den annen side bør Trafikkdelen heller ikke påføres en kostnad i form av rentetap i den perioden som da vil gå fra ulempene oppstår på sporet til kompensasjonen utbetales.

Vi mener derfor det vil være mest hensiktsmessig at en stor andel av den beregnede ulempen (f.eks.80%) gis før prosjektstart mens det resterende gis i etterkant etter at de faktiske forhold er klarlagt. Dette vil både legge risikoen for gjennomføringen av prosjektet til Kjørevegen og samtidig forhindre at Trafikkdelen sitter igjen med en betydelig rentekostnad. Rentekostnaden kan i alle tilfeller unngås for Trafikkdelen ved å legge opp til en tilfredsstillende betalingsplan. Problematisk vil det selvsagt måtte bli å vurdere eksakt hvor store ulemper som har oppstått i trafikken på grunn av akkurat dette prosjektet. Usikkerheten med hensyn til dette bør imidlertid ikke bli større enn at det lar seg gjøre å enes om eventuelle kompensasjonsbeløp.

Dersom flere selskaper enn NSB i løpet av investeringsperioden får trafikkeringsrett og starter trafikk på baner som fremdeles har 15 kV-16 2/3Hz strømforsyningssystem, kan kompensasjonsspørsmålet bli vanskeligere. Hvis det startes trafikk etter at vedtak om omlegging er fattet, kan Kjørevegen hevde at dette var kjent for det nye selskapet. Skulle et selskap derimot begynne å trafikere jernbanenettet før det tas en beslutning om omlegging av strømforsyningen, kan det bli aktuelt å inkludere også det selskapet i kompensasjonsspørsmålet. Dette er et argument for å ta en snarlig beslutning.

En kompensasjon som vi har antydnet ovenfor forutsetter at Kjørevegen bevilges midler over statsbudsjettet på de tidspunkter utbetalingen skal skje. Et slikt opplegg er avhengig av løpende politisk vilje til å gjennomføre kompensasjonsprogrammet. Dette spørsmålet vil bli tatt opp i neste avsnitt.

2.2 Prosjektets finansiering

En eventuell omlegging av NSBs strømforsyningssystem vil måtte gå over en lang periode. Det utbyggingsmønster som er vurdert av prosjektgruppen har en forberedelsesperiode fram til år 2007, mens det etter det vil ta 10 år før alle strekninger forsynes med 50 Hz strøm. En beslutning om å gjennomføre et slikt prosjekt må være tuftet på vurderinger av finansieringsmulighetene i løpet av investeringsperioden.

Med dagens finansiering av jernbaneinfrastruktur i Norge vil Kjørevegen være avhengig av årlige bevilgninger fra Stortinget for å gjennomføre prosjektet. Byggherren vil derimot ønske å ha forpliktende tilsagn om midler over en mye lengre periode.

Stortinget uttaler seg i dag ikke om jernbanepolitikk for perioder lengre enn 4 år, og da i form av Norsk Jernbaneplan (NJP). Disse planene framlegges og vedtas i form av *Stortingsmeldinger*, og er som sådan ikke formelt forpliktende for representantene. Utbygging over 10 år går dermed over 2-3 planperioder. Det eksisterer i dag ingen politiske

signaler om at det er ønskelig å innføre forpliktende budsjettvedtak i Stortinget med mer enn ett års varighet.

Med rammebetingelser som skissert ovenfor vil framdriften i en eventuell utbygging være svært avhengig av og sårbar for skiftende stortingsflertalls holdning til jernbanen. Dersom bevilgningene stopper opp midt i perioden vil vi i all overskuelig framtid måtte drive jernbanen med to ulike strømforsyningssystemer. Prosjektet har ikke vurdert ekstrakostnadene ved dette, men det er helt på det rene at de vil bli betydelige, både på infrastruktur- og materiellsiden. Dersom prosjektet gjennomføres i sin helhet, men med et annet bevilgningsforløp enn det som er angitt som optimalt, vil også totalkostnaden kunne bli betydelig høyere enn resultatet av våre analyser viser.

Det framgår av det ovenforstående at usikkerheten er stor med hensyn til finansiering av utbyggingen. Usikkerheten er også svært vanskelig å beregne, i og med at den ikke kan antas å være systematisk. Denne analysen inneholder derfor ikke sensitivetsberegninger for ulike bevilgningsforløp.

En måte å redusere den finansielle, og dermed framdriftsmessige, risikoen på er å skille ut prosjektorganisasjonen i et eget aksjeselskap etter modell av NSB Gardermobanen AS. Et fristilt aksjeselskap med statlig garanti i ryggen vil kunne ta opp lån i det private markedet til gunstige betingelser. Dette vil sikre at en optimal framdriftsplan kan følges i anleggsperioden, og at prosjektet totalt sett vil bli billigere enn med usikre og ujevne statlige bevilgninger fra år til år. Vi ser det imidlertid ikke som vår oppgave å vurdere dette spørsmålet i detalj. Det må derimot tas opp til diskusjon dersom NSB velger å gå videre med utskiftingsplanene etter den fasen vi nå er inne i.

Det er helt på det rene at finansierings spørsmålet må vurderes nøye før en eventuell beslutning om omlegging blir tatt. Usikkerheten om bevilgningene over en så lang periode som det her er snakk om er betydelig, og følgene av avvikende utbyggingsforløp fra det optimale eller full stopp i prosjektet er ikke klarlagt.

2.3 Nye aktører i markedet

Det kan ikke utelukkes at andre selskaper enn NSB på sikt vil trafikkere det norske jernbanenettet. Den første søknaden er allerede behandlet og gitt avslag (LKAB på Ofotbanen), mens media kan berette om at flere interessenter står for tur. Det tidligere nevnte Jernbanedirektivet påpeker at internasjonale sammenslutninger av jernbaneselskaper skal ha adgang til infrastrukturen i selskapenes egne hjemland samt i mellomliggende transitland. Dersom denne utviklingen fortsetter vil det oppstå konkurranse mellom flere selskaper på sporet også i Norge.

En eventuell omlegging av hele strømforsyningssystemet kan tenkes å påvirke NSB og nye konkurrenter forskjellig, med konkurransevridning som resultat. En slik situasjon kan oppstå ved at et nytt selskap tilpasser sin materiellpark og sitt driftsmønster til 25kV/50Hz fra første dag, mens NSB må modifisere alt materiell. Virkningen av dette vil sannsynligvis bli en ulempe for NSB i og med at man vil pådra seg ombyggingskostnader som konkurrentene slipper. I et bilde som dette framstår det som nødvendig at det blir ytet kompensasjon fra Kjørevegen til Trafikkdelen for de kostnader sistnevnte blir påført ved omleggingen. Ulempene ved omlegging vil for Trafikkdelen derfor bli enda større dersom det er konkurranse på sporet enn hvis dette ikke er tilfelle.



3 LØNNSOMHETSANALYSENE

3.1 Konklusjoner

Beregningene med de parameterverdier vi anser som mest sannsynlige, heretter kalt 0-alternativet, gir en nåverdi på -574 mill kr. Dette fordeler seg med -138 mill kr på NSB Bane og -436 mill kr på NSB Jernbanevirksomheten. Dette gir et nytte/kostnads-forhold (N/K-tall) på 0,89. Fordelingen av nåverdien på de ulike banestrekninger samt materiell og trafikkavvikling ser slik ut (i mill kr):

Bergensbanen	-62
Sørlandsbanen	-160
Dovrebanen	-12
Grefsen - Gjøvik, Roa - Hokksund	-23
Kongsberg - Oslo - Eidsvoll	-37
Magnor - Lillestrøm, Oslo - Kornsjø	-62
Vestfold- og Bratsbergbanen	18
Ikke banespesifikke poster	199
Materiell	-391
Trafikk	-45

3.2 Forutsetninger

Under listes de forutsetninger som er lagt til grunn for de økonomiske beregninger i 0-alternativet. I avsnitt 3.4. drøftes endringer i en del av forutsetningene, og hvordan dette slår ut i prosjektets lønnsomhet.

3.2.1 Tidshorisont og avskrivninger

Det benyttes en analyseperiode på 25 år regnet fra 1997. Betalingsstrømmene legges til det år hvor de mest sannsynlig vil oppstå. Restverdier av NSBs materiell og anlegg etter 25 år (i år 2022) inkluderes som en inntektspost på dette tidspunkt. Rullende materiell avskrives lineært over 30 år og baneteknisk utstyr lineært over 40 år. Restverdien kan da sies å gi uttrykk for en gjenværende bruksverdi. Materiell som utrangeres i perioden er tillagt en antatt salgsverdi.

3.2.2 Differanseprosjekt

Det prosjekt som er lønnsomhetsberegnet er et *differanseprosjekt*, dvs forskjellen mellom den drifts- og investeringsaktivitet som vil komme dersom strømforsyningssystemet ikke legges om, og den drift- og investeringsaktivitet som vil komme dersom systemet legges om. Det kan derfor betegnes som et marginalprosjekt, hvor lønnsomheten beregnes av det å legge om til 50Hz i stedet for å fortsette med 16 2/3 Hz strømforsyningssystem. Lønnsomheten av å bygge ut og drive NSBs strømforsyningssystem som sådan er derfor ikke beregnet. For å beregne forskjellen mellom de to alternativene 16 2/3 Hz og 50 Hz er det tatt utgangspunkt i den mest sannsynlige investerings- og driftsaktivitet som vil oppstå

ved å velge videreføring av 16 2/3 Hz. Nedleggelse av strømforsyningssystemet har dermed ikke vært gjenstand for vurdering i prosjektgruppen.

3.2.3 Kroneverdier og rentesats

Det er benyttet realltall i alle lønnsomhetsberegningene, dvs at det ikke er inkludert noen inflasjonssats. Dette medfører at innkjøpsprisen for en komponent, f.eks. et lokomotiv, holdes konstant dersom man regner med at prisen kun vil endre seg i takt med inflasjonen i analyseperioden. Som en konsekvens av dette er det benyttet en realrentesats, dvs den avkastning Staten krever utover kompensasjon for inflasjonen. Denne satsen er p.t. på 7%.

3.2.4 Valutaforhold

Alle priser er beregnet i norske kroner med dagens valutakurser. Kursene er holdt konstante i analyseperioden.

3.2.5 Avgifter

Alle nytte- og kostnadsposter er beregnet eks. merverdi- og investeringsavgift. Det er deretter lagt på en antatt avgiftssats på 15% på summen for hvert enkelt år. Denne satsen tilsvarer omlag den vektete avgiftssats som NSB har i dag.

3.3 0-alternativet

Prosjektet har søkt å finne de drifts- og investeringsdata som mest sannsynlig ved videreføring av et 15 kV, 16 2/3 Hz - system og ved omlegging til et 25 kV, 50 Hz - system. Differansen mellom disse to (se avsnitt 3.2.) utgjør 0-alternativet.

De tekniske spesifikasjoner er utførlig beskrevet i de andre delrapportene, og gjentas ikke her.

Kostnadsberegningene er gjort med basis i dagens priser. Realprisene er holdt konstante i analyseperioden, dvs. at de forutsettes å utvikle seg i takt med den generelle inflasjonen, jfr. forutsetningene i avsnitt 3.2. Variasjoner i prisene vil selvsagt oppstå over en så lang tidshorisont, og hvordan dette slår ut på lønnsomhetsberegningene er vist i avsnitt 3.4.

Det er lagt til grunn en tilnærmet optimal framdriftplan i arbeidene med en omlegging av strømforsyningssystemet. Denne framdriften er avhengig av at prosjektet tildeles bevilgninger med samme tidsfasing. Usikkerheten rundt dette er diskutert i avsnittene 2.2 og 3.4. Det nødvendige investerings- og ombyggingsprogrammet for rullende materiell er tilpasset samme tidsplan.

Det er beregnet restverdier av teknisk materiell som inngår i kostnadsberegningene. Bokført verdi ved analyseperiodens utløp inkluderes som en nytteeffekt i beregningene for det materiell en besitter ved en omlegging til 50 Hz - system. Materiell som utfases tidligere tillegges en salgsverdi dersom det er sannsynlig med salg. Salgsverdien er justert for eventuelle kostnader med å fjerne/demontere utstyr. Restverdien i år 2022 av 16 2/3 Hz - materiell som en vil ha i besittelse dersom strømforsyningssystemet *ikke* legges om, inkluderes i beregningene som en kostnadseffekt, fordi dette er en verdi NSB går glipp av

ved en omlegging. Dette gjelder både baneteknisk - og rullende materiell.

Beregningene viser som nevnt en negativ nåverdi på 574 mill kr. En detaljert oppstilling finnes i vedlegg 1 til denne rapporten.

3.4 Sensitivitetsanalyse

Prosjektets følsomhet for ulike endringer i forutsetningene vurderes både på kvalitativt og kvantitativt grunnlag. De tallmessige beregningene finnes i vedleggene 2 - 11.

3.4.1 Kvalitative faktorer

Tidsplanen for gjennomføringen av prosjektet er beheftet med en viss usikkerhet. Dette gjelder på den ene siden den anleggstekniske og på den andre siden den finansielle delen av omleggingen. Endringer i tidsplanen er ikke kvantifisert i kroner, men diskuteres her.

Omleggingstiden på 10 år (2007-2016) vil kreve omfattende arbeidsmengder på samme tid, særlig i begynnelsen av perioden. Det vil foregå arbeider på flere banestrekninger parallelt. Dette vurderes imidlertid ikke som kritisk for framdriften, fordi det dreier seg om standardisert materiell som kan anskaffes fra mange ulike leverandører. De mest sannsynlige leverandørene er deler av store, internasjonale konsern, og det finnes i tillegg mange mindre bedrifter, både i Norge og utenlands, som kan være underleverandører. I og med at det i dette prosjektet dreier seg om kjent teknologi med et tilstrekkelig antall tilbydere, vurderes risikoen for at anleggstiden må forlenges av tekniske årsaker som å være liten.

Det foreligger imidlertid en risiko for at de nødvendige bevilgninger ikke blir stilt til rådighet etter den tidsplan som er lagt. Dersom bevilgningsforløpet blir annerledes enn de foreliggende planer, vil kostnadene sannsynligvis komme til å stige. Kostnadsøkningen kommer både i form av høyere anleggskostnader på grunn av en mindre gunstig framdrift og i form av utsatte nytteeffekter. Størrelsen på disse vil variere etter det faktiske bevilgningsforløpet, og er svært vanskelig å forutsi. Vi har derfor valgt å konstatere at det foreligger en ikke ubetydelig sannsynlighet for en lavere nåverdi av denne grunn, uten å predikere størrelsen på den. Denne muligheten må tas med i vurderingen av prosjektets gjennomføring.

3.4.2 Endring i kraftprisene

Forbruket av elektrisk kraft vil bli forskjellig med de to strømforsyningssystemene. Endringer i kraftprisene vil derfor slå ulikt ut avhengig av hvilket system som velges. Ved overgang til 25kV/50Hz vil omformings- og overføringstapet reduseres, og dette er en av de største gevinstene som oppnås ved en omlegging. Jo høyere kraftpris, desto større fordeler vil en omlegging medføre. Med dagens liberale kraftmarked er prisendringer også sannsynlige, og resultatets robusthet for slike endringer bør derfor vurderes. I 0-alternativet er det benyttet en kraftpris på 35 øre pr kilowatttime. Dersom man antar at kraftprisen tre-dobles til 1,05 kr/kWh, blir prosjektets nåverdi -505 mill kr. Ved enkraftpris på 2,10 kr/kWh er nåverdien -402 mill kr.

Som vi ser, vil ikke en gang en seks-dobling av kraftprisen i forhold til utgangsverdien være i nærheten av å bidra til en positiv nåverdi for dette prosjektet. Årsaken til dette er at det

reduserte energiforbruket først oppstår med full virkning fra år 20 i analyseperioden og utover. Vår analyseperiode er som nevnt på 25 år, og det meste av gevinsten ligger derfor utenfor denne. Vi har imidlertid gjort forsøk med å inkludere sparte energikostnader i tiden etter år 2022, og det vil heller ikke bidra til en positiv nåverdi.

Konklusjonen på dette blir altså at en av de største forventede fordelene ved dette prosjektet ikke slår ut som det kunne være grunn til å tro, og årsaken er at den oppstår svært langt inn i framtiden. De store investeringskostnadene vil derfor ikke kaste av seg fort nok til at prosjektet er lønnsomt.

3.4.3 Endring i prisene på rullende materiell

Realprisene på rullende materiell er i 0-alternativet holdt konstante på dagens nivå. For å undersøke virkningen av endrede priser er det gjennomført en følsomhetsberegning hvor prisnivået henholdsvis reduseres og økes med 25%. Beregningen viser at prosjektets nåverdi blir -450 mill kr dersom prisene går ned, og -683 mill kr dersom de øker med 25%. Det anses for svært lite sannsynlig at prisnivået skal endre seg mer enn dette. En forventning om endrede materiellpriser kan dermed ikke innvirke i særlig grad på prosjektets økonomiske resultat.

3.4.4 Endring i prisene på utbalanseringsutstyr

Utbalanseringsutstyr i transformatorstasjonene utgjør en forholdsvis stor kostnadspost i prosjektet. På grunn av ny teknologi er det ikke usannsynlig at prisen på slike anlegg kan synke i de kommende år. Det er derfor gjennomført følsomhetsanalyser hvor prisen reduseres med 5 mill kr pr anlegg (utgangspris =17,7 og 22 mill kr for de to ulike typene). Dette gir en nåverdi på - 519 mill kr.

Det er videre gjort forsøk med å heve toleransegrensen for ubalanse i transformatorstasjonene fra forutsetningen på 1% til 1,5%. En slik endring vil kun øke prosjektets nåverdi med 18 mill kr, til -556 mill kr.

3.4.5 Endring i prisene på tunnelarbeider

Dersom kostnaden ved utbedring av tunneler øker med 25%, blir prosjektets nåverdi -601 mill kr. Hvis de samme kostnadene går ned med 25% i forhold til vårt anslag i 0-alternativet, blir nåverdien -547 mill kr.

3.4.6 Generell prisendring

Det er beregnet virkning av om alle de ovenfor nevnte komponenter skulle få prisforandringer i samme retning samtidig. Kraftprisen er forutsatt å gå i motsatt retning av de andre prisene, slik at en får undersøkt virkningen av at alle parametre beveger seg enten i positiv eller i negativ retning samtidig. Dette fordi kraftprisen slår ut motsatt av de andre komponentene, dvs bidrar til mer negativ nåverdi ved en nedgang og vice versa. Kraftprisen er tredoblet samtidig som de andre prisene er redusert med 25% i det første tilfellet. I det andre tilfellet er kraftprisen redusert med 2/3 og de andre prisene økt med 25%. Utslaget på nåverdien i det første tilfellet er 270 mill kr, dvs at nåverdien da blir -304 mill kr. I det andre tilfellet blir nåverdien -783 mill kr.

3.4.7 Konklusjon på sensitivitetsberegningene

Ingen av de beregnede endringer i parameterverdier ser ut til å kunne endre på nåverdien i betydelig grad. Det er svært mange faktorer som er hensyntatt i dette prosjektet, og endringer i én eller noen få vil derfor ikke kunne forandre konklusjonen. Dersom det skal kunne skje må det forekomme en sterk og entydig endring av alle forutsetninger i samme retning.

3.5 Oppsummering

De økonomiske beregningene av å skifte fra 16 2/3 Hz/15 kV til 50 Hz/25 kV strømforsynings-system viser at dette vil være ulønnsomt for NSB. Nåverdien i 0-alternativet er -574 mill kr, som svarer til en nytte/kostnadsbrøk på 0,89. Følsomhetsberegningene understøtter dette resultatet, da det skal meget store endringer fra utgangsverdiene til før nåverdien kan nærme seg 0.

Dette resultatet er i noen grad forskjellig fra de konklusjoner som er trukket i noen av de tidligere utredninger; 25 kV, 50 Hz matesystem ved Norges Statsbaner av januar 1993 og 15. mars 1994, Conversion to 25kV, 50 Hz electrification (Transmark) av mai 1993. Disse har i varierende grad et mer positivt syn på lønnsomheten av prosjektet. Årsaken til at den foreliggende analyse viser et annet resultat er å finne i følgende faktorer:

- Kostnadene ved å kjøpe og installere utbalanseringsutstyr i transformatorstasjonene har ikke tidligere vært inkludert.
- Strømforsyningssystemets virkning på tele- og signalanleggene og kostnader ved utbedringer derav har ikke vært beregnet tidligere.
- NSB har nå kommet så langt at et omfattende investeringsprogram i nye statiske omformere er startet, og store økonomiske forpliktelser er inngått. Deler av disse kostnadene ville vært spart dersom en beslutning om omlegging hadde blitt tatt for 2-3 år siden.
- Transformatorstasjonene ble dyrere da det viste seg at utbalanseringsutstyr ble nødvendig i de fleste av dem.

4 AVSLUTNING

I denne delrapporten er de politiske sidene ved et skifte av strømforsyningssystem gjennomgått, og hvilke føringer tidligere og kommende politiske beslutninger vil kunne få er forsøkt evaluert. Denne gjennomgangen har vist at usikkerheten rundt politiske beslutninger vil være betydelig, og kan medføre store kostnader for et prosjekt av så lang varighet. Dette gjelder særlig den bevilgningsmessige del, hvor man må regne med avvik fra den opprinnelige framdriftsplanen underveis, og med økte kostnader som resultat.

Videre er de økonomiske beregninger gjennomgått og kommentert i den grad det ikke er gjort i andre delrapporter. Prosjektet har en nåverdi på -574 mill kr, eller en nytte/kostnadsbrøk på 0,89. Beregningene viser negativ lønnsomhet både for Jernbanevirksomheten og for Kjørevegen, med henholdsvis -436 mill kr og -138 mill kr som nåverdier. Sensitivitetsanalysene viser at endringer i forutsetningene svært vanskelig kan endre på den negative nåverdien.

En av de største positive effektene av en omlegging var på forhånd forventet å være en nedgang i energiforbruket som følge av reduserte overføringstap. Beregningene som er gjort viser at denne effekten først oppstår med full virkning om 20 år, og de reduserte energikostnadene kommer derfor så sent at det ikke kan bidra til å gi prosjektet positiv lønnsomhet.

En annen av de gevinstene som var ventet å slå ut i større grad enn tilfellet har blitt, er investeringskostnader i transformatorstasjoner. Disse blir høyere enn tidligere antatt pga. at utbalanseringsutstyr må installeres i de fleste av dem.

Videre er NSB Bane nå i gang med å fornye omformerstasjonene. Dette medfører store kostnadspådrag som allerede er forpliktet. Dersom en beslutning om å skifte strømforsyningssystem hadde kommet for 2-3 år siden, kunne disse kostnadene vært unngått. Dette er hovedårsaken til at denne analysen gir dårligere økonomiske resultater enn de som tidligere har vært utført. Både Østfoldbanen, Sørlandsbanen og Dovrebanen får nye omformerstasjoner de nærmeste årene, i tillegg til at det også bygges omformere for 25 kV/16 2/3 Hz på Gardermobanen.

De ovennevnte punktene kan tyde på at en eventuell senere omlegging av strømforsyningssystemet må planlegges i lang tid, slik at en kan samkjøre den med større utskiftninger både av baneteknisk - og rullende materiell. Uten en slik samtidig tidsfasing er det lite sannsynlig at prosjektet vil gi lønnsomhet.

5 LITTERATUR

- 25 kV, 50 Hz matesystem ved Norges Statsbaner, NSB, januar 1993
- 25 kV, 50 Hz matesystem ved Norges Statsbaner, NSB, 15. mars 1994
- Rådsdirektiv av 29. juli 1991 om utvikling av Fellesskapets jernbaner (EU's jernbanedirektiv)
- Conversion to 25 kV, 50 Hz electrification, Transmark, mai 1993
- En beslutning om omlegging av NSBs strømforsyningssystem krever videre utredning, McKinsey & Company, Oslo, 17. september 1993

6 VEDLEGG

Vedleggene viser en årsfordelt oversikt over prosjektets nytte- og kostnadskomponenter med tilhørende nåverdier. Talloppstillingene gjelder 0 - alternativet samt de gjennomførte sensitivitetsberegninger. I tillegg vises en samlet oversikt over kostnadsberegningene for rullende materiell i vedlegg 12.

Detaljerte oppstillinger pr aktivitet finnes i de andre delrapportene.

TOTAL LØNNSOMHETSBEREGNING																											
Alle tall i 1000 kr																											
Rentefot: 7%																											
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Nytte																											
Bergensbanen	245.689	69.900	47.555	47.810	25.465	12.370	3.120	3.120	3.120	3.120	12.370	3.120	3.120	12.370	3.120	21.620	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	19.720	379.111
Sørlandsbanen	218.845	72.620	12.025	12.025	15.275	12.025	9.475	18.725	9.475	24.075	24.075	7.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	422.132
Dovrebanen	285.688	48.255	70.855	48.415	35.320	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	8.375	3.375	3.375	12.625	12.625	12.625	3.375	21.875	3.375	3.375	75.475	562.668
Grefsen - Gjøvik, Roa - Hokksund	66.460	13.850	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	9.950	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	68.500	221.664
Kongsberg - Oslo - Eidsvoll	253.963	173.310	44.415	1.570	14.070	8.270	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	10.820	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	11.170	306.539
Magnor - Lillestrøm, Oslo - Komsjø	150.098	87.505	10.460	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	384.749
Vestfold- og Bratsbergbanen	95.282	545	23.145	23.145	20.000	800	800	800	10.050	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	46.300	800	800	800	800	176.878
Ikke banespesifikk nytte	558.116	50.717	55.799	54.716	53.972	53.290	53.790	53.790	54.290	54.290	54.290	54.790	54.790	54.790	55.290	55.290	55.290	55.290	55.290	55.290	55.790	55.790	49.790	50.290	50.290	49.890	66.396
Materiell	2.183.934	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.520.325	39.707	108.404	35.938	126.910	98.884	95.091	445.122	504.898	9.142	9.325	146.341	0	0	195.122	0	3.780.343
Trafikk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum nytte	15.703.153	594.207	304.697	218.030	190.914	105.846	85.146	95.784	96.359	102.511	3.011.523	129.320	213.784	130.448	230.178	214.048	199.048	601.585	670.327	112.283	142.681	301.630	73.307	73.307	469.162	91.477	7.245.552
Nåverdi av nytte (inkl. mva)	4.666.787																										
Kostnad																											
Bergensbanen	299.249	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	41.556	90.787	11.637	9.125	34.606	179.851	120.413	136.273	1.520	1.520	1.520	1.520	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	119.840
Sørlandsbanen	357.987	70.308	39.844	17.190	6.106	10.097	2.775	2.775	2.775	2.775	124.236	118.167	197.814	154.598	1.780	1.780	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	101.111
Dovrebanen	295.693	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	6.407	10.466	6.091	4.471	219.369	145.750	247.043	145.354	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	202.135
Grefsen - Gjøvik, Roa - Hokksund	86.849	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	4.035	350	273.270	520	520	520	520	520	520	520	76.006
Kongsberg - Oslo - Eidsvoll	285.784	173.310	44.415	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	10.755	1.570	351.563	910	910	910	910	107.479
Magnor - Lillestrøm, Oslo - Komsjø	203.888	87.505	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	8.990	1.210	458.888	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	56.445
Vestfold- og Bratsbergbanen	79.881	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	16.349	545	212.997	585	585	390	390	390	390	390	390	71.438
Ikke banespesifikke kostnader	384.874	50.881	56.781	56.781	56.781	56.781	40.981	38.981	36.981	34.981	32.981	35.481	28.503	22.230	22.230	22.230	17.502	17.502	15.970	11.474	11.474	22.511	6.761	6.761	6.761	6.761	91.326
Materiell	2.523.804	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.852.197	83.332	125.100	125.388	327.051	153.248	146.805	582.560	613.095	43.507	163.979	5.000	5.000	5.000	203.722	5.000	3.458.963
Trafikk	39.294	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum kostnad	16.712.603	446.263	170.546	95.221	82.474	87.065	105.848	160.164	66.842	61.654	3.372.538	517.088	476.731	577.818	852.199	410.098	499.802	1.132.604	1.071.692	613.599	628.033	40.159	22.046	22.046	250.577	22.046	4.927.452
Nåverdi av kostnad (inkl. mva)	5.240.897																										
Nytte/kostnad	0,890																										
Sum Nåverdi (inkl. mva)	-574.110																										
Nåverdi, enkeltprosjekter (inkl. mva)																											
Bergensbanen	-61.593																										
Sørlandsbanen	-160.013																										
Dovrebanen	-11.506																										
Grefsen - Gjøvik, Roa - Hokksund	-23.447																										
Kongsberg - Oslo - Eidsvoll	-36.594																										
Magnor - Lillestrøm, Oslo - Komsjø	-61.859																										
Vestfold- og Bratsbergbanen	17.711																										
Ikke banespesifikke kostnader	199.229																										
Materiell	-390.850																										
Trafikk	-45.188																										
Sum (inkl. mva)	-574.110																										
Sum Bane	-138.072																										
Sum J	-436.038																										
Sum	-574.110																										

Vedlegg 2

TOTAL LØNNSOMHETSBEREGNING, kraftpris = 1,05 kr/kWh																												
Alle tall i 1000 kr																												
Rentefot: 7%																												
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022		
Nytte																												
Bergensbanen	245.689	69.900	47.555	47.810	25.465	12.370	3.120	3.120	3.120	12.370	3.120	3.120	12.370	3.120	21.620	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	19.720	379.111		
Sørlandsbanen	218.845	72.620	12.025	12.025	15.275	12.025	9.475	18.725	9.475	24.075	24.075	7.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	422.132		
Dovrebanen	285.688	48.255	70.855	48.415	35.320	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	8.375	3.375	3.375	3.375	12.625	12.625	12.625	3.375	21.875	3.375	3.375	75.475	562.668	
Gretsen - Gjøvik, Røa - Hokksund	66.460	13.850	700	700	700	700	700	700	700	700	700	9.950	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	68.500	700	221.664	
Kongsberg - Oslo - Eidsvoll	253.963	173.310	44.415	1.570	14.070	8.270	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	10.820	1.570	1.570	1.570	1.570	11.570	1.570	11.170	1.570	306.539		
Magnor - Lillestrøm, Oslo - Kornsjø	150.098	87.505	10.460	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	384.749		
Vestfold- og Bratsbergbanen	95.282	545	23.145	23.145	20.000	800	800	800	10.050	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	46.300	800	800	800	800	176.878		
Ikke banespesifikk nytte	1.138.214	112.351	115.796	112.549	110.316	108.270	108.770	108.770	109.270	109.270	109.270	109.770	109.770	109.770	110.270	110.270	110.270	110.270	110.270	110.770	110.770	104.770	105.270	105.270	104.870	104.470	121.377	
Materiell	2.183.934	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.520.325	39.707	108.404	35.938	126.910	98.884	95.091	445.122	504.898	9.142	9.325	146.341	0	0	195.122	0	3.780.343
Trafikk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sum nytte	17.365.331	665.087	373.693	284.537	255.710	169.073	148.373	159.011	159.586	165.738	3.074.750	192.547	277.011	193.675	293.406	277.275	262.276	664.812	733.554	175.510	205.908	364.857	136.534	136.534	532.389	154.704	7.308.779	
Nåverdi av nytte (inkl. mva)	5.333.899																											
Kostnad																												
Bergensbanen	299.249	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	41.556	90.787	11.637	9.125	34.606	179.851	120.413	136.273	1.520	1.520	1.520	1.520	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	119.840	
Sørlandsbanen	357.987	70.308	39.844	17.190	6.106	10.097	2.775	2.775	2.775	2.775	124.236	118.167	197.814	154.598	1.780	1.780	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	101.111	
Dovrebanen	295.693	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	6.407	10.466	6.091	4.471	219.369	145.750	247.043	145.354	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	202.135	
Gretsen - Gjøvik, Røa - Hokksund	86.849	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	4.035	350	273.270	520	520	520	520	520	520	520	520	76.006	
Kongsberg - Oslo - Eidsvoll	285.784	173.310	44.415	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	10.755	1.570	351.563	910	910	910	910	910	107.479	
Magnor - Lillestrøm, Oslo - Kornsjø	203.888	87.505	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	8.990	1.210	458.888	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	56.445	
Vestfold- og Bratsbergbanen	79.881	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	16.349	545	212.997	585	585	390	390	390	390	390	390	71.438	
Ikke banespesifikke kostnader	905.073	111.844	117.744	117.744	117.744	117.744	101.944	99.944	97.944	95.944	93.944	96.444	85.508	66.690	66.690	66.690	52.507	52.507	47.910	34.422	34.422	36.032	20.282	20.282	20.282	20.282	104.847	
Materiell	2.523.804	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.852.197	83.332	125.100	125.388	327.051	153.248	146.805	582.560	613.095	43.507	163.979	5.000	5.000	5.000	203.722	5.000	3.458.963	
Trafikk	39.294	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sum kostnad	17.966.045	516.370	240.653	165.328	152.581	157.172	175.956	230.271	136.949	131.761	3.442.645	587.196	542.287	628.947	903.328	461.226	540.058	1.172.860	1.108.423	639.988	654.422	55.709	37.596	37.596	266.126	37.596	4.943.002	
Nåverdi av kostnad (inkl. mva)	5.839.126																											
Nytte/kostnad	0,913																											
Sum Nåverdi (inkl. mva)	-505.227																											
Nåverdi, enkeltprosjekter (inkl. mva)																												
Bergensbanen	-61.593																											
Sørlandsbanen	-160.013																											
Dovrebanen	-11.506																											
Gretsen - Gjøvik, Røa - Hokksund	-23.447																											
Kongsberg - Oslo - Eidsvoll	-36.594																											
Magnor - Lillestrøm, Oslo - Kornsjø	-61.859																											
Vestfold- og Bratsbergbanen	17.711																											
Ikke banespesifikke kostnader	268.112																											
Materiell	-390.850																											
Trafikk	-45.188																											
Sum (inkl. mva)	-505.227																											
Sum Bane	-69.189																											
Sum J	-436.038																											
Sum	-505.227																											

TOTAL LØNNSOMHETSBEREGNING, kraftpris = 2,10 kr/kWh																												
Alle tall i 1000 kr																												
Rentefot: 7%																												
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022		
Nytte																												
Bergensbanen	245.689	69.900	47.555	47.810	25.465	12.370	3.120	3.120	3.120	12.370	3.120	3.120	12.370	3.120	21.620	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	19.720	379.111	
Sørlandsbanen	218.845	72.620	12.025	12.025	15.275	12.025	9.475	18.725	9.475	24.075	24.075	7.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	422.132	
Dovrebanen	285.688	48.255	70.855	48.415	35.320	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	8.375	3.375	3.375	12.625	12.625	12.625	3.375	21.875	3.375	3.375	3.375	75.475	3.375	562.668	
Grefsen - Gjøvik, Roa - Hokksund	66.460	13.850	700	700	700	700	700	700	700	700	700	9.950	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	68.500	700	221.664
Kongsberg - Oslo - Eidsvoll	253.963	173.310	44.415	1.570	14.070	8.270	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	10.820	1.570	1.570	1.570	1.570	11.570	1.570	1.570	11.170	1.570	11.170	306.539	
Magnor - Lillestrøm, Oslo - Kornsjø	150.098	87.505	10.460	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	11.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	384.749	
Vestfold- og Bratsbergbanen	95.282	545	23.145	23.145	20.000	800	800	800	10.050	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	46.300	800	800	800	800	800	800	176.878	
Ikke banespesifikk nytte	2.008.359	204.803	205.791	199.297	194.832	190.741	191.241	191.241	191.241	191.741	191.741	191.741	192.241	192.241	192.241	192.241	192.741	192.741	193.241	193.241	187.241	187.741	187.741	187.741	187.341	186.941	203.847	
Materiell	2.183.934	0	0	0	0	0	0	0	0	2.520.325	39.707	108.404	35.938	126.910	98.884	95.091	445.122	504.898	9.142	9.325	146.341	0	0	195.122	0	3.780.343	0	
Trafikk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sum nytte	19.858.598	771.406	477.188	384.298	352.903	263.914	243.214	253.852	254.427	260.579	3.169.591	287.388	371.852	288.516	388.247	372.116	357.117	759.653	828.395	270.351	300.749	459.698	231.375	231.375	627.230	249.545	7.403.620	
Nåverdi av nytte (inkl. mva)	6.334.567																											
Kostnad																												
Bergensbanen	299.249	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	41.556	90.787	11.637	9.125	34.606	179.851	120.413	136.273	1.520	1.520	1.520	1.520	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	119.840	
Sørlandsbanen	357.987	70.308	39.844	17.190	6.106	10.097	2.775	2.775	2.775	2.775	124.236	118.167	197.814	154.598	1.780	1.780	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	101.111	
Dovrebanen	295.693	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	6.407	10.466	6.091	4.471	219.369	145.750	247.043	145.354	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	202.135	
Grefsen - Gjøvik, Roa - Hokksund	86.849	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	4.035	350	273.270	520	520	520	520	520	520	520	76.006	
Kongsberg - Oslo - Eidsvoll	285.784	173.310	44.415	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	10.755	1.570	10.755	1.570	351.563	910	910	910	910	910	107.479	
Magnor - Lillestrøm, Oslo - Kornsjø	203.888	87.505	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	8.990	1.210	458.888	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	56.445	
Vestfold- og Bratsbergbanen	79.881	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	16.349	545	212.997	585	585	390	390	390	390	390	390	390	71.438	
Ikke banespesifikke kostnader	1.685.371	203.288	209.188	209.188	209.188	209.188	193.388	191.388	189.388	187.388	185.388	187.888	171.017	133.379	133.379	133.379	105.015	105.015	95.821	68.843	68.843	56.314	40.564	40.564	40.564	40.564	125.129	
Materiell	2.523.804	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.852.197	83.332	125.100	125.388	327.051	153.248	146.805	582.560	613.095	43.507	163.979	5.000	5.000	203.722	5.000	3.458.963	0	
Trafikk	39.294	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	0	0	0	0	0	0	0	
Sum kostnad	19.846.206	621.530	345.814	270.489	257.742	262.333	281.116	335.432	242.109	236.921	3.547.805	692.356	640.622	705.640	980.021	537.919	600.441	1.233.243	1.163.520	679.573	694.007	79.033	60.921	60.921	289.451	60.921	4.966.326	
Nåverdi av kostnad (inkl. mva)	6.736.469																											
Nytte/kostnad	0,940																											
Sum Nåverdi (inkl. mva)	-401.903																											
Nåverdi, enkeltprosjekter (inkl. mva)																												
Bergensbanen	-61.593																											
Sørlandsbanen	-160.013																											
Dovrebanen	-11.506																											
Grefsen - Gjøvik, Roa - Hokksund	-23.447																											
Kongsberg - Oslo - Eidsvoll	-36.594																											
Magnor - Lillestrøm, Oslo - Kornsjø	-61.859																											
Vestfold- og Bratsbergbanen	17.711																											
Ikke banespesifikke kostnader	371.437																											
Materiell	-390.850																											
Trafikk	-45.188																											
Sum (inkl. mva)	-401.903																											
Sum Bane	34.135																											
Sum J	-436.038																											
Sum	-401.903																											

Vedlegg 4

TOTAL LØNNSOMHETSBEREGNING, prisreduksjon på utbalanseringsutstyr = 5 mill kr pr anlegg																												
Alle tall i 1000 kr																												
Rentefot: 7%																												
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Nytte																												
Bergensbanen	241.779	69.900	47.555	47.810	25.465	12.370	3.120	3.120	3.120	3.120	12.370	3.120	3.120	12.370	3.120	21.620	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	19.720	353.111
Sørlandsbanen	213.788	72.620	12.025	12.025	15.275	12.025	9.475	18.725	9.475	24.075	24.075	7.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680
Dovrebanen	278.506	48.255	70.855	48.415	35.320	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	8.375	3.375	3.375	12.625	12.625	12.625	3.375	21.875	3.375	3.375	75.475	3.375	514.918	
Greisen - Gjøvik, Roa - Høksund	64.054	13.850	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	9.950	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	68.500	700	205.664
Kongsberg - Oslo - Eidsvoll	250.767	173.310	44.415	1.570	14.070	8.270	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	10.820	1.570	1.570	1.570	1.570	11.570	1.570	1.570	11.170	1.570	285.289	
Magnor - Lillestrøm, Oslo - Kornsja	144.514	87.505	10.460	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	11.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	347.624	
Vestfold- og Bratsbergbanen	95.282	545	23.145	23.145	20.000	800	800	800	10.050	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	46.300	800	800	800	800	800	800	176.878
Ikke banespesifikk nytte	558.116	50.717	55.799	54.716	53.972	53.290	53.790	53.790	54.290	54.290	54.290	54.790	54.790	54.790	55.290	55.290	55.290	55.290	55.290	55.290	55.790	55.790	49.790	50.290	50.290	49.890	49.490	66.396
Materiell	2.183.934	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.520.325	39.707	108.404	35.938	126.910	98.884	95.091	445.122	504.898	9.142	9.325	146.341	0	0	195.122	0	3.780.343	
Trafikk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sum nytte	15.494.140	594.207	304.697	218.030	190.914	105.846	85.146	95.784	96.359	102.511	3.011.523	129.320	213.784	130.448	230.178	214.048	199.048	601.585	670.327	112.283	142.681	301.630	73.307	73.307	469.162	91.477	7.036.539	
Nåverdi av nytte (inkl. mva)		4.635.351																										
Kostnad																												
Bergensbanen	283.709	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	41.556	90.787	11.637	9.125	34.606	164.851	110.413	121.273	1.520	1.520	1.520	1.520	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	119.840
Sørlandsbanen	339.704	70.308	39.844	17.190	6.106	10.097	2.775	2.775	2.775	2.775	6.407	10.466	6.091	4.471	199.369	135.750	222.043	135.354	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	101.111
Dovrebanen	275.591	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	6.407	10.466	6.091	4.471	199.369	135.750	222.043	135.354	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	202.135	
Greisen - Gjøvik, Roa - Høksund	81.680	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	4.035	350	253.270	520	520	520	520	520	520	520	76.006	
Kongsberg - Oslo - Eidsvoll	280.141	173.310	44.415	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	10.755	1.570	326.563	910	910	910	107.479	
Magnor - Lillestrøm, Oslo - Kornsja	193.020	87.505	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	8.990	1.210	413.888	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	56.445	
Vestfold- og Bratsbergbanen	79.881	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	16.349	545	212.997	585	585	390	390	390	390	390	390	71.438	
Ikke banespesifikke kostnader	384.874	50.881	56.781	56.781	56.781	56.781	40.981	38.981	36.981	34.981	32.981	35.481	28.503	22.230	22.230	22.230	17.502	17.502	15.970	11.474	11.474	22.511	6.761	6.761	6.761	6.761	91.326	
Materiell	2.523.804	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.852.197	83.332	125.100	125.388	327.051	153.248	146.805	582.560	613.095	43.507	163.979	5.000	5.000	203.722	5.000	3.458.963		
Trafikk	39.294	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	0	0	0	0	0	0	
Sum kostnad	16.430.853	446.263	170.546	95.221	82.474	87.065	105.848	160.164	66.842	61.654	3.372.538	494.088	453.731	637.568	811.949	398.598	471.052	1.121.104	1.048.692	561.849	599.283	40.159	22.046	22.046	250.577	22.046	4.927.452	
Nåverdi av kostnad (inkl. mva)		5.153.953																										
Nytte/kostnad		0,899																										
Sum Nåverdi (inkl. mva)		-518.602																										
Nåverdi, enkeltprosjekter (inkl. mva)																												
Bergensbanen	-48.220																											
Sørlandsbanen	-144.804																											
Dovrebanen	3.353																											
Greisen - Gjøvik, Roa - Høksund	-20.270																											
Kongsberg - Oslo - Eidsvoll	-33.780																											
Magnor - Lillestrøm, Oslo - Kornsja	-55.782																											
Vestfold- og Bratsbergbanen	17.711																											
Ikke banespesifikke kostnader	199.229																											
Materiell	-390.850																											
Trafikk	-45.188																											
Sum (inkl. mva)	-518.602																											
Sum Bane	-82.564																											
Sum J	-436.038																											
Sum	-518.602																											

Vedlegg 5

TOTAL LØNNSOMHETSBEREGNING, tilfallt ubalanse i trafostasjoner = 1,5%																												
Alle tall i 1000 kr																												
Rentefot: 7%																												
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022		
Nytte																												
Bergensbanen	245.689	69.900	47.555	47.810	25.465	12.370	3.120	3.120	3.120	12.370	3.120	3.120	12.370	3.120	21.620	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	19.720	379.111	
Sørlandsbanen	215.185	72.620	12.025	12.025	15.275	12.025	9.475	18.775	9.475	24.075	24.075	7.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	397.794	
Dovrebanen	285.688	48.255	70.855	48.415	35.320	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	8.375	3.375	3.375	12.625	12.625	12.625	3.375	21.875	3.375	3.375	75.475	3.375	562.668	
Grønsen - Gjøvik, Roa - Hokksund	64.331	13.850	700	700	700	700	700	700	700	700	700	9.950	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	68.500	700	207.504
Kongsberg - Oslo - Eidsvoll	253.963	173.310	44.415	1.570	14.070	8.270	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	10.820	1.570	1.570	1.570	1.570	11.570	1.570	1.570	11.170	1.570	1.570	306.539	
Magnor - Lillestrøm, Oslo - Kornsjø	145.705	87.505	10.460	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	355.544	
Vestfold- og Bratsbergbanen	95.282	545	23.145	23.145	20.000	800	800	10.050	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	46.300	800	800	800	800	800	176.878	
Ikke banespesifikk nytte	558.116	50.717	55.799	54.716	53.972	53.290	53.790	54.290	54.290	54.290	54.790	54.790	54.790	54.790	55.290	55.290	55.290	55.290	55.290	55.790	55.790	49.790	50.290	50.290	49.890	49.490	66.395	
Materiell	2.183.934	0	0	0	0	0	0	0	0	2.520.325	39.707	108.404	35.938	126.910	98.884	95.091	445.122	504.898	9.142	9.325	146.341	0	0	195.122	0	0	3.780.343	
Trafikk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sum nytte	15.625.295	594.207	304.697	218.030	190.914	105.846	85.146	95.784	96.359	102.511	3.011.523	129.320	213.784	130.448	230.178	214.048	199.048	601.585	670.327	112.283	142.681	301.630	73.307	73.307	469.162	91.477	7.167.694	
Nåverdi av nytte (inkl. mva)	4.655.077																											
Kostnad																												
Bergensbanen	299.249	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	41.556	90.787	11.637	9.125	34.606	179.851	120.413	136.273	1.520	1.520	1.520	1.520	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	119.840	
Sørlandsbanen	345.576	70.308	39.844	17.190	6.106	10.097	2.775	2.775	2.775	2.775	124.236	118.167	180.114	136.898	1.780	1.780	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	101.111	
Dovrebanen	295.693	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	6.407	10.466	6.091	4.471	219.369	145.750	247.043	145.354	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	202.135	
Grønsen - Gjøvik, Roa - Hokksund	82.275	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	4.035	350	255.570	520	520	520	520	520	520	520	520	76.006	
Kongsberg - Oslo - Eidsvoll	285.784	173.310	44.415	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	10.755	1.570	351.563	910	910	910	910	107.479	
Magnor - Lillestrøm, Oslo - Kornsjø	195.339	87.505	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	8.990	1.210	423.488	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	56.445	
Vestfold- og Bratsbergbanen	79.881	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	16.349	545	212.997	585	585	390	390	390	390	390	390	71.438	
Ikke banespesifikke kostnader	384.874	50.881	56.781	56.781	56.781	56.781	40.981	38.981	36.981	34.981	32.981	35.481	28.503	22.230	22.230	22.230	17.502	17.502	15.970	11.474	11.474	22.511	6.761	6.761	6.761	6.761	91.326	
Materiell	2.523.804	0	0	0	0	0	0	0	0	2.852.197	83.332	125.100	125.388	327.051	153.248	146.805	582.560	613.095	43.507	163.979	5.000	5.000	5.000	203.722	5.000	3.458.963		
Trafikk	39.294	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	0	0	0	0	0		
Sum kostnad	16.610.828	446.263	170.546	95.221	82.474	87.065	105.848	160.164	66.842	61.654	3.372.538	517.088	476.731	557.463	831.844	410.098	499.802	1.132.604	1.051.337	572.889	628.033	40.159	22.046	22.046	250.577	22.046	4.927.452	
Nåverdi av kostnad (inkl mva)	5.211.532																											
Nytte/kostnad	0,893																											
Sum Nåverdi (inkl mva)	-556.455																											
Nåverdi, enkeltprosjekter (inkl mva)																												
Bergensbanen	-61.593																											
Sørlandsbanen	-149.950																											
Dovrebanen	-11.506																											
Grønsen - Gjøvik, Roa - Hokksund	-20.636																											
Kongsberg - Oslo - Eidsvoll	-36.594																											
Magnor - Lillestrøm, Oslo - Kornsjø	-57.079																											
Vestfold- og Bratsbergbanen	17.711																											
Ikke banespesifikke kostnader	199.229																											
Materiell	-390.850																											
Trafikk	-45.188																											
Sum (inkl mva)	-556.455																											
Sum Bane	-120.417																											
Sum J	-436.038																											
Sum	-556.455																											

Vedlegg 6

TOTAL LØNNSOMHETSBEREGNING, prisøkning på tunnelarbeider = 25%																												
Alle tall i 1000 kr																												
Rentefot: 7%																												
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022		
Nytte																												
Bergensbanen	247.878	69.900	47.555	47.810	25.465	12.370	3.120	3.120	3.120	12.370	3.120	3.120	12.370	3.120	21.620	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	19.720	393.664	
Sørlandsbanen	219.646	72.620	12.025	12.025	15.275	12.025	9.475	18.725	9.475	24.075	24.075	7.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	427.456	
Dovrebanen	285.955	48.255	70.855	48.415	35.320	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	8.375	3.375	3.375	3.375	12.625	12.625	12.625	3.375	21.875	3.375	3.375	75.475	564.443		
Greisen - Gjøvik, Roa - Hokksund	66.504	13.850	700	700	700	700	700	700	700	700	700	9.950	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	68.500	700	221.953	
Kongsberg - Oslo - Eidsvoll	254.158	173.310	44.415	1.570	14.070	8.270	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	10.820	1.570	1.570	1.570	11.570	1.570	1.570	11.170	1.570	307.838	
Magnor - Lillestrøm, Oslo - Kornsjø	150.098	87.505	10.460	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	384.749	
Vestfold- og Bratsbergbanen	95.611	545	23.145	23.145	20.000	800	800	800	10.050	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	46.300	800	800	800	800	800	179.063	
Ikke banespesifikk nytte	558.116	50.717	55.799	54.716	53.972	53.290	53.790	53.790	54.290	54.290	54.290	54.790	54.790	54.790	55.290	55.290	55.290	55.290	55.290	55.290	55.790	55.790	50.290	50.290	49.890	49.490	66.396	
Materiell	2.183.934	0	0	0	0	0	0	0	0	2.520.325	39.707	108.404	35.938	126.910	98.884	95.091	445.122	504.898	9.142	9.325	146.341	0	0	195.122	0	3.780.343		
Trafikk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sum nytte	15.732.394	594.207	304.697	218.030	190.914	105.846	85.146	95.784	96.359	102.511	3.011.523	129.320	213.784	130.448	230.178	214.048	199.048	601.585	670.327	112.283	142.681	301.630	73.307	73.307	469.162	91.477	7.274.793	
Nåverdi av nytte (inkl. mva)	4.671.185																											
Kostnad																												
Bergensbanen	314.629	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	51.160	105.473	13.774	10.632	34.606	179.851	120.413	136.273	1.520	1.520	1.520	1.520	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	119.840	
Sørlandsbanen	367.366	71.488	45.906	20.552	6.707	11.692	2.775	2.775	2.775	2.775	12.075	6.565	4.574	219.429	145.750	247.043	145.354	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	101.111	
Dovrebanen	296.861	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	6.990	12.075	6.565	4.574	219.429	145.750	247.043	145.354	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	202.135	
Greisen - Gjøvik, Roa - Hokksund	86.963	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	4.421	350	273.270	520	520	520	520	520	76.006	
Kongsberg - Oslo - Eidsvoll	286.203	173.310	44.415	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	12.379	1.570	351.563	910	910	910	107.479	
Magnor - Lillestrøm, Oslo - Kornsjø	203.888	87.505	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	8.990	1.210	458.888	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	56.445	
Vestfold- og Bratsbergbanen	80.836	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	19.364	545	212.997	585	585	390	390	390	390	390	71.438	
Ikke banespesifikke kostnader	384.874	50.881	56.781	56.781	56.781	56.781	40.981	38.981	36.981	34.981	32.981	35.481	28.503	22.230	22.230	22.230	17.502	17.502	15.970	11.474	11.474	22.511	6.761	6.761	6.761	6.761	91.326	
Materiell	2.523.804	0	0	0	0	0	0	0	0	2.852.197	83.332	125.100	125.388	327.051	153.248	146.805	582.560	613.095	43.507	163.979	5.000	5.000	5.000	203.722	5.000	3.458.963		
Trafikk	39.294	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	0	0	0	0	0	0		
Sum kostnad	16.768.479	447.619	177.517	99.088	83.166	88.899	116.893	177.053	69.299	63.386	3.373.208	518.939	477.276	577.936	852.268	413.564	500.246	1.132.604	1.073.558	613.599	628.033	40.159	22.046	22.046	250.577	22.046	4.927.452	
Nåverdi av kostnad (inkl. mva)	5.272.424																											
Nytte/kostnad	0,886																											
Sum Nåverdi (inkl. mva)	-601.239																											
Nåverdi, enkeltprosjekter (inkl. mva)																												
Bergensbanen	-76.763																											
Sørlandsbanen	-169.878																											
Dovrebanen	-12.542																											
Greisen - Gjøvik, Roa - Hokksund	-23.528																											
Kongsberg - Oslo - Eidsvoll	-36.851																											
Magnor - Lillestrøm, Oslo - Kornsjø	-61.859																											
Vestfold- og Bratsbergbanen	16.991																											
Ikke banespesifikke kostnader	199.229																											
Materiell	-390.850																											
Trafikk	-45.188																											
Sum (inkl. mva)	-601.239																											
Sum Bane	-165.201																											
Sum J	-436.038																											
Sum	-601.239																											

Vedlegg 7

TOTAL LØNNSOMHETSBEREGNING, prisreduksjon tunnelarbeider = 25%																												
Alle tall i 1000 kr																												
Rentefot: 7%																												
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022		
Nytte																												
Bergensbanen	243.500	69.900	47.555	47.810	25.465	12.370	3.120	3.120	3.120	3.120	12.370	3.120	3.120	12.370	3.120	21.620	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120	19.720	364.557	
Sørlandsbanen	218.044	72.620	12.025	12.025	15.275	12.025	9.475	18.725	9.475	24.075	24.075	7.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	2.680	416.807	
Dovrebanen	285.421	48.255	70.855	48.415	35.320	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375	8.375	3.375	3.375	3.375	12.625	12.625	12.625	3.375	21.875	3.375	75.475	560.893	
Grefsen - Gjøvik, Roa - Hokksund	66.417	13.850	700	700	700	700	700	700	700	700	700	9.950	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	68.500	700	
Kongsberg - Oslo - Eidsvoll	253.768	173.310	44.415	1.570	14.070	8.270	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	10.820	1.570	1.570	1.570	1.570	11.570	1.570	1.570	11.170	1.570	1.570	305.241	
Magnor - Lillestrøm, Oslo - Kornsjø	150.098	87.505	10.460	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	11.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	384.749	
Vestfold- og Bratsbergbanen	94.953	545	23.145	23.145	20.000	800	800	800	10.050	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	46.300	800	800	800	800	800	174.692	
Ikke banespesifikk nytte	558.116	50.717	55.799	54.716	53.972	53.290	53.790	53.790	54.290	54.290	54.790	54.790	54.790	54.790	55.290	55.290	55.290	55.290	55.290	55.790	55.790	49.790	50.290	50.290	49.890	49.490	66.396	
Materiell	2.183.934	0	0	0	0	0	0	0	0	2.520.325	39.707	108.404	35.938	126.910	98.884	95.091	445.122	504.898	9.142	9.325	146.341	0	0	195.122	0	3.780.343	0	
Trafikk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sum nytte	15.673.911	594.207	304.697	218.030	190.914	105.846	85.146	95.784	96.359	102.511	3.011.523	129.320	213.784	130.448	230.178	214.048	199.048	601.585	670.327	112.283	142.681	301.630	73.307	73.307	469.162	91.477	7.216.310	
Nåverdi av nytte (inkl. mva)	4.662.389																											
Kostnad																												
Bergensbanen	283.869	2.100	2.100	2.100	2.100	2.100	31.952	76.101	9.500	7.619	34.606	179.851	120.413	136.273	1.520	1.520	1.520	1.520	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	119.840	
Sørlandsbanen	348.607	69.128	33.783	13.827	5.504	8.502	2.775	2.775	2.775	2.775	2.775	8.858	5.617	4.368	219.309	145.750	1.780	1.780	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430	101.111	
Dovrebanen	294.525	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	3.055	5.824	8.858	5.617	4.368	219.309	145.750	247.043	145.354	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	1.820	202.135	
Grefsen - Gjøvik, Roa - Hokksund	86.734	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	273.270	520	520	520	520	520	520	76.006	
Kongsberg - Oslo - Eidsvoll	285.364	173.310	44.415	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	1.570	9.132	1.570	351.563	910	910	910	910	107.479	
Magnor - Lillestrøm, Oslo - Kornsjø	203.888	87.505	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	1.210	8.990	1.210	458.888	1.170	1.170	1.170	1.170	1.170	56.445	
Vestfold- og Bratsbergbanen	78.927	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	13.335	545	212.997	585	585	390	390	390	390	390	390	71.438	
Ikke banespesifikke kostnader	384.874	50.881	56.781	56.781	56.781	56.781	40.981	38.981	36.981	34.981	32.981	35.481	28.503	22.230	22.230	17.502	17.502	15.970	11.474	11.474	22.511	6.761	6.761	6.761	6.761	91.326		
Materiell	2.523.204	0	0	0	0	0	0	0	0	2.852.197	83.332	125.100	125.388	327.051	153.248	146.805	582.560	613.095	43.507	163.979	5.000	5.000	203.722	5.000	203.722	5.000	3.458.963	
Trafikk	39.294	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600	0	0	0	0	0	0	0	
Sum kostnad	16.656.728	444.906	163.575	91.354	81.782	85.231	94.804	143.276	64.384	59.921	3.371.867	515.238	476.186	577.700	852.130	406.631	499.358	1.132.604	1.069.825	613.599	628.033	40.159	22.046	22.046	250.577	22.046	4.927.452	
Nåverdi av kostnad (inkl. mva)	5.209.370																											
Nytte/kostnad	0,895																											
Sum Nåverdi (inkl. mva)	-546.980																											
Nåverdi, enkeltprosjekter (inkl. mva)																												
Bergensbanen	-46.424																											
Sørlandsbanen	-150.148																											
Dovrebanen	-10.470																											
Grefsen - Gjøvik, Roa - Hokksund	-23.365																											
Kongsberg - Oslo - Eidsvoll	-36.336																											
Magnor - Lillestrøm, Oslo - Kornsjø	-61.859																											
Vestfold- og Bratsbergbanen	18.430																											
Ikke banespesifikke kostnader	199.229																											
Materiell	-390.850																											
Trafikk	-45.188																											
Sum (inkl. mva)	-546.980																											
Sum Bane	-110.942																											
Sum J	-436.038																											
Sum	-546.980																											

