


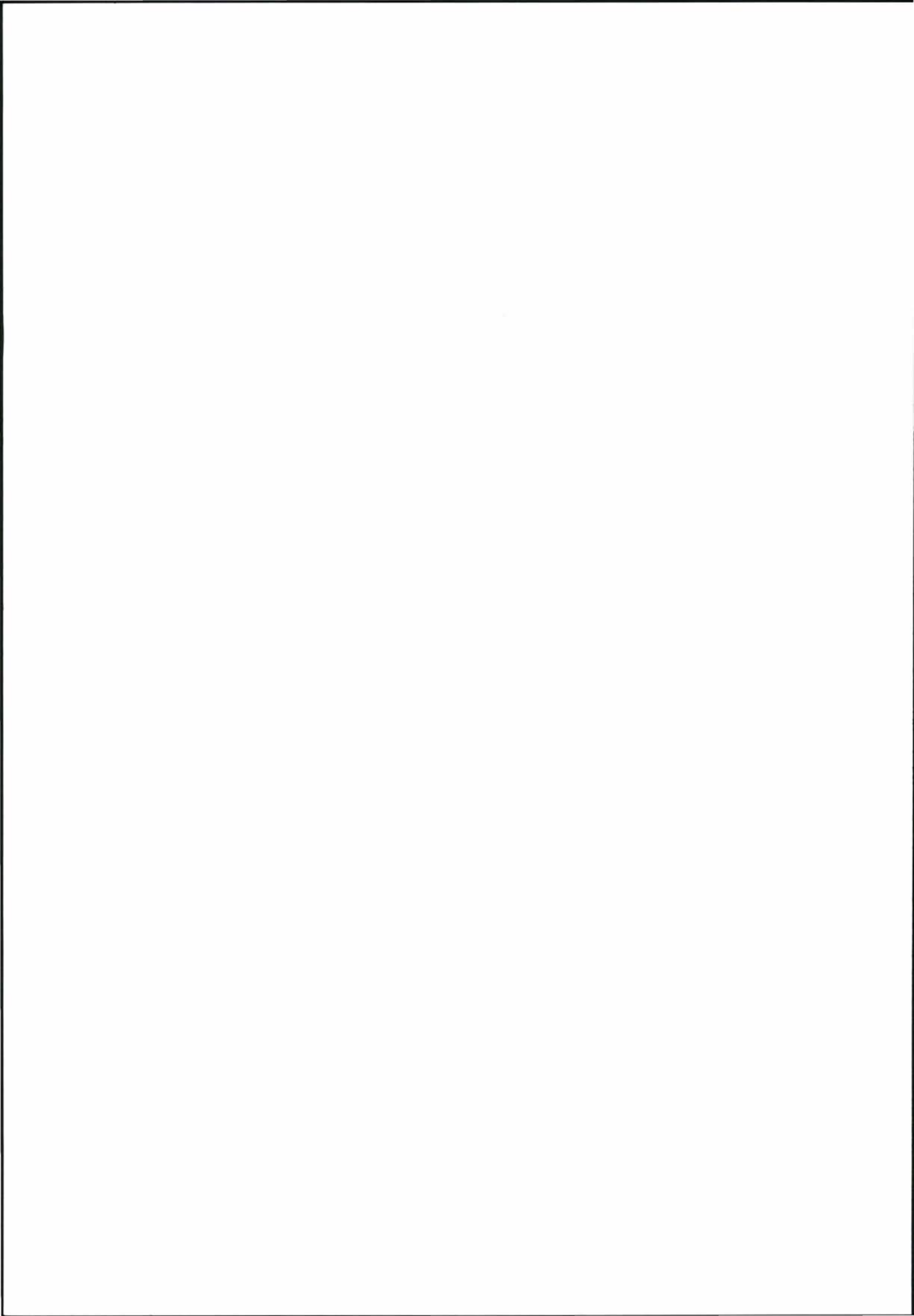


SIMULERINGSRAPPORT

FREMTIDIG BANESTRØMFORSYNING PÅ GJØVIKBANEN

Jernbaneverket
Biblioteket

002	Oppdatert etter høring	24.01.10	YASA	FM	STOY
001	Høringsutkast		YASA	FM	STOY
000	Førsteutkast		YASA	STOY	
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. Av	Kontr. Av	Godkj. Av
Fremtidig banestrømforsyning på Gjøvikbanen		Ant. sider	Fritekst 1d		
		74	Fritekst 2d		
			Fritekst 3d		
			Produsent		
		Prod. dok. nr.			
		Erstatning for			
Rapport		Erstattet av			
 Jernbaneverket		Dokument nr. EB.100774-000			Rev.
					002



1	INNLEDNING	4
1.1	BAKGRUNN	4
1.2	MÅLSETTING	4
1.3	FORUTSETNING	5
1.3.1	<i>Infrastrukturforutsetning</i>	5
1.3.2	<i>Trafikkforutsetning</i>	6
2	KRAV TIL BANESTRØMFORSYNINGEN	7
	GENERELLE KRAV TIL ENERGIFORSYNINGEN	7
2.1	OVERORDNET KRAV	7
2.2	KRAV TIL SPENNING	8
2.3	KRAV TIL BEHANDLING AV DRIFTSITUASJONER (REDUNDANSKRAV)	8
2.4	BELASTNING AV OMFORMERE	10
2.5	KONTAKTLEDNINGENS STRØMFØRINGSEVNE	11
2.6	NEGATIV- OG POSITIVLEDERS STRØMFØRINGSEVNE	12
3	INNDATA FOR SIMULERING	14
3.1	AVGRENSNING AV SIMULERING	14
3.2	BANESTRØMFORSYNING	15
4	SIMULERINGSRESULTATER	16
4.1	SIMULERINGSALTERNATIV 0 – KONVENSJONELT KONTAKTLEDNINGSANLEGG	16
4.1.1	<i>Belastning av omformerstasjoner</i>	16
4.1.2	<i>Spenning for togene</i>	17
4.1.3	<i>Belastning av kontaktledningen</i>	19
4.2	SIMULERINGSALTERNATIV 1 – KONVENSJONELT KONTAKTLEDNINGSANLEGG OG OMFORMERSTASJON PÅ GJØVIK	19
4.2.1	<i>Belastning av omformerstasjoner</i>	20
4.2.2	<i>Spenning for togene</i>	21
4.2.3	<i>Belastning av kontaktledningen</i>	21
4.3	SIMULERINGSALTERNATIV 3 – SØRLIG DEL AV GJØVIKBANEN MED KONVENSJONELT KONTAKTLEDNINGSANLEGG OG NORDLIG DEL MED AT-SYSTEM	22
4.3.1	<i>Simuleringsalternativ 3a</i>	22
4.3.1.1	<i>Belastning av omformerstasjoner</i>	22
4.3.1.2	<i>Spenning for togene</i>	23
4.3.1.3	<i>Belastning av kontaktledningen</i>	25
4.3.2	<i>Simuleringsalternativ 3b</i>	25
4.3.2.1	<i>Belastning av omformerne</i>	25
4.3.2.2	<i>Spenning for togene</i>	26
4.3.2.3	<i>Belastning av kontaktledningen</i>	27
4.4	SIMULERINGSALTERNATIV 6 – AT-SYSTEM PÅ GJØVIKBANEN OG EN DEL AV BERGENSBANEN. LUNNER OMFORMERSTASJON FJERNES	27
4.4.1	<i>Simuleringsalternativ 6a – Normaldriftsituasjon</i>	28
4.4.1.1	<i>Belastning av omformerstasjon</i>	28
4.4.1.2	<i>Spenning for togene</i>	29
4.4.1.3	<i>Belastning av kontaktledningen</i>	29
4.4.2	<i>Simuleringsalternativ 6b – Avvikssituasjon med utfall av et aggregat i Hønefoss</i>	30
4.4.2.1	<i>Belastning av omformerstasjon</i>	30
4.4.2.2	<i>Spenning for tog</i>	30
4.4.2.3	<i>Belastning av kontaktledningen</i>	31
4.5	SIMULERINGSALTERNATIV 7 – AT-SYSTEM PÅ GJØVIKBANEN OG EN DEL AV BERGENSBANEN. HØNEFOSS OMFORMERSTASJON FJERNES	31
4.5.1	<i>Simuleringsalternativ 7a – Normaldriftsituasjon med flatt statikk</i>	31
4.5.1.1	<i>Belastning av omformerstasjon</i>	31
4.5.1.2	<i>Spenning for togene</i>	32
4.5.1.3	<i>Belastning av kontaktledningen</i>	32
4.5.2	<i>Simulering 7b – Normaldriftsituasjon med fallende statikk</i>	32
4.5.2.1	<i>Belastning av omformerstasjon</i>	32
4.5.2.2	<i>Spenning for togene</i>	33
4.5.2.3	<i>Belastning av kontaktledningen</i>	33

4.6	SIMULERINGSALTERNATIV 8 – AT-SYSTEM PÅ GJØVIKBANEN OG EN DEL AV BERGENSBANEN. LUNNER OMFORMERSTASJON FLYTTES TIL GJØVIK	34
4.6.1	<i>Simuleringsalternativ 8a – Normaldriftsituasjon</i>	34
4.6.1.1	Belastning av omformerstasjon	34
4.6.1.2	Spenning for tog	36
4.6.1.3	Belastning av kontaktledningen	36
4.6.2	<i>Simuleringsalternativ 8b – Avvikssituasjon med utfall av et aggregat i Hønefoss</i>	36
4.6.2.1	Belastning av omformerstasjon	36
4.6.2.2	Spenning for togene	37
4.6.2.3	Belastning av kontaktledningen	37
4.6.3	<i>Simuleringsalternativ 8c – Avvikssituasjon med utfall av linjer</i>	38
4.6.3.1	Belastning av omformerstasjon	38
4.6.3.2	Spenning for togene	39
4.6.3.3	Belastning av kontaktledningen	39
4.6.4	<i>Simuleringsalternativ 8d – Normaldriftsituasjon med fallende statikk</i>	39
4.6.4.1	Belastning av omformerstasjon	39
4.6.4.2	Spenning for togene	40
4.6.4.3	Belastning av kontaktledningen	40
4.7	SIMULERINGSALTERNATIV 9 – KONVENSJONELT KONTAKTLEDNINGSANLEGG PÅ DEN NORDLIGE DELEN AV GJØVIKBANEN OG AT-SYSTEM PÅ DEN SØRLIGE DELEN OG EN DEL AV BERGENSBANEN.	40
4.7.1	<i>Simuleringsalternativ 9a – Normaldriftsituasjon</i>	40
4.7.1.1	Belastning av omformere	40
4.7.1.2	Spenning for togene	42
4.7.1.3	Belastning av kontaktledningen	42
4.7.2	<i>Simuleringsalternativ 9b – Avvikssituasjon med utfall av linjer</i>	42
4.7.2.1	Belastning av omformere	42
4.7.2.2	Spenning for togene	42
4.7.2.3	Belastning av kontaktledningen	43
5	OPPSUMMERING OG DISKUSJON	44
5.1	VURDERING AV SIMULERINGSALTERNATIV 0	44
5.2	VURDERING AV ALTERNATIV 1	44
5.3	VURDERING AV ALTERNATIV 3	44
5.4	VURDERING AV ALTERNATIV 6	45
5.5	VURDERING AV ALTERNATIV 7	45
5.6	VURDERING AV ALTERNATIV 8	45
5.7	VURDERING AV ALTERNATIV 9	46
5.8	VURDERING AV DIMENSJONERENDE RUTEPLAN	46
5.9	VURDERING AV OMFORMERNE OG ANTALL AGGREGATER	46
5.10	VURDERING AV EFFEKT LEVERT FRA OSLO-OMRÅDET	46
5.11	OPPSUMMERING AV DE AKTUELLE ALTERNATIVENE	47
6	KONKLUSJON	52
7	APPENDIKS A – SPENNING FOR TOGENE	53
8	APPENDIKS B – BELASTNINGSTRØM	67
9	REFERANSE	74

9621.332.3 JBU Fra
+ x.1 Intern

1 INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Simulering for banestrømforsyningen på Gjøvikbanen utføres på oppdrag for Bane Energi. Anleggene på Gjøvikbanen er gamle, og etter hvert vil det være behov for fornyelse av dem. I tillegg er det ønske om økt trafikk på Gjøvikbanen. I en tidligere utredning "Tiltakspakke Gjøvikbanen" [1] ble den elektriske energiforsyningen på Gjøvikbanens nordre del vurdert. Simuleringene viste at man ikke kunne betrakte banestrømforsyningen som robust, fordi den var belastet på grensen av sin kapasitet. Det ble konkludert med at dersom ruteplanen skulle økes vesentlig, skulle en ny utredning foretas.

Siden Gjøvikbanen bør dimensjoneres i henhold til forventet togtrafikk fram mot 2040, antas det at dagens ensidig mating fra Lunner omformerstasjon på den nordlige delen av banen, vil være begrensende for å kunne øke frekvensen på togtrafikken på hele banen. Den sørlige delen av banen har sterk strømforsyning, den er tett knyttet til Oslo-området. Bane Energi ønsker derfor å utrede hvordan kontaktledningen og omformerstasjonene bør fornyes på en optimal måte med hovedfokus på de nordlige delene. Utredningen vil også ta hensyn til fremtidig strømforsyning på Bergensbanen som følge av en eventuell Ringeriksbane, eller endret omformerplassering på Gjøvikbanen.

Problemet med ensidig mating på den nordlige delen av Gjøvikbanen, fører ikke bare til lav spenning på kontaktledningen dersom trafikken skal økes, men er også begrensende for gjennomføring av vedlikehold.

På bakgrunn av dette ble det utarbeidet et prosjektprogram av Bane Energi og BTPE. Prosjektprogrammet [2] legger til grunn Jernbaneverkets trafikkprognose for 2040 [3]. Det er foreslått å øke trafikken på Gjøvikbanen, og i tillegg ønskes det å fremføre de tunge godstogene (1200 tonn) som skal kjøres til Bergen, på den sørlige delen av Gjøvikbanen. I prosjektprogrammet ble det skissert følgende plan som tar hensyn til fremtidig trafikk:

- Systemløsninger som vurderes:
 - Konvensjonelt kontaktledningsanlegg.
 - AT-system.
 - Bygging av ny omformerstasjon samt nedlegging eller omplassering av eksisterende omformerstasjon.
- Fremtidig trafikk
 - Fem tog per time Oslo – Jaren i begge retninger.
 - To tog per time Jaren – Gjøvik i begge retninger.
 - Et godstog på 1200 tonn annenhver time i hver retning Grefsen – Roa – Hønefoss.

1.2 Målsetting

Målet med undersøkelsen er å utrede hvordan fornyelse av kontaktledningen og omformere på Gjøvikbanen bør gjennomføres slik at banestrømforsyningen langs Gjøvikbanen styrkes. I forkant av simuleringen ble det foreslått flere alternativer for utredning av Gjøvikbanen, se vedlegg 1. Alle alternativene er vurdert, men bare noen av dem skal simuleres og vurderes i denne rapporten.

Nummereringen for simuleringsalternativene vil ha samme betegnelse som i vedlegg 1.

Nummerrekkefølgen vil derfor ikke ha sammenhengende sekvens.

- Alternativ 0 – Konvensjonelt kontaktledningsanlegg med dagens omformerstasjoner. Det skal fremføres persontrafikk på den sørlige og den nordlige del av Gjøvikbanen og godstog gjennom den sørlige delen og videre til Bergensbanen.
- Alternativ 1 – Konvensjonelt kontaktledningsanlegg fra Oslo til Gjøvik. Lunner omformerstasjon flyttes til Gjøvik. Samme trafikk som i alternativ 1.

- Alternativ 3 – Konvensjonelt kontaktledningsanlegg på den sørlige delen av Gjøvikbanen og AT-system fra Lunner til Gjøvik. Samme trafikk som i alternativ 1.
- Alternativ 6 – AT-system mellom Grefsen – Gjøvik og Roa – Haugastøl. Lunner omformerstasjon saneres, og Hønefoss omformerstasjon beholdes. Samme trafikk som i alternativ 1.
- Alternativ 7 - AT-system mellom Grefsen – Gjøvik og Roa – Haugastøl. Hønefoss omformerstasjon saneres, og Lunner omformerstasjon beholdes. Samme trafikk som alternativ 1.
- Alternativ 8 - AT-system mellom Grefsen – Gjøvik og Roa – Haugastøl. Lunner omformerstasjon flyttes til Gjøvik, og Hønefoss omformerstasjon beholdes. Samme trafikk som i alternativ 1.
- Alternativ 9 – Konvensjonelt kontaktledningsanlegg på den nordlige delen av Gjøvikbanen og AT-system mellom Grefsen – Roa og Roa – Haugastøl. Lunner omformerstasjon flyttes til Eina. Samme trafikk som i alternativ 1.

Alternativ 0 har samme banestrømforsyning som i ”Tiltakspakken for Gjøvikbanen” [1], men har flere tog som fremføres langs banestrekningen. Denne utredningen konkluderte med at banestrømforsyningen ikke har reservekapasitet, selv når det fremføres mindre trafikk enn den fremlagte ruteplanen. Derfor ønsker en å sjekke hvor mye banen blir belastet med den fremtidige trafikken.

Alternativ 1 er et tiltak som gir tosidig mating til den nordlige delen av Gjøvikbanen. Ved linjebrudd eller vedlikeholdsarbeid på linjen vil banestrekningen fortsatt ha mating. I tillegg vil dette alternativet forbedre banestrømforsyningen på den nordlige delen av Gjøvikbanen.

Alternativ 3 er et av de tiltakene som skal undersøkes ved å gjøre endringer i infrastrukturen. Her beholdes det konvensjonelle kontaktledningssystemet på den sørlige delen av Gjøvikbanen og det bygges AT-system fra Lunner til Gjøvik. AT-system har betydelig større overføringsevne enn konvensjonelt kl-anlegg – noe som vil forbedre forholdene.

I alternativ 6 og 7 får mest parten av strekningene AT-system, slik at overføringsevnen forbedres mye. På bakgrunn av dette ønskes det å undersøke forholdene med færre omformerstasjoner, der Lunner eller Hønefoss omformerstasjon fjernes i henholdsvis alternativ 6 og 7.

Alternativ 8 benytter samme kontaktledningssystem som i alternativ 6 og 7, men Lunner omformerstasjon flyttes til Gjøvik. Dette alternativet tar hensyn til utbyggingsplaner av Ringeriksbanen, som vil gi en direkte forbindelse mellom Sandvika og Hønefoss. Den elektriske avstanden mellom Asker og Hønefoss omformerstasjoner forkortes. Det er derfor rimelig å anta at avstanden mellom Hønefoss og Lunner omformerstasjoner kan forlenges. Fra før er den nordlige delen av banestrømforsyningen på Gjøvikbanen robust på grensen av sin kapasitet, og derfor er det rimelig å flytte omformerstasjonen på Lunner til Gjøvik og undersøke hvordan omformerstasjonene belastes og om linjespenningen og kontaktledningsstrømmen er tilfredsstillende. Resultatet er at oppetiden og vedlikeholdsvennligheten for denne linjen forbedres siden den blir tosidig matet.

Alternativ 9 har konvensjonelt kontaktledningssystem på den nordlige delen av Gjøvikbanen og AT-system mellom Grefsen – Roa og mellom Roa – Haugastøl. Lunner omformerstasjon flyttes til Eina slik at Gjøvikbanen får tosidig mating, samtidig som en undersøker om plassering av omformerstasjonen noen mil sør for Gjøvik er optimalt.

1.3 Forutsetning

1.3.1 Infrastrukturforutsetning

Alle simuleringer utføres med verktøyet SIPOW/Tracfeed. I simuleringalternativene bygges modellen opp med konvensjonelt kontaktledningsanlegg på den sørlige delen av Gjøvikbanen. Denne strekningen er tett knyttet til Oslo-området, som har en sterk strømforsyning. Gjøvikbanen (Grefsen – Gjøvik) undersøkes med både konvensjonelt system og AT-system, og den har en lengde på ca. 116 km. Strekningen mellom Roa og Hønefoss, en strekning på ca. 32 km, undersøkes også med

konvensjonelt system og AT-system. Impedansen i kontaktledningen for konvensjonelt system med enkeltspor er satt til $Z = 0,207 + j0,24 \Omega/\text{km}$ og er hentet fra [1], mens tilsvarende for AT-system er satt til $Z = 0,03895 + j0,0485 \Omega/\text{km}$ og er hentet fra "Strekningsvise utbyggingsplaner Sørlandsbanen" [6]. For konvensjonelt kontaktledningsanlegg er det benyttet system 20, for AT-system er det benyttet et tverrsnitt på 381 mm^2 .

Det forutsettes at den ensidige matingen fra Lunner er begrensende for å kunne øke frekvensen på togtrafikken på hele banen, og vil også gi vanskeligheter med å gjennomføre vedlikehold på deler av strekningen. Derfor skal omformerstasjon på Lunner undersøkes med dagens plassering og ved å flytte den til Gjøvik og Eina.

De strekningene som er lagt mest vekt på i simuleringen, er Oslo – Gjøvik og Roa – Hønefoss. Selv om det er belastninger for Lunner og Hønefoss omformerstasjon som skal vurderes, er det likevel gunstig å inkludere andre matestasjoner som forsyner strekningen [5]. Nesbyen og Haugastøl er to omformestasjoner som ligger på Bergensbanen. Asker, Nordagutu og Skollenborg er matestasjoner som ligger på Drammens- og Sørlandsbanen. Ved å inkludere disse matestasjonene og fremføre togtrafikken til enden av modellen, vil Lunner og Hønefoss omformerstasjon få en så riktig som mulig belastning, se figur 3-1.

Utredningen her skal undersøke banestrømforsyningens robusthet i forhold til den fremtidige ruteplanen, kalt "dimensjonerende ruteplan", ved å analysere spenning for togene, omformernes effektuttak og strøm i kontaktledningen. Undersøkelse av banestrømforsyningens energiopptak er derfor ikke funnet nødvendig.

Det forutsettes dagens hastigheter, trasé og stoppmønster. På bakgrunn av den dimensjonerende ruteplanen som bygger videre på grafisk ruteplan 158.1, er det inkludert et kryssningsspor mellom Harestua og Bjørgseter.

1.3.2 Trafikkforutsetning

For vurdering av banestrømforsyningen ble det forutsatt å benytte trafikkapasitet som legges til grunn i prosjektprogrammet som igjen bygger på Jernbaneverket stamnettutredning "Mer på skinner fram mot 2040" og Jernbaneverkets strategi "Godstransport på bane".

For å bygge opp den dimensjonerende ruteplan, ble det tatt utgangspunkt i grafisk ruteplan 158.1, se vedlegg 2. For å ta høyde for fremtidig trafikkøkning har man økt persontrafikken med 100 %. For strekningen Oslo – Jaren er det lagt inn fire tog pr. time i begge retninger og fem tog i rushtiden i begge retninger og ett 1200 tonn godstog annenhver time i hver retning til Bergensbanen. For strekningen Jaren – Gjøvik er det lagt inn to persontog pr. time i begge retninger og tre tog i rushtiden i begge retninger.

2 KRAV TIL BANESTRØMFORSYNINGEN

Simuleringen skal undersøke om kvalitetskriteriene i Teknisk regelverk for banestrømforsyningen overholdes. For eksisterende og for bygging av nye anlegg er det forskjellige kriterier med hensyn på laveste spenning, se avsnitt nedenfor. I tillegg må ikke matestasjoner, kontaktledningsanlegg, sugetransformatorer, filterimpedanser, etc. overbelastes.

Generelle krav til energiforsyningen

Følgende tekst er hentet fra Teknisk regelverk JD 546 kapittel 5:

For tog fremført med elektrisk trekraftmateriell er den elektriske energiforsyningens kvalitet viktig for å kunne holde ruteplanen. Med den elektriske energiforsyningen menes både banestrømforsyningsanlegg og kontaktledningsanlegg for levering av elektrisk energi helt fram til togets strømvaktaker.

Med *normal trafikk* menes:

- Trafikk i henhold til den til enhver tid gjeldende ruteplan, inklusive ekstratog kjørt innenfor rammene av restkapasitet, og de til enhver tid gjeldende ruteplanforutsetninger for vurderinger i forhold til vedlikeholdsregelverket
- Fremtidig trafikkprognose (se avsnitt 2.6) for vurderinger i forhold til prosjekteringsregelverket

Begrepet trafikk omfatter både ruteplan, togsammensetning/trekraft og togvekt.

Med *normal infrastruktur* menes:

- Drift av og forhold ved infrastrukturen som lagt til grunn under prosjektering av opprinnelig anlegg, det gjelder både
 - koblingsbilde i overføringsnett,
 - tilgjengelig og installert ytelse i matestasjoner,
 - samkjøring av matestasjoner samt
 - bruk av andre banestrømforsyningsanlegg (kondensatorbatterier etc).

Med overføringsnett menes kontaktledning, mateledning, fjernledning og AT-ledninger.

2.1 Overordnet krav

Følgende overordnede krav er hentet fra Teknisk regelverk JD 546 kapittel 5:

- a) Kvaliteten på den elektriske energiforsyningen skal ved normal infrastruktur ikke være en begrensning for normal trafikk.
- b) Normal infrastruktur skal utvikles slik at kvaliteten på den elektriske energiforsyningen ikke blir begrensende for normal trafikk.
- c) Kvaliteten på den elektriske energiforsyningen skal tilpasses de andre infrastrukturelementene slik at infrastrukturen, samlet sett, blir mest mulig optimal på kort og lang sikt sett i forhold til både drifts-, vedlikeholds- og investeringskostnader samt kapasitet og tilgjengelighet for togframføring.
- d) Den elektriske energiforsyningen skal designes og utvikles slik at standardisert europeisk rullende materiell i størst mulig grad kan trafikere uten spesielløsninger og problemer.

2.2 Krav til Spenning

For at banestrømforsyningen ikke skal være til hinder for fremføringen av en gitt togtrafikk stiller Jernbaneverkets egne krav for banestrømforsyningen, JD 546. Den tilsier at spenningen på togenes strømtavtaker ikke skal underskride verdiene gitt i tabell 2-1.

Tabell 2-1 Krav til spenning (tabell 5.1 i JD 546 kapittel 5). Alle tall i kV

	Type krav	Kortvarig	Langvarig	Gjennomsnitt
Normalt krav	Vedlikehold	Skal $\geq 12,0$ Bør $\geq 12,5$	Bør $\geq 13,5$	Skal $\geq 13,5$
	Prosjektering	Skal $\geq 13,0$	Skal $\geq 14,0$	Skal $\geq 14,0$
Redusert krav	Vedlikehold	Skal $\geq 11,0$	Skal $\geq 12,0$	Skal $\geq 13,5$
	Prosjektering	Skal $\geq 12,0$	Skal $\geq 12,0$	Skal $\geq 13,5$

Følgende vurdering av spenningen gjelder:

1. Med Kortvarig spenning menes laveste effektivverdi av spenning som måles på togenes strømtavtaker. Ett sekund er egnet samplingsintervall.
2. Med langvarig spenning menes gjennomsnitt av effektivverdi av spenning over en periode på 2 minutter som måles på togenes strømtavtaker.
3. Med gjennomsnittlig spenning menes $U_{\text{mean useful}}$ for tog og område som definert i EN 50388.

2.3 Krav til behandling av driftsituasjoner (redundanskrav)

Tekst er hentet fra Teknisk regelverk JD 546 kapittel 5, punkt 2.3:

- a) Det stilles *normalt krav* til spenning i *normale driftsituasjoner* og i *normale driftsituasjoner med endringer som ofte kan forventes*.
 1. Den elektriske energiforsyningen skal ikke medføre forstyrrelser, forsinkelser og begrensninger for togtrafikken.
 2. Med *normal driftsituasjon* menes:
 - 2.1. *Normal trafikk*
 - 2.2. *Normal infrastruktur*
 - 2.3. Vedlikehold hvor *normal infrastruktur* kan opprettholdes
 3. Med *normale driftsituasjoner med endringer som ofte kan forventes* menes for eksempel:
 - 3.1. Trafikk:
 - 3.1.1. Forsinkelser i togtrafikken som en normalt kan forvente.
 - 3.1.2. Enkelttilfeller av bytte av trekraft.
 - 3.1.3. Enkelttilfeller av ekstra vogner i persontog.
 - 3.1.4. Enkelttilfeller av øket lastvekt for godstog dersom operativ ruteplanlegger tillater dette.
 - 3.1.5. Ekstratog på baner med baneprioritet 1, 2 og 3.
 - 3.2. Infrastruktur:
 - 3.2.1. Uforutsett utfall/stans av en mateenhet i en matestasjon i Oslo-området. Med Oslo-området menes banestrekningene med baneprioritet 1 i og rundt Oslo.
- b) Det stilles *reduisert krav* til spenning i *avvikssituasjoner*.
 1. Forsinkelser og begrensninger i togtrafikken bør unngås ved vurderinger i forhold til vedlikeholdsregelverket
 2. Forsinkelser og begrensninger i togtrafikken skal unngås ved vurderinger i forhold til prosjekteringsregelverket
 3. Med *avvikssituasjoner* menes for eksempel:

- 3.1. Trafikk:
 - 3.1.1. Ekstratog på baner med baneprioritet 4 og 5.
 - 3.2. Infrastruktur:
 - 3.2.1. Feil i matestasjon hvor matestasjonen ikke kontinuerlig kan mate ut 100 % av stasjonens installerte ytelse fordelt på alle utgående linjeavganger.
 - 3.2.2. Samtidig utfall/stans av en mateenhet i to forskjellige matestasjoner i Oslo-området.
 - 3.3. Vedlikehold:
 - 3.3.1. Planlagt vedlikehold av overføringsnett eller andre seriekomponenter (kondensatorbatteri etc.) som ikke hindrer togframføringen fysisk.
 - 3.3.2. Planlagt vedlikehold av matestasjoner hvor matestasjonen ikke kontinuerlig kan mate ut etterspurt effekt fordelt på alle utgående linjeavganger.
 4. Kravene vedrørende planlagt vedlikehold anses også som oppfylt dersom vedlikeholdet kan legges til perioder med liten trafikk slik at *normalt krav* til spenning kan opprettholdes for de togene som på det tidspunktet er i trafikk.
- c) Det stilles redusert krav til spenning i unormale driftsituasjoner.
1. Forsinkelser og begrensninger i togtrafikken bør begrenses/redueres ved vurderinger i forhold til vedlikeholdsregelverket
 2. Forsinkelser og begrensninger i togtrafikken skal begrenses/redueres ved vurderinger i forhold til prosjekteringsregelverket
 3. Med *unormale driftsituasjoner* menes for eksempel:
 - 3.1. Trafikk:
 - 3.1.1. Oppløsning etter masseforsinkelse i henhold til gjeldende rutiner
 - 3.2. Infrastruktur:
 - 3.2.1. Alvorlig feil i matestasjon hvor matestasjonen ikke kontinuerlig kan mate ut minst 50 % av stasjonens installerte ytelse fordelt på alle utgående linjeavganger.
 - 3.2.2. Utfall av energiforsyning til en matestasjon
 - 3.2.3. Brudd i samkjøringen, både planlagt og uforutsett, mellom matestasjoner som følge av brudd i samkjøringen i trefasenettet.
 - 3.2.4. Uforutsett brudd på samkjøringen eller elektrisk øydannelse på grunn av brudd i overføringsnett og andre seriekomponenter (kondensatorbatteri etc.) som ikke fysisk hindrer togframføringen på de(n) elektriske øyen(e). Med elektrisk øydannelse menes seksjonering av overføringsnett som fører til at banestrekninger eller deler av banestrekninger isoleres elektrisk fra samkjøringen med resten av nettet.
 - 3.3. Vedlikehold av infrastruktur:
 - 3.3.1. Større vedlikehold av matestasjoner hvor begrensning i ytelsen er nødvendig, for eksempel bytte av roterende aggregater.
 4. Begrensning/reduksjon av forsinkelser og begrensninger i togtrafikken som følge av lav spenning på togets strømtakere, kan for eksempel være:
 - 4.1. Strategiske, taktiske og/eller operative disponeringer i trafikken.
 - 4.2. Optimalisering av seksjoneringsmuligheter.
 - 4.3. Etablering av flere mulige matingsveier.
 - 4.4. Planlegging av vedlikehold.
- d) Det stilles ikke krav til spenningen i berørt(e) seksjon(er) i *situasjoner der togtrafikk ikke er mulig*.
1. Energiforsyningens nedetid i *situasjoner der togtrafikk ikke er mulig*, skal reduseres mest mulig
 2. Med *situasjoner der togtrafikk ikke er mulig*, menes for eksempel:
 - 2.1. Trafikk:
 - 2.1.1. Stående feil/kortslutning i rullende materiell.
 - 2.2. Infrastruktur:

- 2.2.1. Regionalt kraftsystemutfall med manglende energiforsyning til to eller flere nærliggende matestasjoner.
- 2.2.2. Brudd i samkjøringen, både planlagt og uforutsett, i overføringsnett som fysisk hindrer togframføringen.
- 2.2.3. Utsiktet utløsning av nødfrakobling
- 2.3. Vedlikehold:
 - 2.3.1. Annet vedlikehold (ikke energiforsyningen) som hindrer fysisk togframføringen.

2.4 Belastning av omformere

Tabell 2-2 nedenfor viser den tillatte belastningsgraden for roterende omformeraggregater. Av hensyn til redundans i banestrømforsyningen og nødvendig ytelse er det i de fleste omformerstasjoner installert to eller flere aggregater.

Tabell 2-2 Belastning av roterende omformeraggregater

Aggregat Type [MVA]	Maks 2 sek belastning [A]	Maks 6 min belastning [MVA]	Maks time belastning [MVA]
3,1	450	4,8	3,1
5,8	625	8	5,8
7,0	825	11	7,0
10,0	1180	14	10

Definisjonen av disse verdiene er som følger:

- Timebelastningen er aggregatenes nominelle ytelse (kontinuerlig belastning). Den maksimale tillatte temperaturen oppnåes for aggregatet.
- Maksimal 6 minutters belastning defineres som aggregatenes/stasjonenes termiske overbelastbarhet. Denne verdien forutsetter for de roterende aggregatene at belastningen før maksimalbelastningen har vært under grunnlasten, som er halve 6 minutters-verdien. Om dette er oppfylt, vil maksimalt tillatt temperatur oppnås, som om aggregatet var belastet med nominell effekt i en time.
- Maksimal 2 sekundersverdi er aggregatenes maksimale strømbelastbarhet. Denne grensen er satt etter starttrinnet for generatorens overstrømsvern. Dersom denne grenseverdien overskrides sammenhengende i to sekunder, kan overstrømsvernet på stasjonen koble ut.

Aggregatene vil belastes med stadig varierende verdier. Innenfor for eksempel maksimal 6 minuttersverdi kan derfor belastningen tillates å overskride fastsatt verdi, hvis belastningen senere innenfor denne perioden er tilsvarende mye under. Således er det gjennomsnittsbetlastningen innenfor den aktuelle tidsperioden som er av betydning. Det samme gjelder for 1 times- og 2 sekundersbelastning.

Maksimalverdiene er beregnet ved at belastningen (i MVA eller kA) er integrert over den aktuelle tidsperioden, integralet får enheten MVAs eller kAs. Dette divideres deretter med den aktuelle tidsperioden (1 time, 6 minutter eller 2 sekunder). Verdien en da får vil være ekvivalent med en kontinuerlig belastning over den aktuelle tidsperioden. For effekten angir middelverdien:

$$S_{MEAN} = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} S dt$$

For strømmer og spenninger blir tidsverdier undersøkt med effektivverdien (RMS, Root Mean Square):

$$I_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{T_0}^{T_0+T} I^2 dt}$$

Teknisk regelverk sier at i forhold til vedlikeholdsregelverk ved avvik og normaldriftsituasjon, skal det legges til 10 % margin for å ta høyde for mindre endringer i trafikken som normalt vil forekomme, og 5 % margin for tillatt overbelastning av komponenter. For prosjekteringskravet kommer i tillegg 20 % margin for å ta høyde for trafikkøkning utover trafikkprognosen, se tabell 2-3. I denne utredningen er 20 % margin oversett, fordi den trafikken som er lagt inn, er så omfattende at det er vanskelig å øke trafikken ytterligere. Når ett aggregat i en omformerstasjon faller ut, kan omformerstasjonen ikke belastes med mer enn 85 % av sin maksimale ytelse. På bakgrunn av dette tillates det ikke at en omformerstasjon med to aggregater belastes med mer enn 43 %. Ved utfall av ett eller flere aggregater i en stasjon, vil polhjulsinkelen i gjenstående aggregat(er) endres, og dette fører til at en del av lasten vil skyves over til andre matestasjoner. Dessuten vil omformerstasjonen få en fallende spenningsstatikk ved økt reaktiv belastning, se [5]. Derfor kan belastningen økes noe utover de angitte 43 % til 50 %. For stasjoner med tre omformere tillates ikke større belastning enn 66 %, og for fire tillates opp til 75 %. Erfaringsmessig viser at 2-sekundersbelastning kan tillates å belaste over 60 % for omformerstasjoner med to like store aggregater, se notat [10]. For tre eller fire aggregater kan 2-sekundersbelastning tillates å belaste henholdsvis 76 % og 85 %.

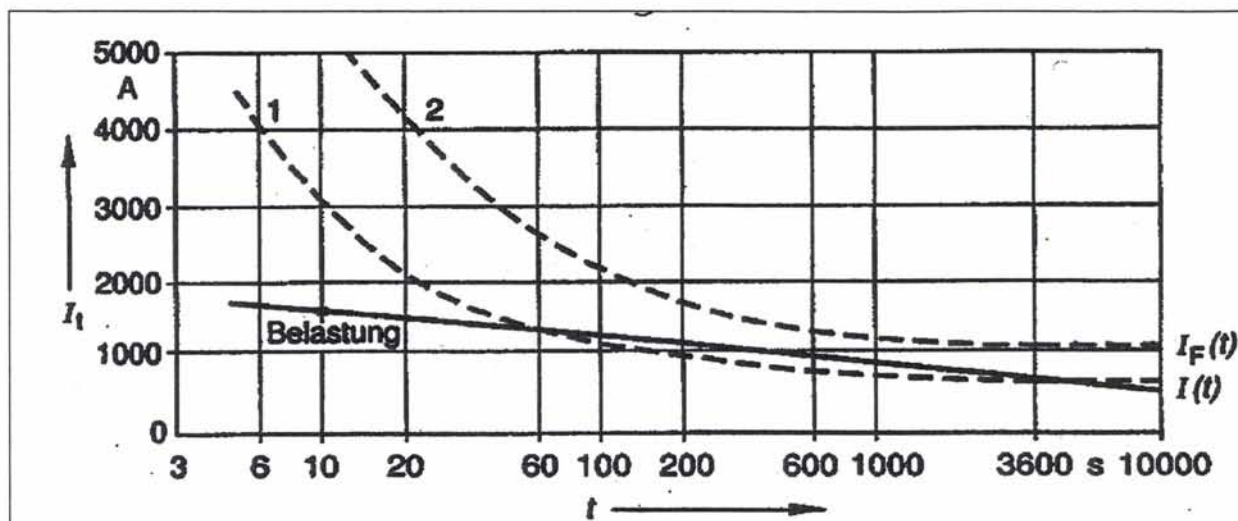
Tabell 2-3 Oversikt av marginene for belastning av omformerstasjoner og kontaktledningen ved forskjellige driftsituasjoner

	Type krav	Margin for mindre endringer i trafikken	Margin for overbelastning	Margin for trafikkøkning i fremtiden
Normalt krav	Vedlikehold	10 %	5 %	-
	Prosjektering	10 %	5 %	20 %
Redusert krav (avvikssituasjon)	Vedlikehold	10 %	5 %	-
	Prosjektering	10 %	5 %	-
Redusert krav (unormalsituasjon)	Vedlikehold	-	5 %	20 %
	Prosjektering	-	5 %	20 %

2.5 Kontaktledningens strømføringsevne

Hele vurderingen her gjøres med system 20. Kontaktledningen for de fleste strekningene er av kopper (Cu) med 100 mm² kontaktråd og 50 mm² bæreline. Figur 2-1 nedenfor viser denne kontaktledningens strømføringsevne. Det er forutsatt følgende; at kontaktråden er slitt 10 %, det er 35 °C lufttemperatur og 1 m/s vindhastighet. Nominell strømføringsevne er 600 A.

Tilnærmede verdier for strømbelastningen kan avleses for kontaktledning uten forsterkningsleder (kurve 1): Tillatt strøm for 10 sekunders belastning 3000A, for 1 minutt 1250A og for 6 minutter 800A. På samme måte som for belastning av omformerne gjelder verdiene belastning av angitt strøm kontinuerlig over angitt tid. Også ved bygging av nytt kontaktledningsanlegg vil denne typen materiell benyttes.



Figur 2-1 Kontaktledningens strømføringsevne, tid i sekunder

2.6 Negativ- og positivleders strømføringsevne

I henhold til utredninger foretatt av Statnett for aluminiumsledere og Norconsult for kabler i tunneler, er høyeste kontinuerlige strømstyrke henholdsvis **697 A** og **507 A** for liner og kabler med tverrsnitt på 240 mm^2 , se [7] og [8], samt vurderinger foretatt av BTPE, se [9]. Denne belastningen gjelder for ekstremt varmt vær (omgivelsestemperatur $35 \text{ }^\circ\text{C}$, vind $1,0 \text{ m/s}$, og sol 1030 W/m^2). Når det gjelder liner med tverrsnitt 400 mm^2 (nærmeste undersøkt til 381 mm^2 standardtverrsnitt) er kontinuerlig belastning under disse forholdene **960 A** og for kabel med samme tverrsnitt **676 A**.

Når det gjelder kortvarig belastning, er det oppnådd høyeste temperatur på kabel eller line ved dimensjonerende omgivelsesforhold som er begrensende. Fra beregninger [9] er det sett på en meget høy strømbelastningssyklus for en avgang fra Oppdal omformer. Med en høyeste belastning på **1340 A i 1 minutt** og med de værforholdene som er beskrevet ovenfor, viste det seg at høyeste temperatur ble $72 \text{ }^\circ\text{C}$ for liner med tverrsnitt på 240 mm^2 . Høyeste tillatte temperatur er ofte $90 \text{ }^\circ\text{C}$, så det er enda en mulighet for noe mer belastning enn det som den aktuelle belastningssyklusen ga. For kabler er kortvarig belastning for TSLE med tverrsnitt 240 mm^2 eller 400 mm^2 på henholdsvis **845 A eller 1235 i 10 minutter**.

Tabell 2-4 og tabell 2-5 setter opp "skal" og "bør kravene" for ledernes strømføringsevne. En skal i simuleringene undersøke at strømbelastningen ikke kommer over "skal kravet" markert med utheving i tabellene nedenfor. For kortvarige belastninger for liner er tallene ikke absolutte og om en i simuleringene får for store belastninger bør egne beregninger (simuleringer) av oppnådd temperatur gjøres fordi strømmens form og varighet er av stor betydning.

Tabell 2-4 Strømgrenser for 240 mm^2 liner og kabler med "skal" og "bør" krav for nye anlegg

Høyeste belastning for liner og kabel 240 mm^2				
NL- og PL-avgang ved omformer og hele strekningen	Strøm [A]			
	Liner		Kabel	
	Kortvarig	Kontinuerlig	Kortvarig	Kontinuerlig
Maks grense	1340	700	850	510
15 % "skal"	1139	595	723	434
30 % "skal"	1030	540	650	390
35 % "bør"	990	520	630	381

Tabell 2-5 Strømgrenser for 381 mm² liner og kabler med "skal" og "bør" krav for nye anlegg

Høyeste belastning for liner og kabel 381 mm²				
NL- og PL-avgang ved omformer og hele strekningen	Strøm [A]			
	Liner		Kabel	
	Kortvarig	Kontinuerlig	Kortvarig	Kontinuerlig
Maks grense	-	960	1235	680
15 % "skal"	-	816	1050	578
30 % "skal"	-	740	950	520
35 % "bør"	-	710	910	500

3 INNDATA FOR SIMULERING

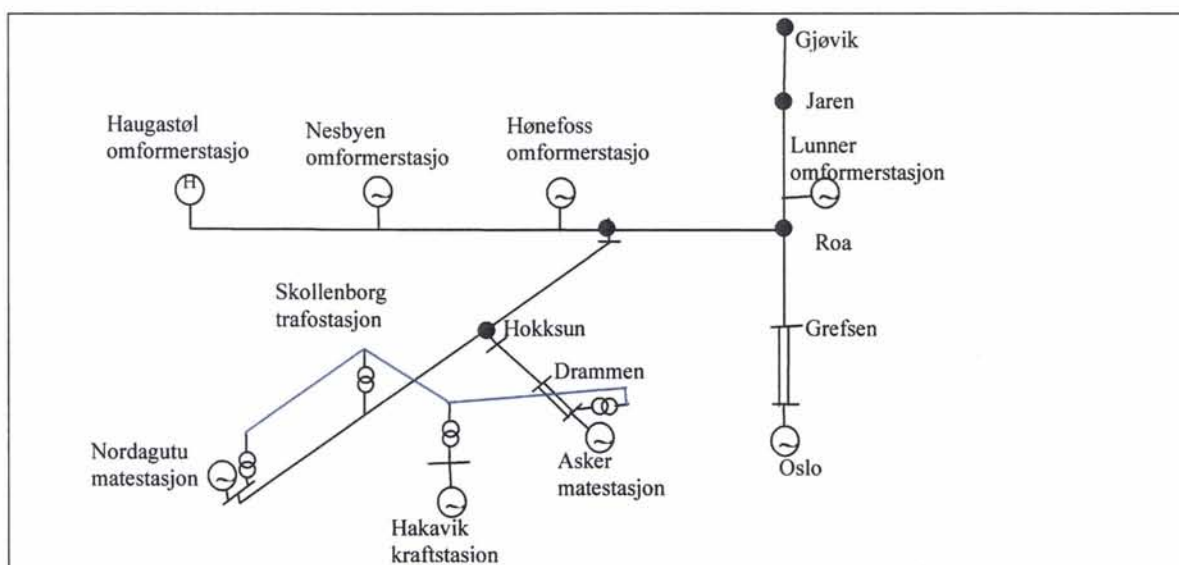
I dette kapittelet beskrives kort de modeller som anvendes i simuleringen og inndata for disse. Mange av modellene som er med i simuleringen, er meget avanserte standardmodeller som er definert i SIMPOW og TracFeed, og det henvises til manualene for disse programmene.

3.1 Avgrensning av simulering

Strekningen på Gjøvikbanen er modellert ut fra det som er angitt i prosjektprogrammet [2] og Jernbaneverkets stamnettutredning [4]. Banestrekningen strekker seg fra Oslo (0 km) til Gjøvik (123,8 km), Roa (57,7 km) til Haugastøl (275,5 km) og fra Hønefoss (89,6 km) til Asker (23,8 km) og Nordagutu (145,9 km). Med unntak av strekningene Oslo – Grefsen og Asker – Drammen, er banestrekningene enkeltsporede. Vertikalkurvaturen for banestrekningen er modellert med dagens profil. Nedenfor viser figur 3-1 hvordan anlegget er sammensatt i simuleringen. Den sørlige delen av Gjøvikbanen er tett knyttet til Oslo-området, som har sterk strømforsyning. Hovedfokuset i denne utredningen er strekningen Oslo – Gjøvik og Roa – Hønefoss. Selv om modellen er forlenget til Haugastøl og Nordagutu, vil vurdering av spenningsverdi for togene og strøm for kontaktledningen kun strekke seg til Nesbyen og Hokksund fordi belastningen for strekninger utover dette området ikke vil være korrekt.

Som sagt i innledningen er det lagt inn en dimensjonerende ruteplan som bygger videre på grafisk ruteplan 158.1. Det fremføres persontrafikk mellom Oslo og Gjøvik og mellom Oslo og Jaren. For persontrafikk benyttes det et dobbelsett type 69 med et belegg på 70 % av setene. Mesteparten av godstogene fremføres fra Grefsen (6,8 km) til Haugastøl og med retur. Det er noen få godstog som fremføres over Drammen (52,9 km) til Haugastøl. Derimot mellom Drammen og Nordagutu fremføres godstog som følger dagens ruteplan. I modellen benyttes det Multipel BR185 og en lastvekt på 1200 tonn.

Første simuleringsalternativet, alternativ 0 simuleres for et helt døgn, for å undersøke når på døgnet omformerstasjonene blir mest belastet. Etter gjennomføring av simuleringsalternativ 0 viste det seg å være tilstrekkelig med simulering i 19 timer, siden omformerstasjonene får størst belastning i periodene 07–09 og 16–19.



Figur 3-1 Enlinjeskjema for Gjøvikbanen og en del av strekningen langs Bergensbanen og Sørlandsbanen. Dagens matestasjoner og kontaktledning. Blå linje viser fjernledningen.

3.2 Banestrømforsyning

Samtlige omformerstasjoner har roterende aggregater, og de er lagt inn med en flat spenningskarakteristikk på 16,5 kV i henhold til Teknisk regelverk. Ved utfall av aggregater vil omformerstasjonene ha fallende statikk. Alle omformerstasjonene er modellert med et overliggende nett som har en stiv spenningskilde og fasevinkel lik null. Fra [5] vises det at forskjellen mellom lastfordelingen mellom sterke og svake nett ikke er særlig stor.

Hakavik kraftstasjon er tilknyttet 55 kV fjernledning. Fjernledningen går fra Hakavik til Sundet koblingsstasjon, herfra splittes linjen med avgreining til Asker og Skollenborg transformatorstasjon. Fjernledningen strekker seg videre til Skollenborg transformatorstasjon videre til Nordagutu og Neslandsvatn transformatorstasjon. Gjennom disse transformatorstasjonene forsynes kontaktledningen. Imidlertid er det siste innmatepunktet ikke inkludert i modellen. Fjernledningen vises med blå strek i figur 3-1.

Det forutsettes at den sørlige delen av Gjøvikbanen har et sterkt nett, og dermed er Oslo modellert som en spenningskilde. I modellen benyttes det følgende roterende aggregater i omformerstasjonene. Nedenfor er det gitt dagens installert ytelse:

- 2 x 5,8 MVA i Lunner omformerstasjon
- 2 x 5,8 MVA i Hønefoss omformerstasjon
- 5,8 + 7 MVA i Nesbyen omformerstasjon
- 5,8 + 7 MVA Haugastøl omformerstasjon
- 2 x 10 MVA i Asker omformerstasjon
- 2 x 7 MVA i Nordagutu omformerstasjon

Som sagt i forrige avsnitt er det bare Lunner og Hønefoss omformerstasjon som er av interesse og skal undersøkes i denne utredningen. Plassering og belastningsprosenten for omformerstasjonene vises i tabell 3-1.

Dersom resultatene fra en normal driftsituasjon er godt innenfor den tillatte belastningsgraden, er det ikke hensiktsmessig å foreta simuleringer for avvik og unormale driftsituasjoner. Simuleringsalternativer som får resultater utover den tillatte belastningsgraden under en normal driftsituasjon, blir heller ikke simulert med avvikssituasjoner. Men en kan tenke seg å gjøre noen tiltaksvurderinger som kan forbedre alternativet.

Tabell 3-1 Plassering omformerstasjonene og maksimal tillatt belastning av omformerne

Matestasjon	Aggregater [MVA]	Plassering [km]	Maks. 2 sek belastning [A]	Maks. 6 min belastning [MVA]	Maks. 1 time belastning [MVA]	Tillatt belastning [%]
Lunner	2x5,8	60,4	20,6	16	11,6	50
Hønefoss	2x5,8	96,5	1250	16	11,6	50

4 SIMULERINGSRESULTATER

Resultater fra simuleringene presenterer omformerstasjonenes belastninger i MVA, laveste spenning for samtlige tog for 1-sekunds- og 2-minuttersverdi (RMS-verdien), og strømmen fra omformerstasjonenes utgående linjeavganger. Resultatene vises i tabellform og på figur. Røde tall viser belastninger utover belastningsprosenten, mens blå tall viser belastninger innenfor belastningsprosenten.

4.1 Simuleringsalternativ 0 – Konvensjonelt kontaktledningsanlegg

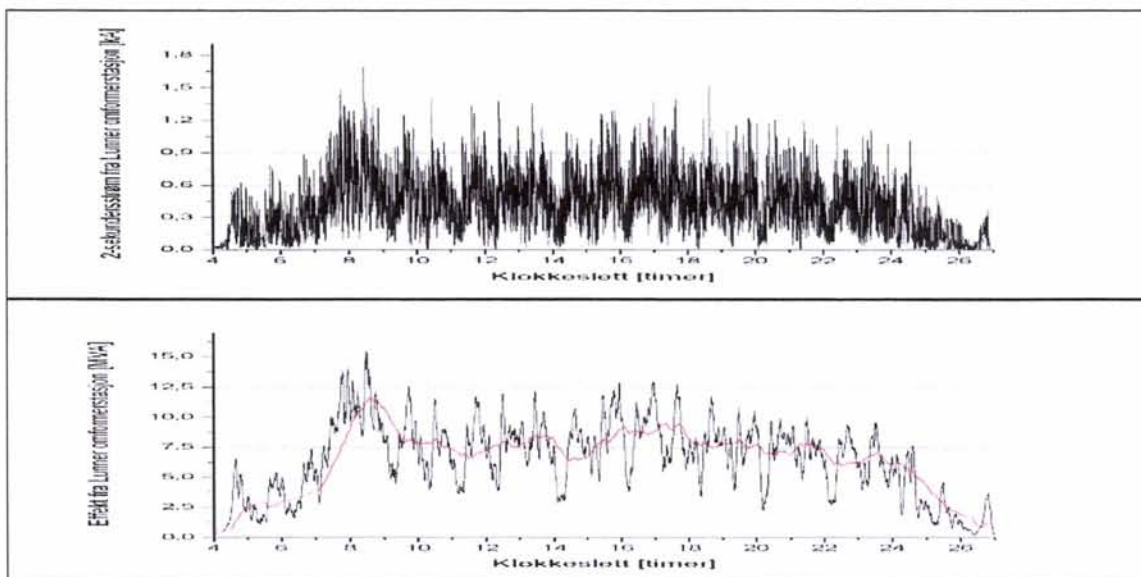
Simuleringen for alternativ 0 med konvensjonelt kontaktledningsanlegg og fremtidige togtrafikk (dimensjonerende ruteplan), og normal driftsituasjon, er referanse for simuleringene. Simuleringsmodellen for alternativ 0 er den grunnmodellen som er vist i figur 3-1. Dette simuleringsalternativ vurderes ut i fra vedlikeholds kravet da det ikke foretas endringer av dagens banestrømforsyning.

4.1.1 Belastning av omformerstasjoner

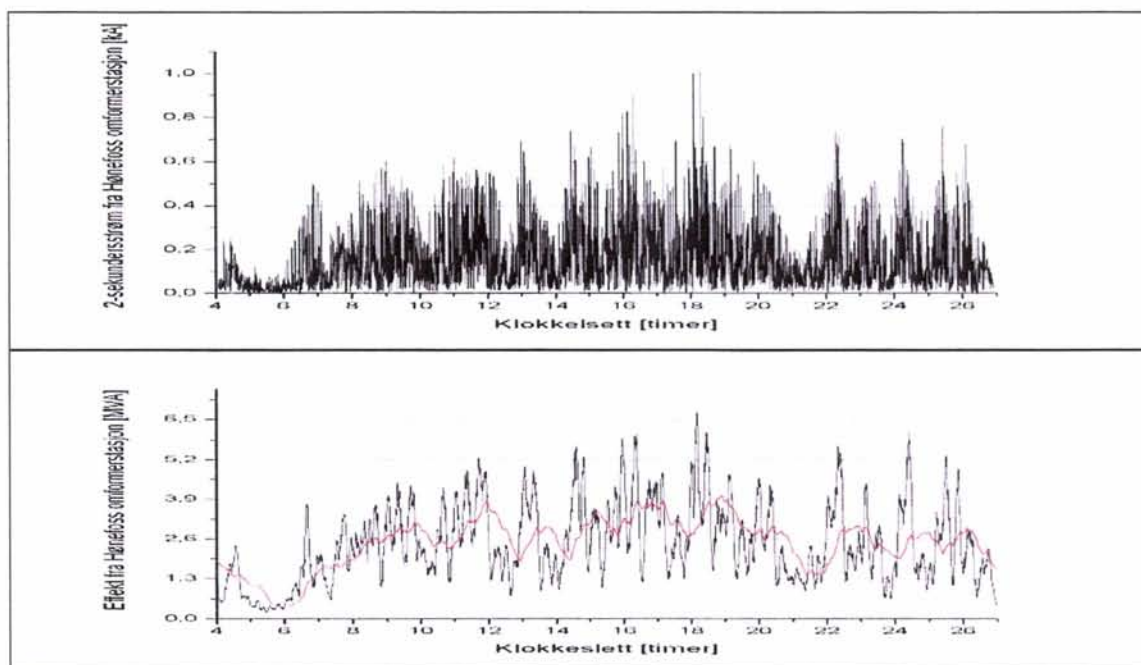
I tabell 4-1 vises belastningen for Lunner og Hønefoss omformerstasjoner. Den tillatte belastningen for begge stasjonene er 50 % av den installerte ytelsen i normal tilfelle. Det vises at Lunner omformerstasjon er overbelastet for alle tidsintervaller. For både 2-sekunders-, 6-minutters- og 1-timesperioden har den ingen margin å gå på, og det er fare for at omformerstasjonen kan falle ut når som helst. Hønefoss omformerstasjon får en belastning over den tillatte grensen for 2-sekundersverdien. Nedenfor er det i figur 4-1 og figur 4-2, vist strøm og effekt levert fra Lunner og Hønefoss omformerstasjoner. Størst belastning fås ved tidene 08:00 og 18:30.

Tabell 4-1 Belastning av omformerstasjoner for simuleringsalternativ 0. Prosentvis belastning av innsatt ytelse for Lunner og Hønefoss omformerstasjon. Rød skrift brukes for tilfellet der de tillatte verdiene er overskredet og blå skrift for verdier innenfor kravet.

Alternativ 0 – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg fra Oslo til Gjøvik, Roa til Haugastøl og Hønefoss til Nordagutu og Asker.							
Omformer	Innsatt ytelse [MVA]	Effekt og prosent av maksimalytelse					
		2 sek		6 min		1 time	
		[kA]	[%]	[MVA]	[%]	[MVA]	[%]
Lunner	2 x 5,8	1,69	135	15,51	96,9	11,66	100,5
Hønefoss	2 x 5,8	1,01	81,2	6,74	42,1	4,04	34,8



Figur 4-1 Simuleringsalternativ 0 viser belastning på Lunner omformerstasjon. Øverste bilde viser levert strøm (kA) for 2-sekunders. Nederste bilde viser levert effekt 6-minutters (sort) og 1-times (rød).



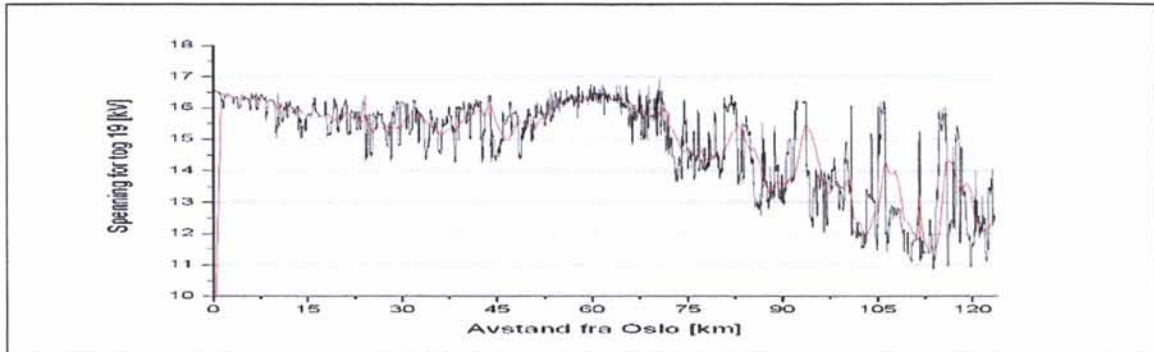
Figur 4-2 Simuleringsalternativ 0 viser belastning på Hønefoss omformerstasjon. Øverste bilde viser levert strøm (kA) for 2-sekunders. Nederste bilde viser levert effekt 6-minutters (sort) og 1-times (rød).

4.1.2 Spenning for togene

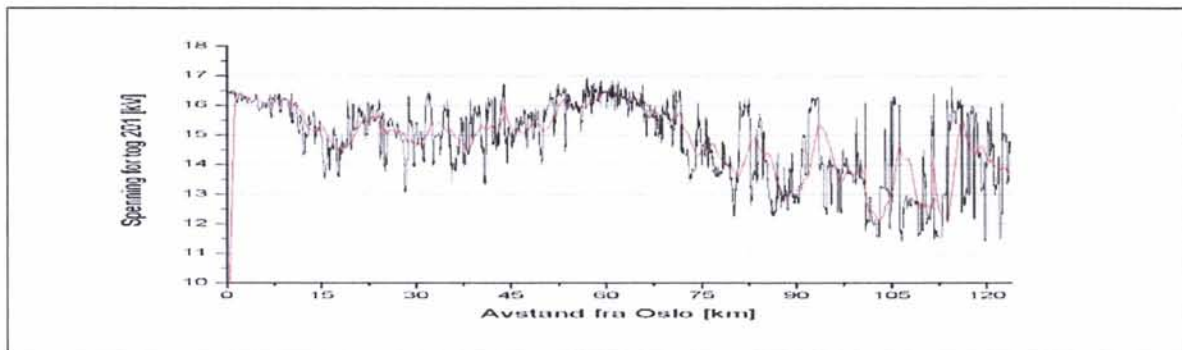
Spenning for samtlige tog for simuleringsalternativ 0 er vist i Appendiks A tabell 7-1. Simuleringsresultatene viser at 49 tog får spenning under kravet på 12,5 kV for momentanverdien og 13,5 kV for 2-minuttersverdien. Av disse er det 37 tog som fremføres mellom Oslo og Gjøvik. Selv for 2-minuttersverdien får togene spenninger under 12,0 kV. Figur 4-3, figur 4-4 og figur 4-5 viser spenning og tilbakelagt distanse for de persontog som får lavest spenning langs Gjøvikbanen. De lave spenningene oppstår rundt km 105-120, mellom Reinsvoll og Nygård.

Av alle godstogene er det godstog 5502 som får lavest spenning, se figur 4-6. Toget får en spenning på 12,5 kV for momentanverdi og 13,3 kV for 2-minuttersverdi. Dette toget fremføres fra Grefsen over

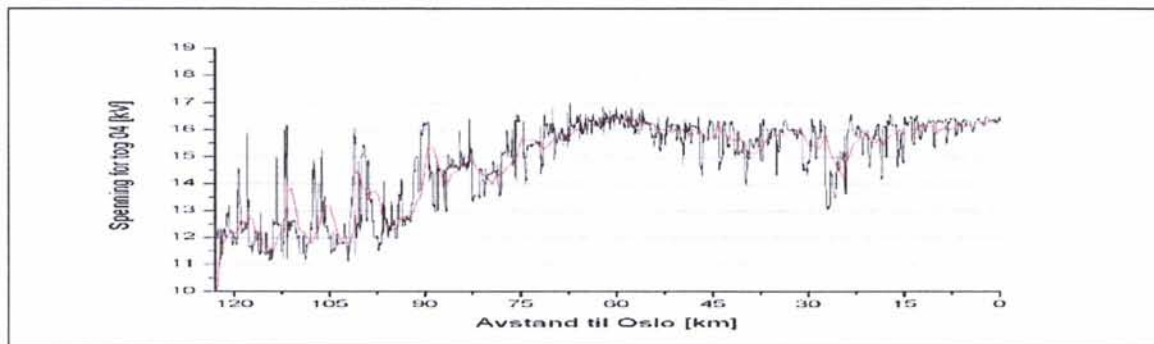
Roa til Haugastøl. Den lave spenningen opptrer på ca. km 145 for momentanverdien og ca. km 30 for 2-minuttersverdien langs Bergensbanen.



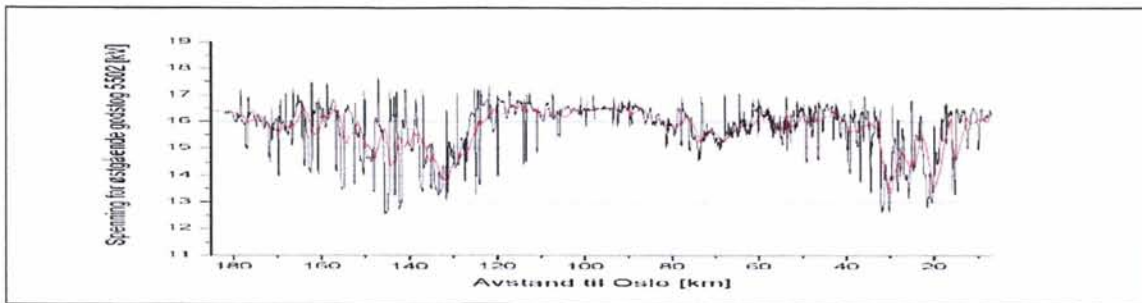
Figur 4-3 Spenning for nordgående persontog 19 fra Oslo til Gjøvik med dobbelsett type 69. Simuleringsalternativ 0 med normaldriftsituasjon. Sort strek viser momentanverdi, og rød strek viser 2-minuttersverdi.



Figur 4-4 Spenning for nordgående persontog 201 fra Oslo til Gjøvik med dobbelsett type 69. Simuleringsalternativ 0 med normaldriftsituasjon. Sort strek viser momentanverdi, og rød strek viser 2-minuttersverdi.



Figur 4-5 Spenning for sørgående persontog 04 fra Gjøvik til Oslo med dobbelsett type 69. Simuleringsalternativ 0 med normaldriftsituasjon. Sort strek viser momentanverdi, og rød strek viser 2-minuttersverdi.



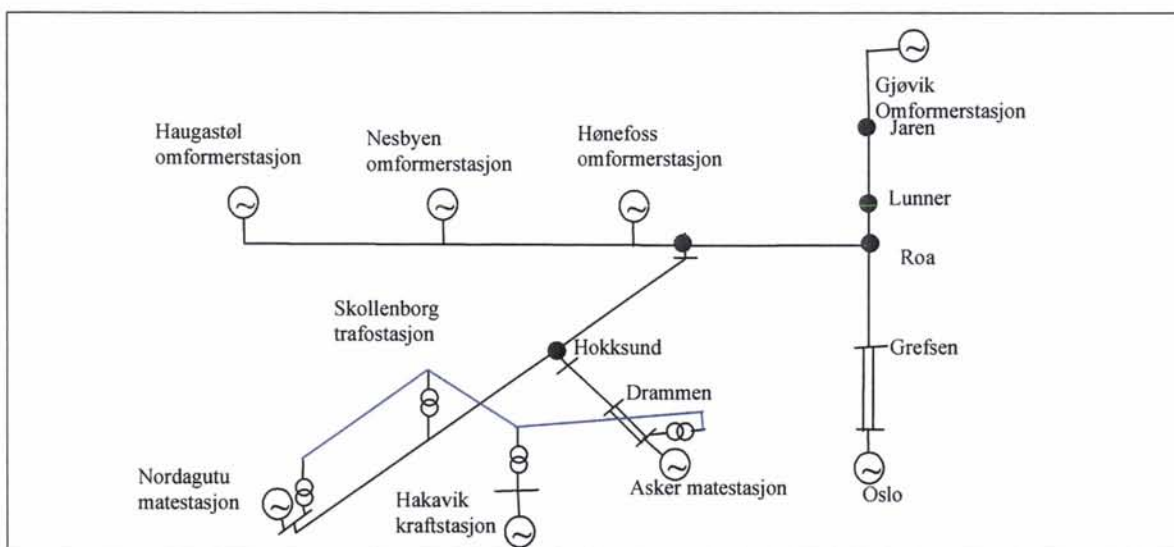
Figur 4-6 Spennings for østgående godstog fra Haugastøl til Grefsen med multipl BR185 og 1200 tonn. Simuleringsalternativ 0 med normaldriftsituasjon. Sort strek viser momentanverdi, og rød strek viser 2-minuttersverdi

4.1.3 Belastning av kontaktledningen

Belastning av kontaktledning er undersøkt for høyeste RMS-verdier for tidsperioder som vist i Appendiks B tabell 8-1. Verdier som overstiger den tillatte strømføringsevnen vises med rød skrift. Høyeste belastning fås for linjen ved nordlig avgang ved Grefsen for 1-minutt- og 6-minuttbelastning. De er henholdsvis på 1123 A og 762 A. Det er kun denne linjen som blir overbelastet. Ut fra figur 2-1 tillates ikke høyere belastninger enn 1062 A for 1-minuttbelastning, 680 A for 6-minuttersbelastning og 510 A for 1-timersbelastning under forutsetningene om 5 % margin for overbelastning og 10 % margin for endring som kan forekomme i trafikken. Dette viser at linjene blir overbelastet for 1-minutt og 6-minuttbelastning.

4.2 Simuleringsalternativ 1 – Konvensjonelt kontaktledningsanlegg og omformerstasjon på Gjøvik

Simuleringsalternativ 1 beskriver et konvensjonelt kl-anlegg med Lunner omformerstasjon flyttet til Gjøvik, slik at den nordlige delen av Gjøvikbanen får tosidig mating. Det simuleres i 19 timer, det vil si fra klokken 00 til 19. Dette intervallet er begrenset siden simuleringsalternativ 0 viste at omformerstasjonene får størst belastning mellom kl. 07-09 og kl. 16-19. Dette alternativet vurderes ut fra prosjekteringskrav for banestrømforsyningen. Nedenfor viser figur 4-7 hvordan anlegget er sammensatt i alternativ 1.



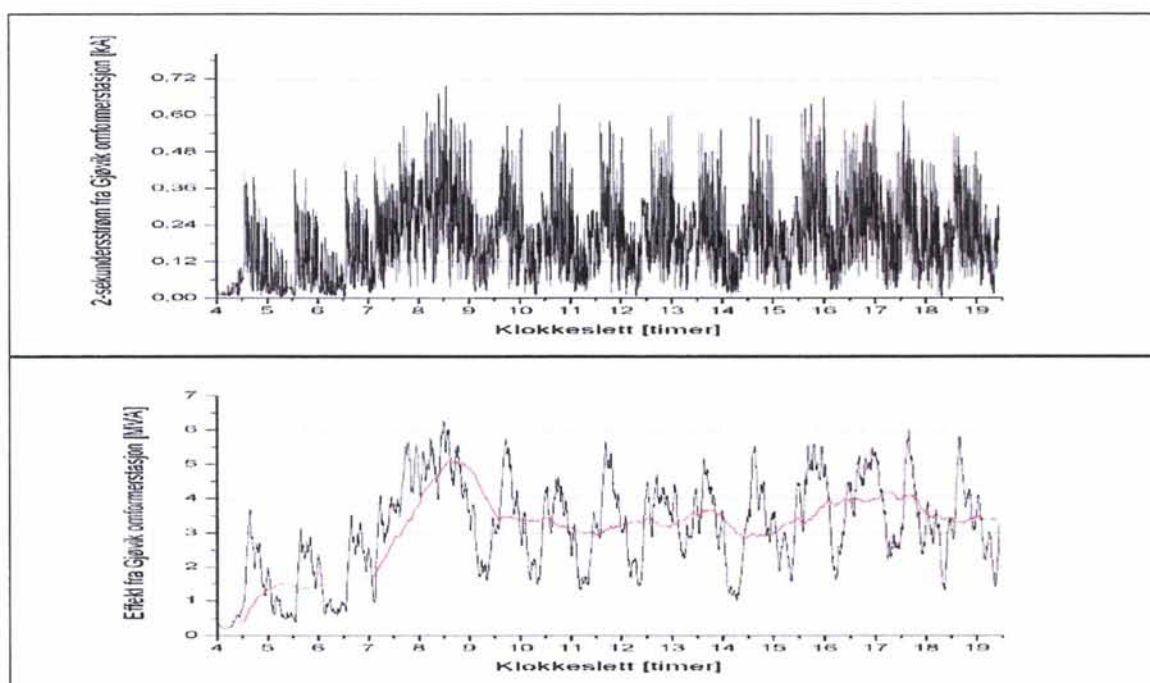
Figur 4-7 Enlinjeskjema for alternativ 1 med konvensjonelt kontaktledningsanlegg. Lunner omformerstasjon flyttes til Gjøvik. Blå strek viser linjen for fjernledning.

4.2.1 Belastning av omformerstasjoner

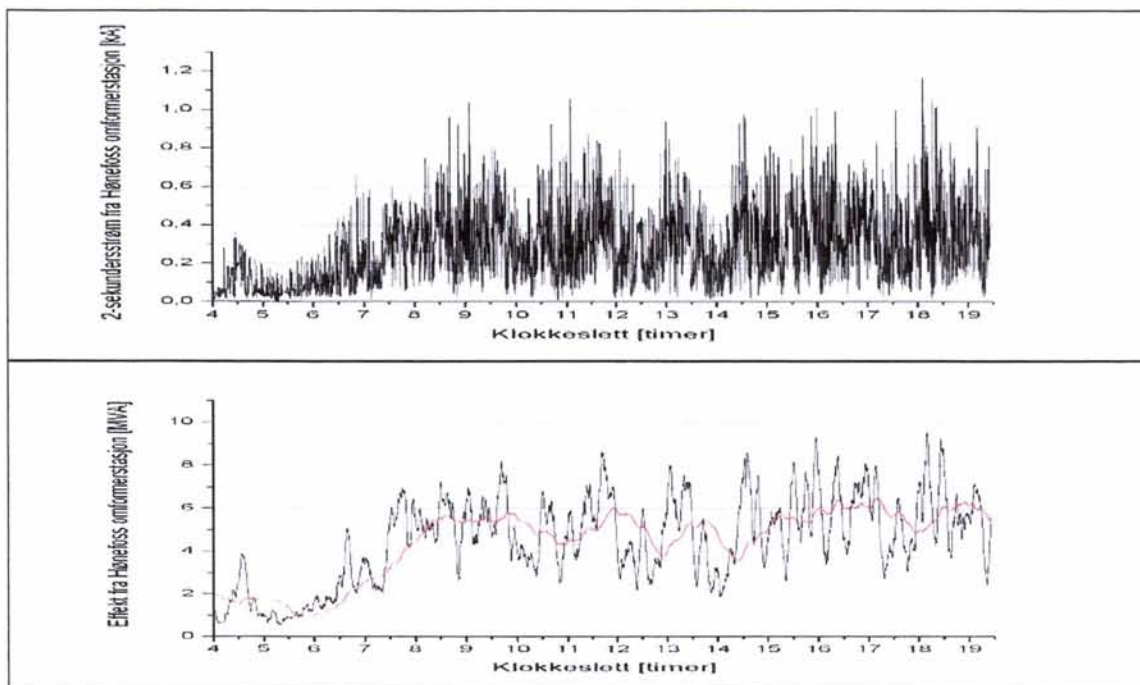
Belastningen av omformerstasjonene for simuleringsalternativ 1 vises i tabell 4-2. Lunner omformerstasjon får belastning innenfor den tillatte grensen for 6-minutters og 1-timesbelastning, men ikke for 2-sekundersbelastning. Derimot får Hønefoss omformerstasjon en belastning på ca. 93 % for 2-sekundersverdien, 60 % for 6-minuttersverdien og ca 56 % for 1-timesbelastning. Hønefoss omformerstasjon tilfredsstiller dermed ikke n-1 kriteriet for alle tidsperioder med en bestykning på 2 x 5,8 MVA. Nedenfor viser figur 4-8 og figur 4-9 belastningen av omformerstasjonene. Ved å flytte Lunner omformerstasjon til Gjøvik, blir en del av belastningen overført fra Lunner til Hønefoss, det kan en se ved å sammenligne med resultatet fra alternativ 0.

Tabell 4-2 Belastning av omformerstasjoner for simuleringsalternativ 1. Prosentvis belastning av innsatt ytelse for Lunner og Hønefoss omformerstasjoner. Rød skrift viser for tilfellet der tillatt verdier er overskredet, og blå skrift viser for verdier innenfor kravet.

Alternativ 1 – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg fra Oslo til Gjøvik, Roa til Haugastøl og Hønefoss til Nordagutu og Asker.							
Omformer	Innsatt ytelse [MVA]	Effekt og prosent av maksimalytelse					
		2 sek		6 min		1 time	
		[kA]	[%]	[MVA]	[%]	[MVA]	[%]
Gjøvik	2 x 5,8	0,70	55,8	6,28	39,3	5,10	44
Hønefoss	2 x 5,8	1,16	93,1	9,55	60	6,49	55,9



Figur 4-8 Simuleringsalternativ 1 viser belastning på Gjøvik omformerstasjon. Øverste bilde viser levert strøm (kA) for 2-sekunders. Nederste bilde viser levert effekt 6-minutters (sort) og 1-times (rød).



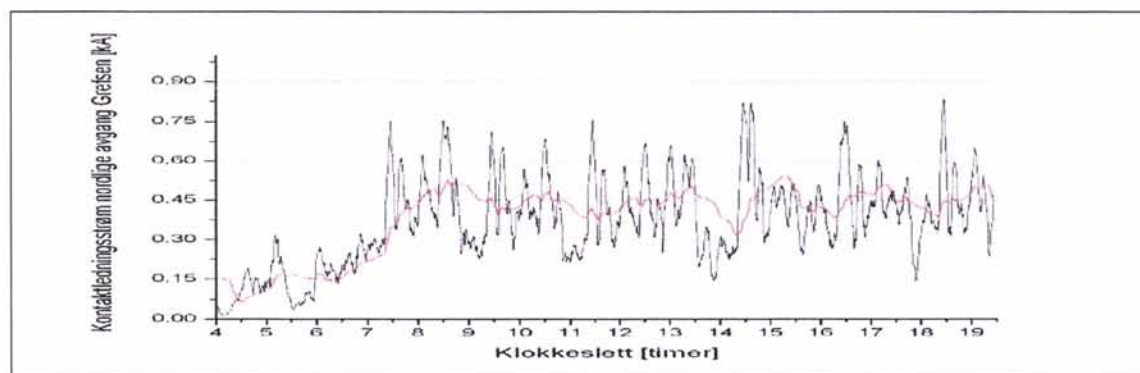
Figur 4-9 Simuleringsalternativ 1 viser belastning på Hønefoss omformerstasjon. Øverste bilde viser levert strøm (kA) for 2-sekunders. Nederste bilde viser levert effekt 6-minutters (sort) og 1-times (rød).

4.2.2 Spenning for togene

Spenning for samtlige tog for simuleringsalternativ 1 vises i Appendiks A tabell 7-2. Kravet gitt i Teknisk regelverk JD 546 for spenning er ikke oppfylt for over 70 tog, vurdert i henhold til prosjekteringskravene som er strengere enn vedlikeholdskravene.

4.2.3 Belastning av kontaktledningen

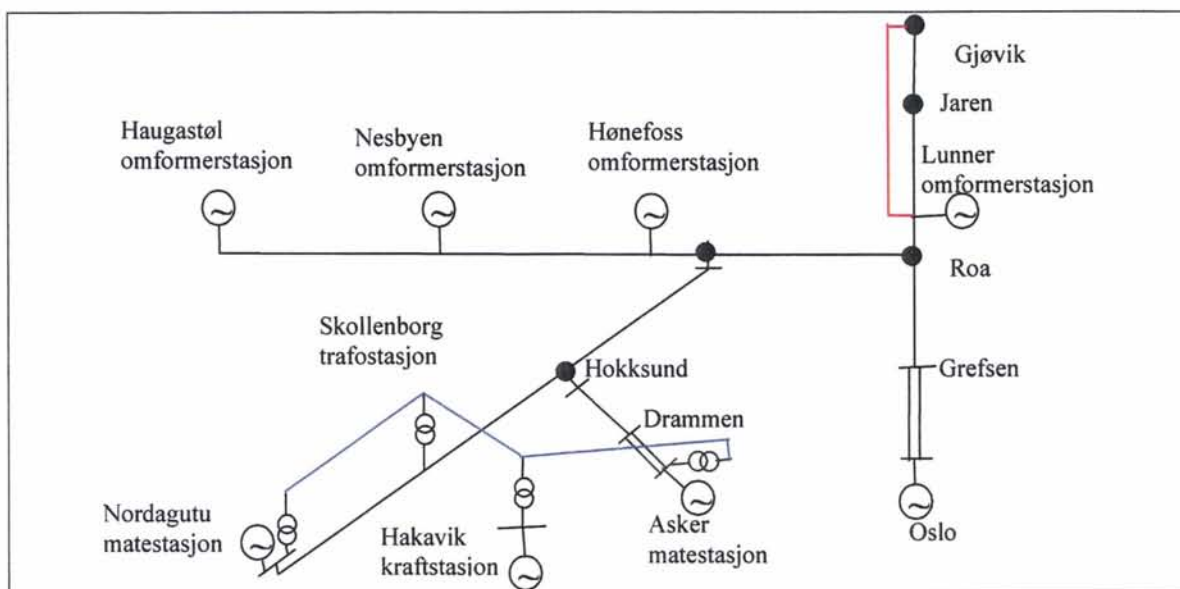
I Appendiks B tabell 8-2 vises belastning av kontaktledninger for høyeste RMS-verdier for forskjellige tidsperioder. Høyeste belastning fås for den nordgående linjen fra Grefsen med en belastning på 1123 A for 1-minuttersbelastning, 838 A for 6-minuttersbelastning og 542 for 1-timesbelastning. Belastningene er over den tillatte grensen fordi de tar ikke høyde for marginen på 15 % for overbelastning og for avvik som kan forekomme i trafikken. Figur 4-10 viser belastningsstrømmen for nordgående retning fra Grefsen.



Figur 4-10 Belastningsstrøm på kontaktledningen i nordgående retning fra Grefsen. Sort strek viser belastning for 6-minuttersverdien, og rød strek viser belastning for 1-timesbelastning.

4.3 Simuleringsalternativ 3 – Sørlig del av Gjøvikbanen med konvensjonelt kontaktledningsanlegg og nordlig del med AT-system

Simuleringsalternativ 3 gjelder for et kontaktledningssystem som har et konvensjonelt kl-anlegg på den sørlige delen av Gjøvikbanen og AT-system på den nordlige delen. Nedenfor viser figur 4-11 hvordan anlegget er sammensatt for alternativ 3. Dette alternativet vurderes ut i fra prosjekteringskrav, fordi man gjør endringer i infrastrukturen.



Figur 4-11 Enlinjeskjema for alternativ 3 med konvensjonelt kontaktledningsanlegg på den sørlige delen og AT-system (rød strek) på den nordlige delen av Gjøvikbanen. Blå strek viser linjen for fjernledning.

4.3.1 Simuleringsalternativ 3a

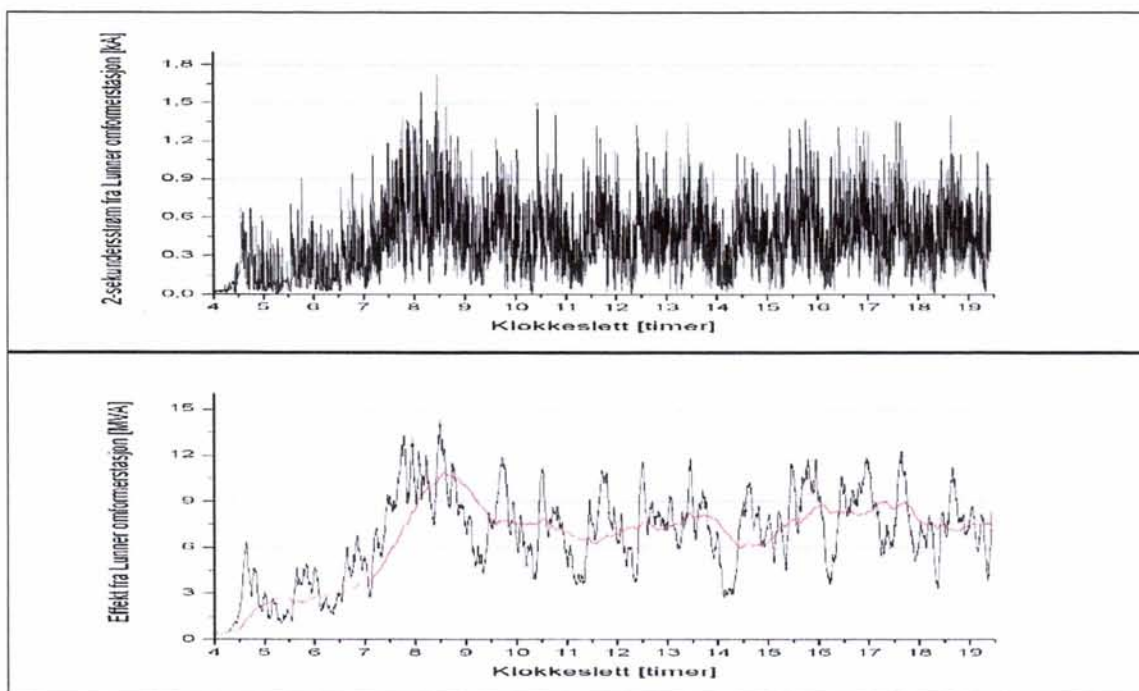
I simuleringsalternativ 3a er modellen sammensatt som beskrevet ovenfor, og omformerstasjonene i Lunner og Hønefoss består av 2x5,8 MVA. Dette tilsvarer dagens bestykning.

4.3.1.1 Belastning av omformerstasjoner

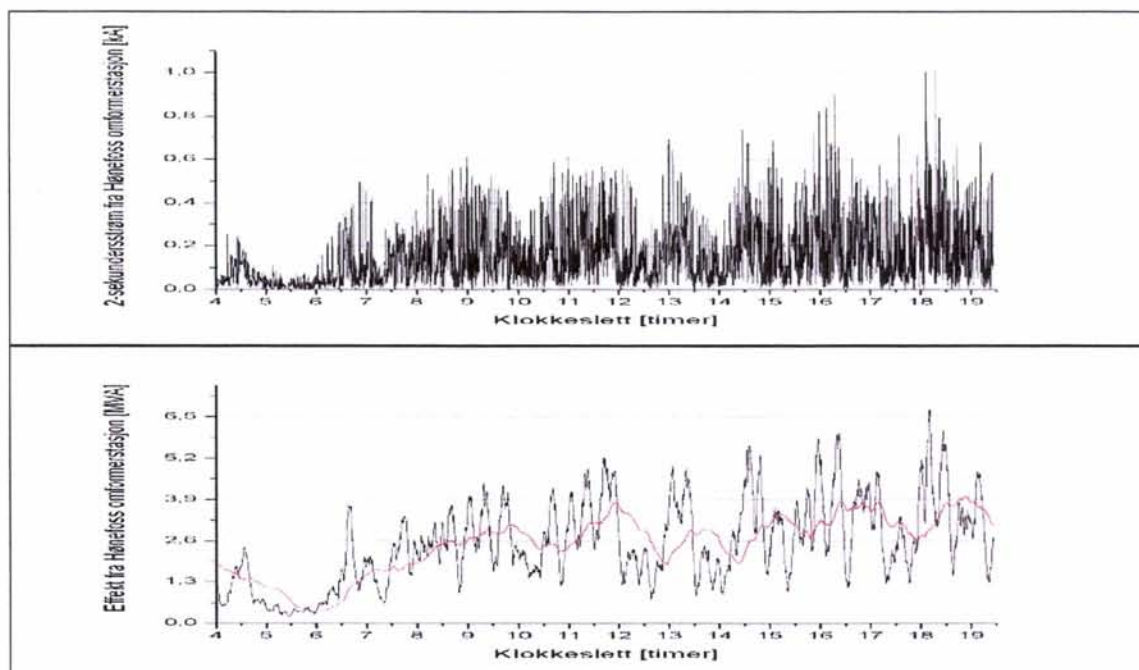
Nedenfor viser tabell 4-3 belastningen av Lunner og Hønefoss omformerstasjon. Lunner får høyest belastning med 137 %, 89,1 % og 94,1 % over den tillatte grense for henholdsvis 2-sekunders-, 6-minutters- og 1-timesverdien. Et slik belastningsgrad vil føre til utfall av stasjonen i normal driftsituasjon uten feil. Hønefoss får kun høy belastning for 2-sekundersverdien. Figur 4-12 og figur 4-13 viser belastning av omformerstasjonene for simuleringsalternativ 2.

Tabell 4-3 Belastning av omformerstasjoner for simuleringsalternativ 3a. Prosentvis belastning av innsatt ytelse for Lunner og Hønefoss omformerstasjon. Rød skrift er for tilfellet der tillatte verdier er overskredet, og blå skrift er for verdier innenfor kravet.

Alternativ 3a – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg fra Oslo til Gjøvik, Roa til Haugastøl og Hønefoss til Nordagutu og Asker.							
Omformer	Innsatt ytelse [MVA]	Effekt og prosent av maksimalytelse					
		2 sek		6 min		1 time	
		[kA]	[%]	[MVA]	[%]	[MVA]	[%]
Lunner	2 x 5,8	1,72	137	14,26	89,1	10,91	94,1
Hønefoss	2 x 5,8	1,02	81,3	6,73	42,1	4,02	34,7



Figur 4-12 Simuleringsalternativ 3a viser belastning på Lunner omformerstasjon. Øverste bilde viser levert strøm (kA) for 2-sekunders. Nederste bilde viser levert effekt 6-minutters (sort) og 1-times (rød).

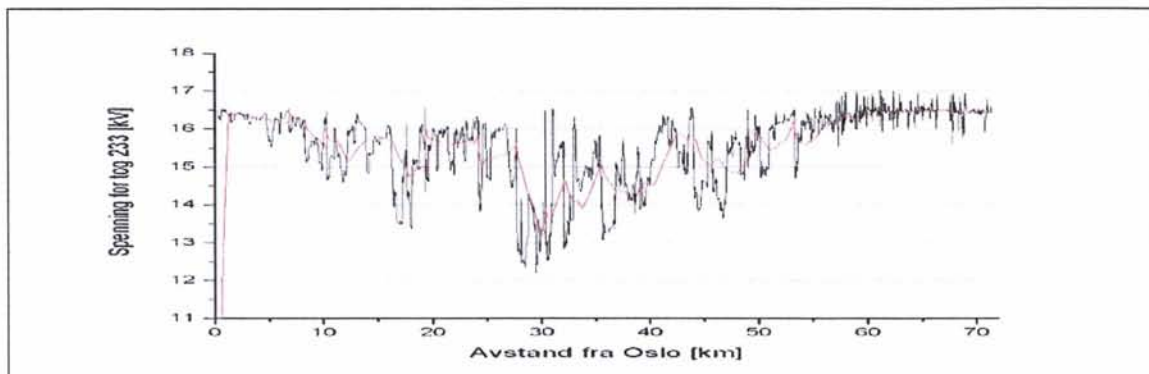


Figur 4-13 Simuleringsalternativ 3a viser belastning på Hønefoss omformerstasjon. Øverste bilde viser levert strøm (kA) for 2-sekunders. Nederste bilde viser levert effekt 6-minutters (sort) og 1-times (rød).

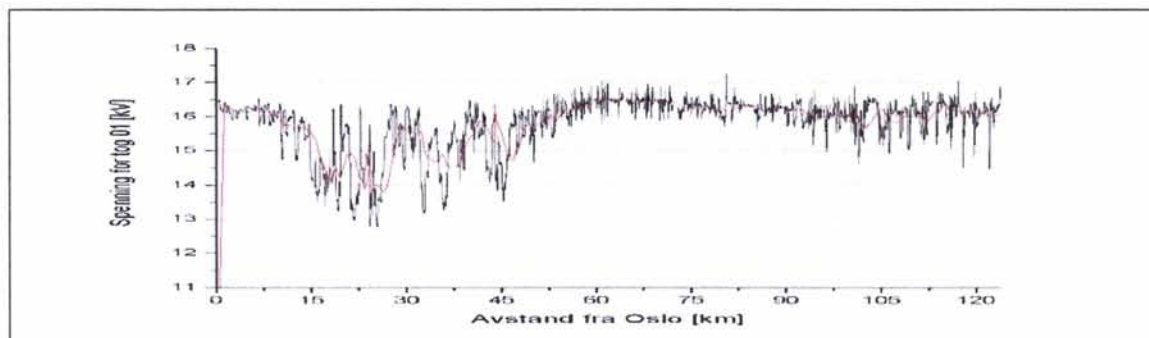
4.3.1.2 Spenning for togene

Spenning for togene for alternativ 3a vises i Appendiks A tabell 7-3. Spenningen for mange av persontogene er blitt bedre enn i alternativ 0. Samtlige tog som hadde lave spenninger på den nordlige delen av Gjøvikbanen, har fått tilfredsstillende spenningsverdier på over 13,0 kV for momentanverdier og 14,0 kV for 2-minuttersverdier. Derimot har den sørlige delen av Gjøvikbanen fått spenningsverdier for mange tog som ikke tilfredsstillende verdier for momentan- og 2-minuttersverdier

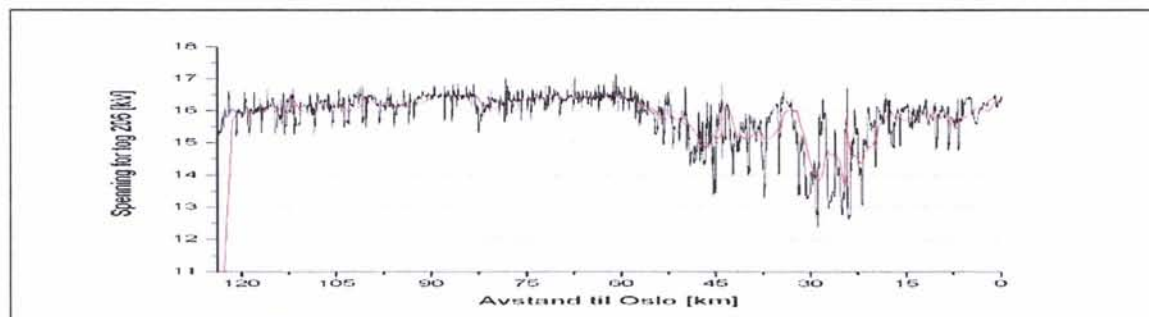
når de vurderes ut fra prosjekteringskravet. Nedenfor vises fra figur 4-14 til figur 4-18 spenning og tilbaketogt distanse for noen utvalgte tog som får lav spenning. De lave spenningene opptrer på den sørlige delen av Gjøvikbanen på km 25-30 fra Oslo.



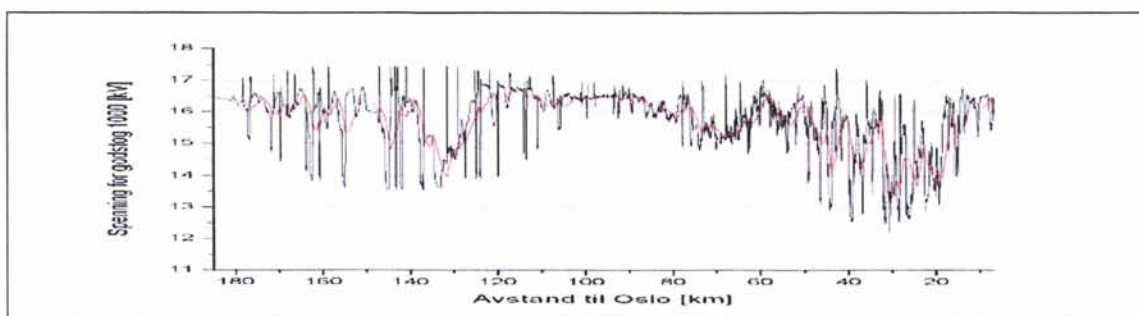
Figur 4-14 Spenning for nordgående persontog 233 fra Oslo til Jaren med dobbelsett type 69. Simuleringsalternativ 3a med normaldriftsituasjon. Sort strek viser momentanverdi, og rød strek viser 2-minuttersverdi.



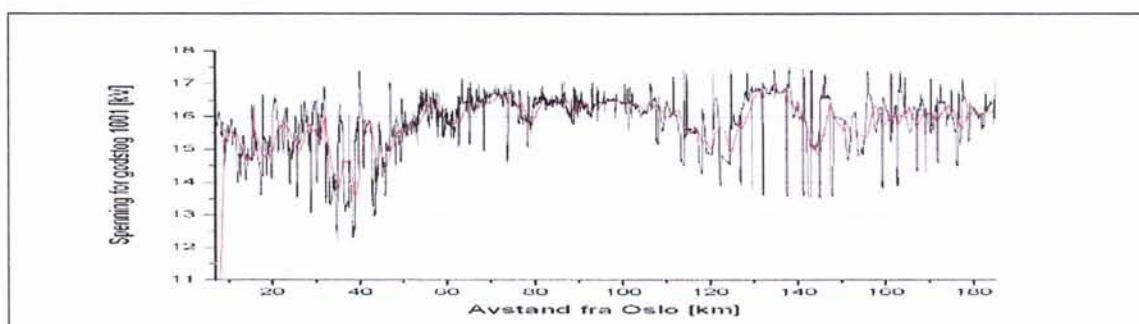
Figur 4-15 Spenning for nordgående persontog 01 fra Oslo til Gjøvik med dobbelsett type 69. Simuleringsalternativ 3a med normaldriftsituasjon. Sort strek viser momentanverdi, og rød strek viser 2-minuttersverdi.



Figur 4-16 Spenning for sørgående persontog 206 fra Gjøvik til Oslo med dobbelsett type 69. Simuleringsalternativ 3a med normaldriftsituasjon. Sort strek viser momentanverdi, og rød strek viser 2-minuttersverdi.



Figur 4-17 Spenning for østgående godstog 1000 fra Haugastøl til Grefsen med multipel BR185 og 1200 tonn. Simuleringsalternativ 3a med normaldriftsituasjon. Sort strek viser momentanverdi, og rød strek viser 2-minuttersverdi.



Figur 4-18 Spenning for vestgående godstog 1001 fra Grefsen til Haugastøl med multipel BR185 og 1200 tonn. Simuleringsalternativ 3a med normaldriftsituasjon. Sort strek viser momentanverdi, og rød strek viser 2-minuttersverdi.

4.3.1.3 Belastning av kontaktledningen

I Appendiks B tabell 8-3 vises belastning av kontaktledninger for høyeste RMS-verdier for forskjellige tidsperioder. Den delen av banestrekningen med AT-system har en belastning som tilfredsstillende strømføringsevnen gitt av [9]. Derimot får den sørlige delen av Gjøvikbanen belastningsstrømmer på 1114 A for 1-minuttbelastning, 759 A for 6-minuttersbelastning og 481 A for 1-timersbelastningen. I henhold til figur 2-1 er belastningsstrømmen på den sørlige delen av Gjøvikbanen over den tillatte grensen når en tar hensyn til marginene på 15 %.

4.3.2 Simuleringsalternativ 3b

Modellen i simuleringsalternativ 3b er sammensatt på samme måte som i alternativ 3a, men bestykningen i omformerstasjonen er oppgradert til 3x5,8 MVA for både Lunner og Hønefoss. Dette er gjort for å løfte spenningen for togene på den sørlige delen av Gjøvikbanen samtidig som en tillater høyere belastninger på omformerstasjonene. En antar at fasevinkelen i Lunner og Hønefoss endres seg slik at effektfordelingen blir jevnere. Dette fører til at linjen mellom Grefsen og Roa får mindre belastningsstrøm fra Oslo området og får økt belastningsstrøm fra Lunner.

4.3.2.1 Belastning av omformerne

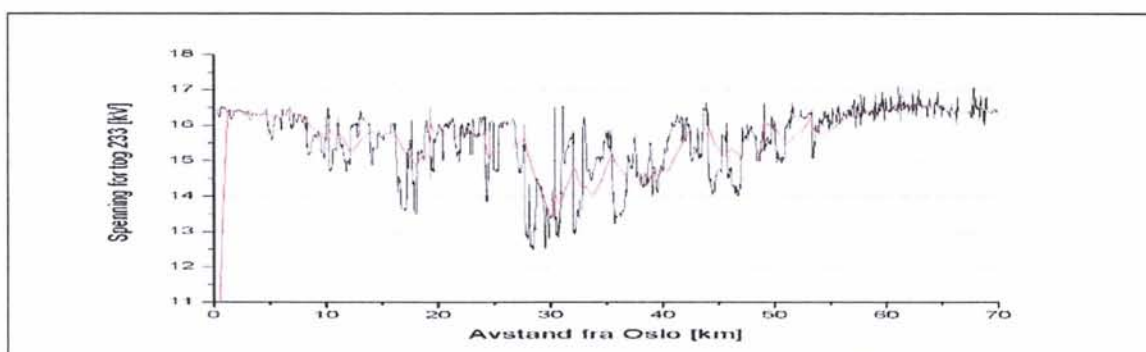
Tabell 4-4 viser belastningen av omformerstasjonene. Lunner oppfylder nå 6-minutters- og 1-timesverdien fordi den er belastet innenfor den tillatte belastningsprosenten på 66 %. Derimot er 2-sekundersverdien overskredet. Hønefoss får en belastning som oppfyller kravene.

Tabell 4-4 Belastning av omformerstasjoner for simuleringsalternativ 3b. Prosentvis belastning av innsatt ytelse for Lunner og Hønefoss omformerstasjon. Rød skrift er for tilfellet der tillatt verdier er overskredet, og blå skrift er for verdier innenfor kravet.

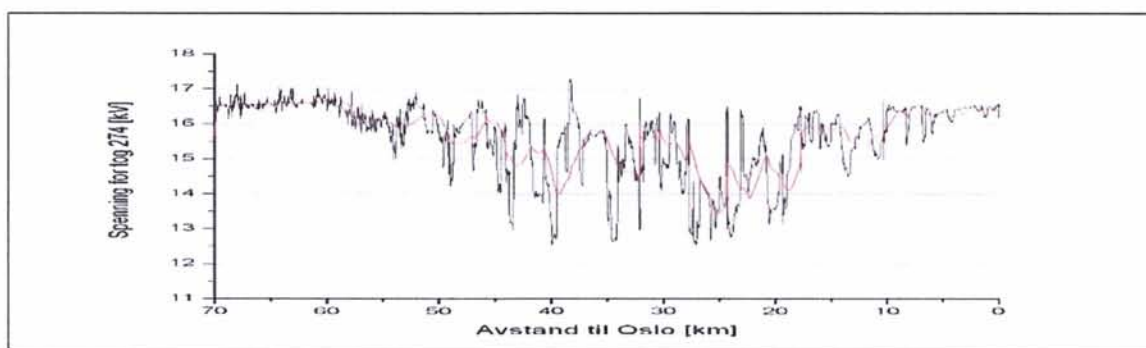
Alternativ 3b – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg fra Oslo til Gjøvik, Roa til Haugastøl og Hønefoss til Nordagutu og Asker.							
Omformer	Innsatt ytelse [MVA]	Effekt og prosent av maksimalytelse					
		2 sek		6 min		1 time	
		[kA]	[%]	[MVA]	[%]	[MVA]	[%]
Lunner	3 x 5,8	1,74	92,8	14,52	60,5	11,07	63,6
Hønefoss	3 x 5,8	1,09	58,1	6,92	28,8	4,18	24,0

4.3.2.2 Spenning for togene

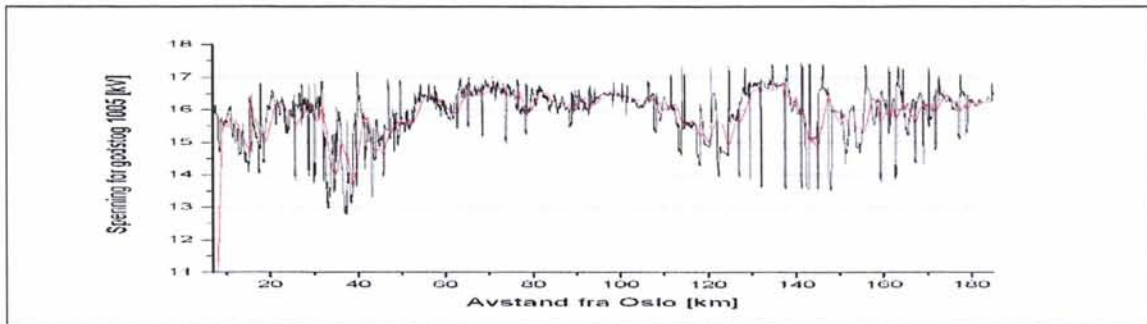
Spenning for togene vises i Appendiks A tabell 7-4. Fortsatt er det mange tog hvor spenningskravet ikke er tilfredsstillt når de vurderes i henhold til prosjekteringskravet. Nedenfor fra figur 4-19 til figur 4-22 vises spenningen og tilbakelagt distanse for noen utvalgte tog som ikke får oppfylt spenningskravet. De lave spenningene opptrer på den sørlige delen av Gjøvikbanen.



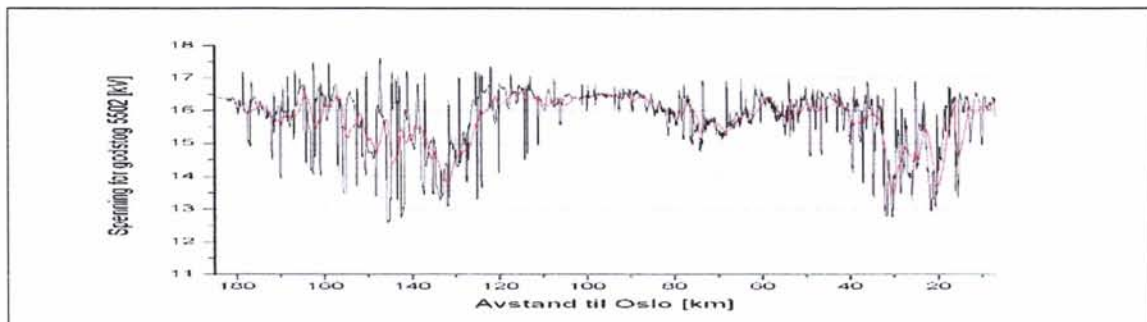
Figur 4-19 Spenning for nordgående persontog 233 fra Oslo til Jaren med dobbelsett type 69. Simuleringsalternativ 3b med normaldriftsituasjon. Sort strek viser momentanverdi, og rød strek viser 2-minuttersverdi.



Figur 4-20 Spenning for sørgående persontog 274 fra Jaren til Oslo med dobbelsett type 69. Simuleringsalternativ 3b med normaldriftsituasjon. Sort strek viser momentanverdi, og rød strek viser 2-minuttersverdi.



Figur 4-21 Spenning for vestgående godstog 1005 fra Grefsen til Haugastøl med multippel BR185 og 1200 tonn. Simuleringsalternativ 3b med normaldriftsituasjon. Sort strek viser momentanverdi, og rød strek viser 2-minuttersverdi.



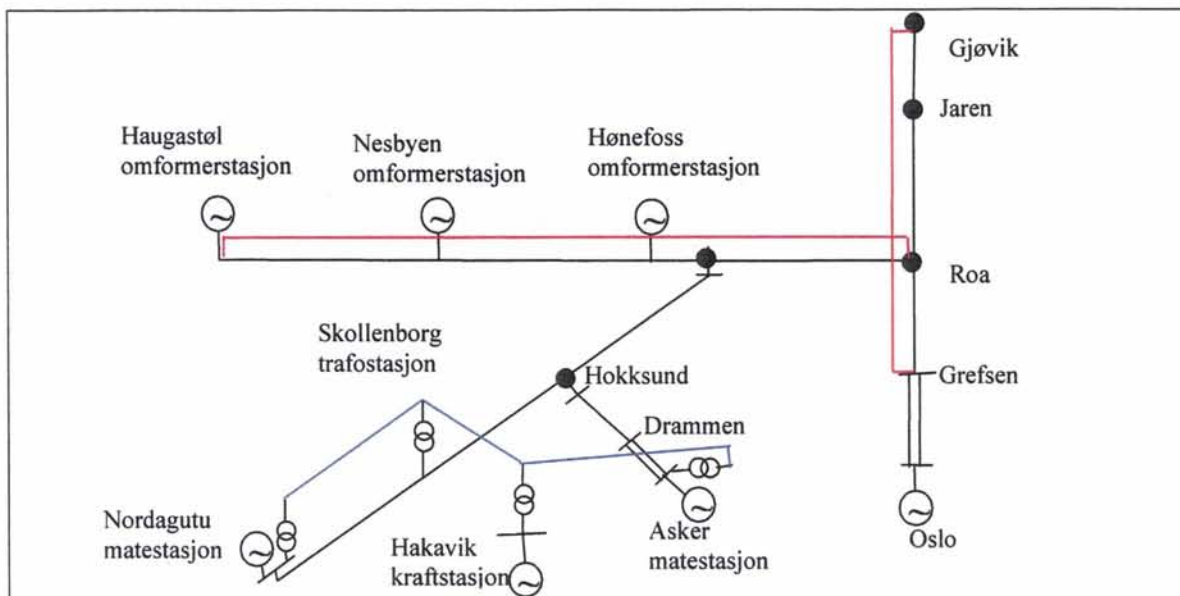
Figur 4-22 Spenning for østgående godstog 1000 fra Haugastøl til Grefsen med multippel BR185 og 1200 tonn. Simuleringsalternativ 3b med normaldriftsituasjon. Sort strek viser momentanverdi, og rød strek viser 2-minuttersverdi.

4.3.2.3 Belastning av kontaktledningen

Strømbelastningen av kontaktledningen for høyeste RMS-verdier for forskjellige tidsperioder vises i Appendiks B tabell 8-4. En får størst belastning på nordlig avgang fra Grefsen, 1047 A for 1-minuttbelastning, 759 A for 6-minuttersbelastning og 481 A for 1-timersbelastningen. I henhold til figur 2-1 er belastningsstrømmen for 6-minuttersverdien over den tillatte grensen når en tar hensyn til marginene på 15 %.

4.4 Simuleringsalternativ 6 – AT-system på Gjøvikbanen og en del av Bergensbanen. Lunner omformerstasjon fjernes

Simuleringsalternativ 6 er bygd opp med AT-system mellom Grefsen og Gjøvik, og mellom Roa og Haugastøl. I simulering 3 så en at Lunner omformerstasjon ble hardt overbelastet. På grunn av at Lunner omformerstasjon fjernes, er en nødt til å oppgradere Hønefoss omformerstasjon til 4 x 5,8 MVA siden mye av belastningen fra Lunner omformerstasjon vil overføres til Hønefoss. Figur 4-23 viser hvordan anlegget er sammensatt. Siden det foretas endringer av banestrømforsyningen vurderes simuleringsresultatene i henhold til prosjekteringskravene.



Figur 4-23 Enlinjeskjema for alternativ 6 med AT-system (rød strek) på hele Gjøvikbanen og mellom Roa og Haugastøl. Blå strek viser linjen for fjernledning.

4.4.1 Simuleringsalternativ 6a – Normaldriftsituasjon

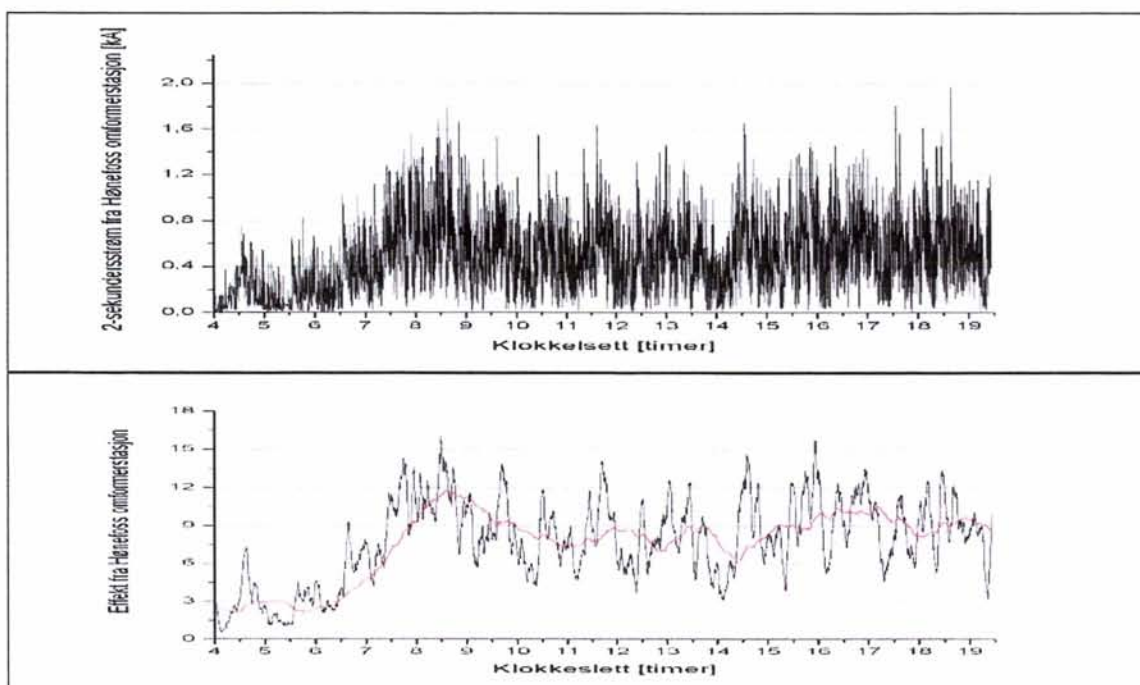
Dette alternativet gjengir normaldriftsituasjon for simuleringsalternativ 6.

4.4.1.1 Belastning av omformerstasjon

Belastning av Hønefoss omformerstasjonen vises i tabell 4-5, og belastningen er innenfor belastningsprosenten på 75 % for 6-minutters og 1-timesverdien. 2-sekundersverdien er 4 % over den tillatte grensen på 75 %. Figur 4-24 viser belastning på Hønefoss omformerstasjon.

Tabell 4-5 Belastning av omformerstasjoner for simuleringsalternativ 7a. Prosentvis belastning av innsatt ytelse for Hønefoss omformerstasjon. Rød skrift er for tilfellet der tillatt verdier er overskredet, og blå skrift er for verdier innenfor kravet.

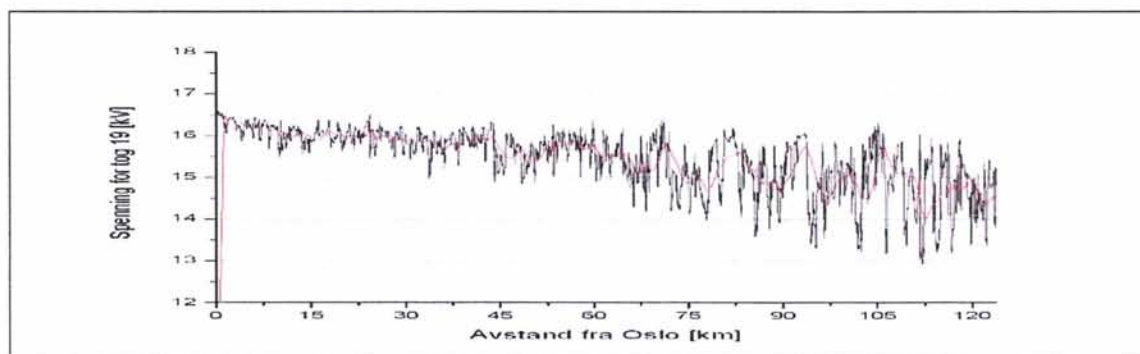
Alternativ 6a – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg fra Oslo til Gjøvik, Roa til Haugastøl og Hønefoss til Nordagutu og Asker.							
Omformer	Innsatt ytelse [MVA]	Effekt og prosent av maksimalytelse					
		2 sek		6 min		1 time	
		[kA]	[%]	[MVA]	[%]	[MVA]	[%]
-	-	-	-	-	-	-	-
Hønefoss	4 x 5,8	1,98	79	16,08	50,3	11,84	51



Figur 4-24 Simuleringsalternativ 6a viser belastning på Hønefoss omformerstasjon. Øverste bilde viser levert strøm (kA) for 2-sekunders. Nederste bilde viser levert effekt 6-minutters (sort) og 1-times (rød).

4.4.1.2 Spenning for togene

Spenning for togene i Simuleringsalternativ 6a vises i Appendiks A tabell 7-4. Mens alle tog får tilfredsstillende kortvarig og langvarig spenning, får persontog 19 en laveste spenning for momentanverdien på 12,9 kV. Den lave spenningen opptrer ved den nordlige delen av Gjøvikbanen ca. km 110 mot Gjøvik. Lavest langvarig spenning opptrer på samme sted, men den er på 14,0 kV og altså innenfor kravet. Grunnen til den lave spenningen er sannsynligvis lang avstand til omformerstasjonene og stor belastning på flere av matestrekningene samtidig.



Figur 4-25 Spenning for nordgående persontog 19 fra Oslo til Gjøvik med dobbelsett type 69. Simuleringsalternativ 6a med normaldriftsituasjon. Sort strek viser momentanverdi, og rød strek viser 2-minuttersverdi.

4.4.1.3 Belastning av kontaktledningen

Belastningen av NL og PL for Simuleringsalternativ 6a vises i Appendiks B tabell 8-5. Kravene gitt i [9] og tabell 2-5 tillater ikke høyere belastninger enn 1139 A for kortvarig belastning (1-minuttersverdi) og 816 A for kontinuerlig belastning (1-timesverdi), med forutsetning om en margin på 5 % for overbelastning og på 10 % for endringer som kan forekomme i trafikken. Dette viser at samtlige linjer får belastninger som tilfredsstillende kravene.

4.4.2 Simuleringsalternativ 6b – Avvikssituasjon med utfall av et aggregat i Hønefoss

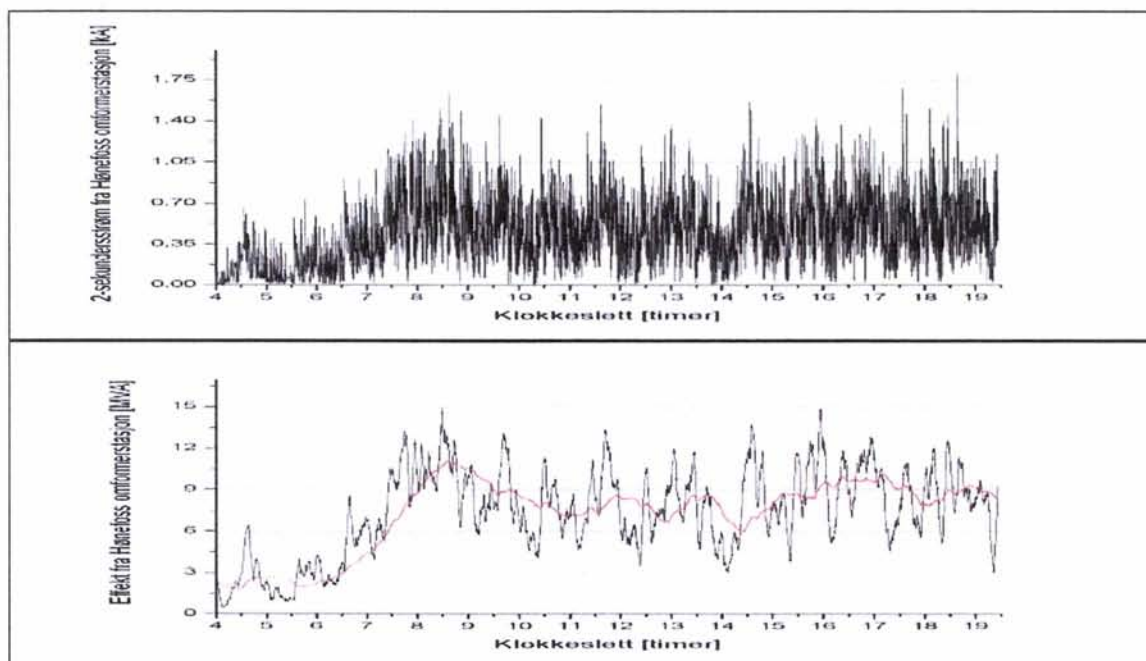
Simuleringsalternativ 6b driftes som en avvikssituasjon da et aggregat i Hønefoss omformerstasjon faller ut. Dette er en situasjon som tillater en redusert kortvarig og langvarig spenning ned til 12,0 kV. Simuleringsresultatet vurderes i henhold til prosjekteringskrav for redusert krav.

4.4.2.1 Belastning av omformerstasjon

Nedenfor i tabell 4-6 vises belastning av Hønefoss omformerstasjon. For denne avvikssituasjonen tillates omformerstasjonen å ha en belastningsprosent på 87 %. Både 6-minutters og 1-timesverdien oppfyller belastningskravene. Den er noe kritisk belastet for 2-sekundersverdien, siden det bare er en reserve på 3,5 %.

Tabell 4-6 Belastning av omformerstasjoner for simuleringsalternativ 7b. Prosentvis belastning av innsatt ytelse for Hønefoss omformerstasjon. Rød skrift er for tilfellet der tillatt verdier er overskredet, og blå skrift er for verdier innen kravet.

Alternativ 6b – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg fra Oslo til Gjøvik, Roa til Haugastøl og Hønefoss til Nordagutu og Asker.							
Omformer	Innsatt ytelse [MVA]	Effekt og prosent av maksimalytelse					
		2 sek		6 min		1 time	
		[kA]	[%]	[MVA]	[%]	[MVA]	[%]
-	-	-	-	-	-	-	-
Hønefoss	3 x 5,8	1,81	96,5	15,0	62,5	11,11	63,9



Figur 4-26 Simuleringsalternativ 6b viser belastning på Hønefoss omformerstasjon. Øverste bilde viser levert strøm (kA) for 2-sekunders. Nederste bilde viser levert effekt 6-minutters (sort) og 1-times (rød).

4.4.2.2 Spenning for tog

Spenning for samtlige tog for Simuleringsalternativ 6b vises i Appendiks A

tabell 7-6. Alle togene får tilfredsstillende spenning vurdert i henhold til prosjekteringskrav for redusert forhold.

4.4.2.3 Belastning av kontaktledningen

I Appendiks B tabell 8-6 vises belastning av NL og PL for høyeste RMS-verdier for forskjellige tidsperioder. Samtlige linjer får belastninger som tilfredsstillere kravene.

4.5 Simuleringsalternativ 7 – AT-system på Gjøvikbanen og en del av Bergensbanen. Hønefoss omformerstasjon fjernes

Simuleringsalternativ 7 gjelder for et kontaktledningsanlegg som er bygd opp med AT-system mellom Grefsen og Gjøvik, og mellom Roa og Haugastøl. Anlegget er sammensatt som i figur 4-23, men i stedet for Lunner er det nå Hønefoss omformerstasjon som er fjernet. Lunner omformerstasjon er oppgradert til 4 x 5,8 MVA. Simuleringsresultatene vurderes i henhold til prosjekteringskrav.

4.5.1 Simuleringsalternativ 7a – Normaldriftsituasjon med flatt statikk

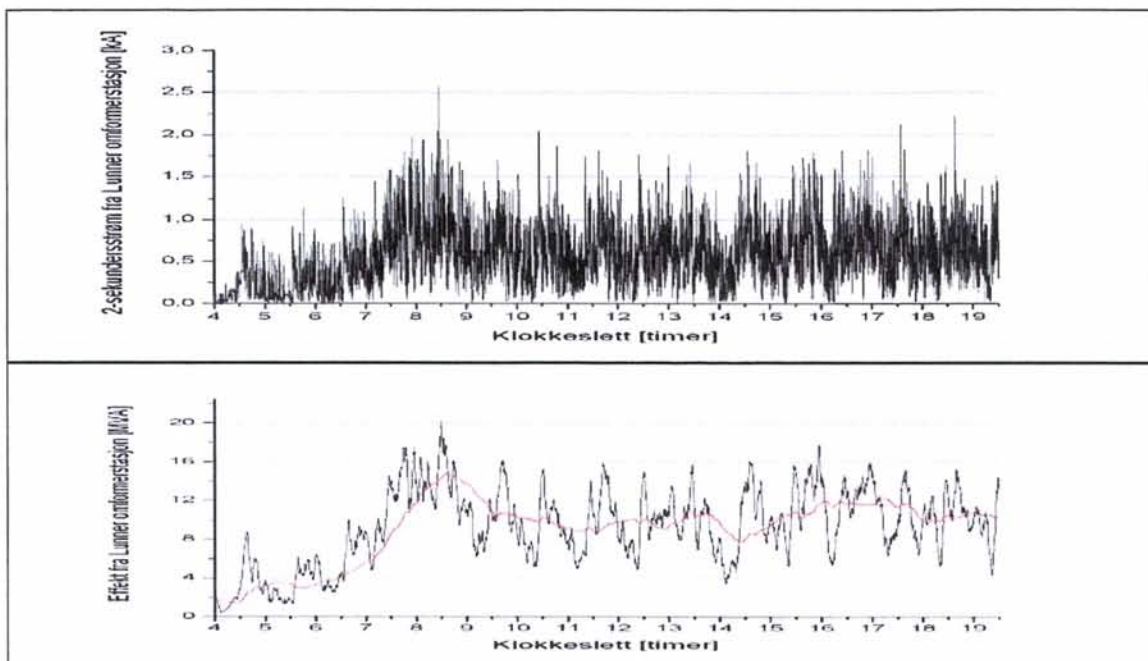
I simuleringsalternativ 7a er spenningsregulatoren for samtlige omformerstasjon justert med flatt statikk.

4.5.1.1 Belastning av omformerstasjon

Belastning av omformestasjonen vises i tabell 4-7 og figur 4-27. Den blir overbelastet for 2-sekundersverdien, og det er fare for utfall av omformerstasjonen.

Tabell 4-7 Belastning av omformerstasjoner for simuleringsalternativ 7a. Prosentvis belastning av innsatt ytelse for Lunner omformerstasjon. Rød skrift er for tilfellet der tillatt verdier er overskredet, og blå skrift er for verdier innenfor kravet.

Alternativ 7a – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg fra Oslo til Gjøvik, Roa til Haugastøl og Hønefoss til Nordagutu og Asker.							
Omformer	Innsatt ytelse [MVA]	Effekt og prosent av maksimalytelse					
		2 sek		6 min		1 time	
		[kA]	[%]	[MVA]	[%]	[MVA]	[%]
Lunner	4x 5,8	2,56	103	20,18	63	14,9	64
-		-	-	-	-	-	-



Figur 4-27 Simuleringsalternativ 7a viser belastning på Lunner omformerstasjon. Øverste bilde viser levert strøm (kA) for 2-sekunders. Nederste bilde viser levert effekt 6-minutters (sort) og 1-times (rod.).

4.5.1.2 Spenning for togene

i Appendiks A viser at samtlige tog får tilfredsstillende spenningsverdier.

4.5.1.3 Belastning av kontaktledningen

I Appendiks B tabell 8-7 vises belastning av NL og PL for høyeste RMS-verdier for forskjellige tidsperioder. Som i alternativ 3 får samtlige linjer belastninger som tilfredsstillende kravene.

4.5.2 Simulering 7b – Normaldriftsituasjon med fallende statikk

I simuleringsalternativ 7b er kontaktledningsanlegg bygd opp på samme måte som i simulering 7a. Derimot har spenningsregulatoren i Lunner, Nesbyen og Haugastøl omformerstasjoner har 4 % fallende karakteristikk ved full reaktiv last. Samtidig har en sørget for å gi en jevnere togfølgetid mellom klokken åtte og ni om morgenen og mellom seks og syv på ettermiddagen, se vedlegg 3. Dette er gjort for å minske den belastningen omformerne utsettes for. Følgende lokaltog har fått endret starttidspunktet fra det som er gitt i dimensjonerende ruteplanen. Se for øvrig avsnitt 5.8.

- Tog 271, 101, 233 og 272 starter 20 min før.
- Tog 287 og 112 starter 20 minutter etter.
- Tog 251 starter 10 minutter før
- Tog 256 starter 10 minutter etter.

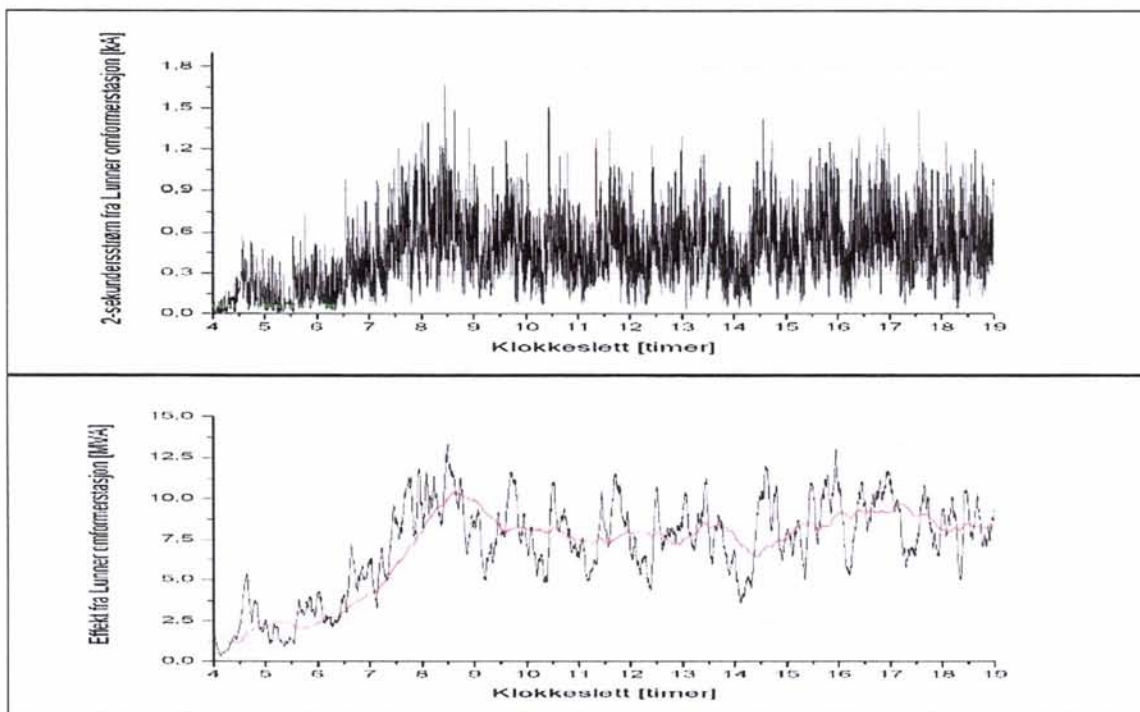
Simuleringsresultatene vurderes i henhold til prosjekteringskrav.

4.5.2.1 Belastning av omformerstasjon

Belastning av omformerstasjonen vises i tabell 4-8 og figur 4-28. Med fallende statikk er belastningen for omformerstasjonene innenfor belastningsgraden for samtlige tidsperioder.

Tabell 4-8 Belastning av omformerstasjoner for simuleringsalternativ 7b. Prosentvis belastning av innsatt ytelse for Lunner omformerstasjon. Blå skrift viser at verdiene er innenfor kravet.

Alternativ 7 – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg fra Oslo til Gjøvik, Roa til Haugastøl og Hønefoss til Nordagutu og Asker.							
Omformer	Innsatt ytelse [MVA]	Effekt og prosent av maksimalytelse					
		2 sek		6 min		1 time	
		[kA]	[%]	[MVA]	[%]	[MVA]	[%]
Lunner	4x 5,8	1,67	67	13,36	42	10,42	45
-		-	-	-	-	-	-



Figur 4-28 Simuleringsalternativ 7b viser belastning på Lunner omformerstasjon. Øverste bilde viser levert strøm (kA) for 2-sekunders. Nederste bilde viser levert effekt 6-minutters (sort) og 1-times (rod.).

4.5.2.2 Spenning for togene

Tabell 7-8 i Appendiks A viser at samtlige tog får tilfredsstillende spenningsverdier.

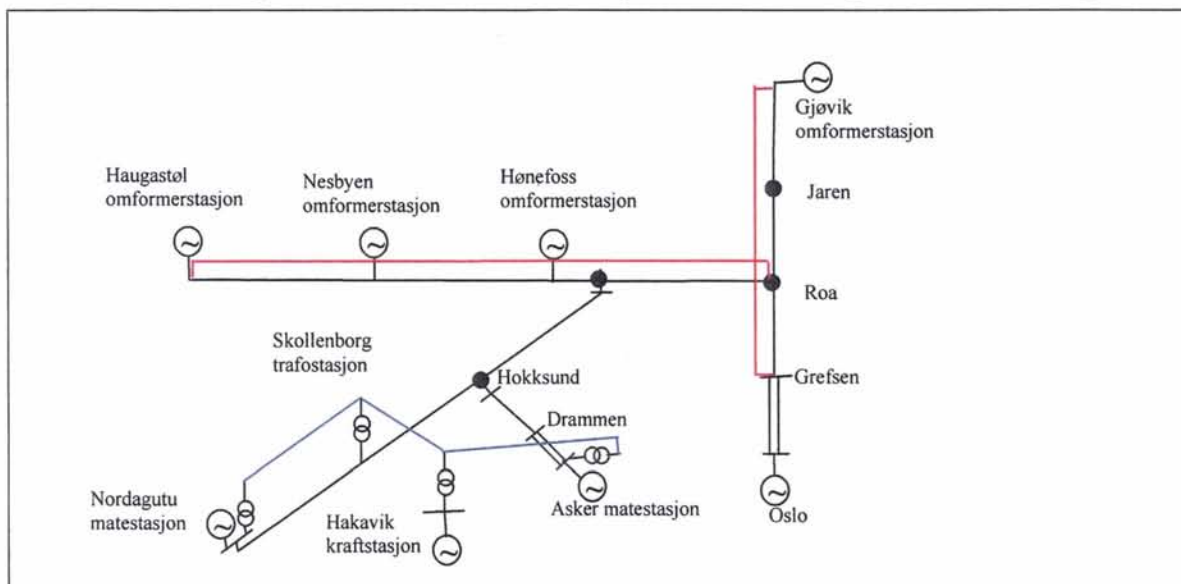
4.5.2.3 Belastning av kontaktledningen

I Appendiks B tabell 8-8 vises belastning av kontaktledninger for høyeste RMS-verdier for forskjellige tidsperioder. Samtlige linjer får belastninger som tilfredsstillende kravene.

4.6 Simuleringsalternativ 8 – AT-system på Gjøvikbanen og en del av Bergensbanen. Lunner omformerstasjon flyttes til Gjøvik

Dette alternativet undersøkes med AT-system for hele Gjøvikbanen og for en del av Bergensbanen. Etter å ha vurdert alternativ 6 og 7, er det mulig å flytte Lunner omformerstasjonen til Gjøvik siden Lunner forsyner mye mot retning Hønefoss med dagens plassering. Hønefoss beholdes på samme plass og får en aggregatbestykning på 3x5,8 MVA. En slik justering av omformerplassering vil sørge for en jevnere effektfordeling mellom stasjonene. Alternativet her undersøkes for en normal, en avvikende og en unormal driftsituasjon. Figur 4-29 viser hvordan anlegget er sammensatt.

Avvikssituasjonene i avsnitt 4.6.2 undersøkes med utfall av et aggregat i Hønefoss omformerstasjon. Videre undersøkes også i 4.6.3 for unormal driftsituasjon ved å utkoble linjer for noen strekninger.



Figur 4-29 Enlinjeskjema for alternativ 8 med AT-system (rød strek) på hele Gjøvikbanen og mellom Roa og Haugastøl. Lunner omformerstasjon flyttes til Gjøvik. Blå strek viser linjen for fjernledning.

4.6.1 Simuleringsalternativ 8a – Normaldriftsituasjon

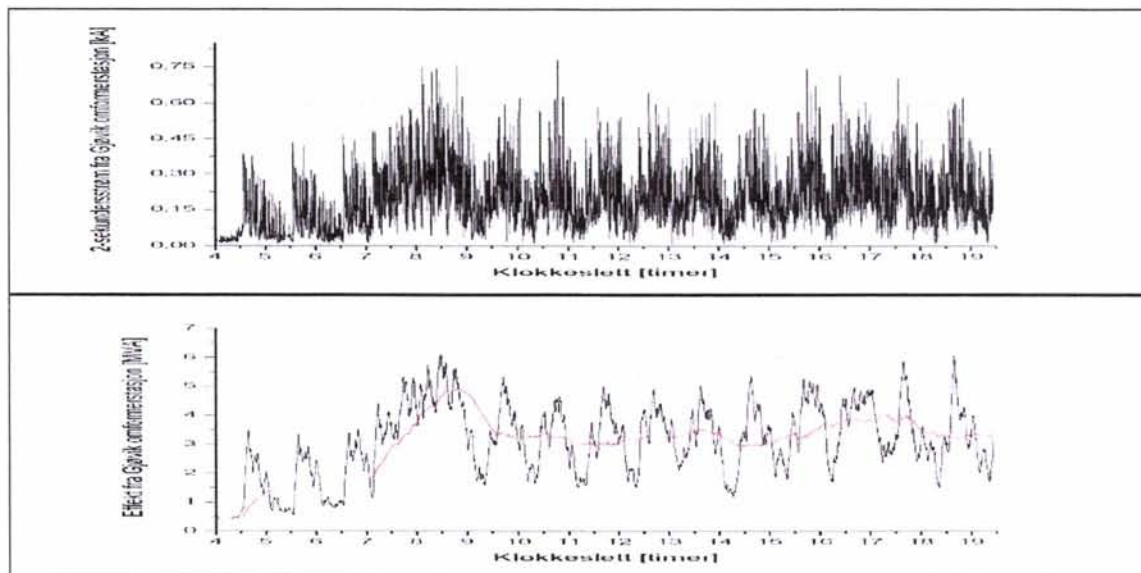
Resultatene i simuleringsalternativ 8a blir vurdert i henhold til prosjekteringskrav da den driftes som normal driftsituasjon.

4.6.1.1 Belastning av omformerstasjon

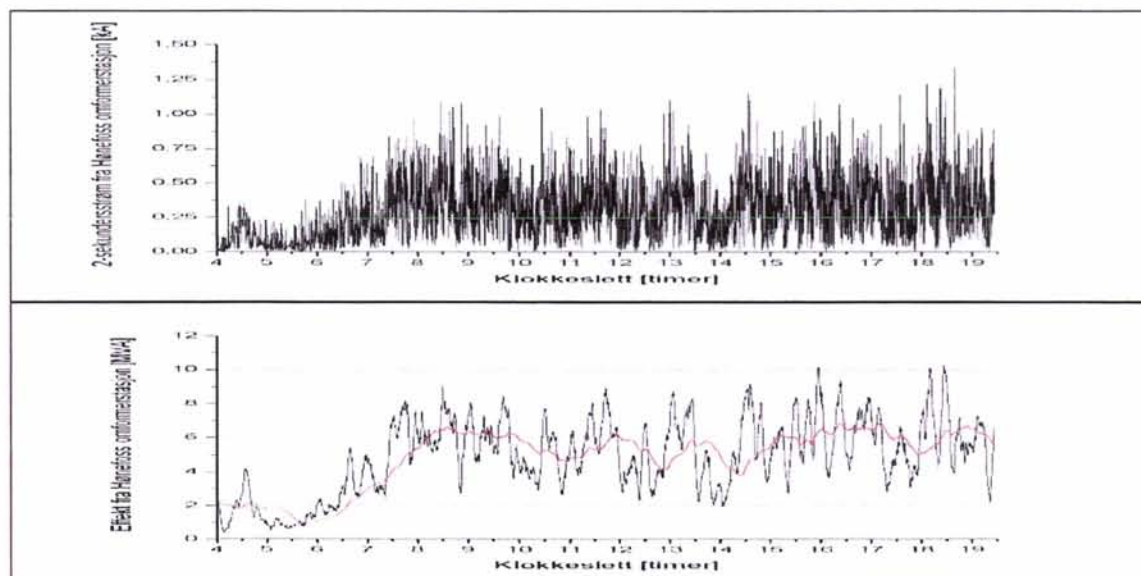
Belastning av omformerstasjonene vises i tabell 4-9. Ved å flytte Lunner omformerstasjon til Gjøvik, ble belastningen overført til Hønefoss. Belastningen for 6-minutters- og 1-timesverdien er innenfor belastningsgrensen på 50 % og 66 % for henholdsvis Gjøvik og Hønefoss omformerstasjon. Derimot er 2-sekundersverdien utenfor den tillatte grensen siden Gjøvik omformerstasjonen er belastet med 62,5 %. Hønefoss har en 2-sekundersverdi som ligger mellom intervallet på 66 % og 76 %, som en kan si å være akseptabelt. Nedenfor er det i figur 4-30 og figur 4-31 vist 2-sekunders belastningsstrøm og levert effekt for Gjøvik og Hønefoss omformerstasjon.

Tabell 4-9 Belastning av omformerstasjoner for Simuleringsalternativ 8a. Prosentvis belastning av innsatt ytelse for Lunner og Hønefoss omformerstasjon. Rød skrift er for tilfellet der tillatt verdier er overskredet, og blå skrift er for verdier innenfor kravet.

Alternativ 8a – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg fra Oslo til Gjøvik, Roa til Haugastøl og Hønefoss til Nordagutu og Asker.							
Omformer	Innsatt ytelse [MVA]	Effekt og prosent av maksimalytelse					
		2 sek		6 min		1 time	
		[kA]	[%]	[MVA]	[%]	[MVA]	[%]
Gjøvik	2 x 5,8	0,78	62,5	6,12	38	4,94	42,6
Hønefoss	3 x 5,8	1,34	71,5	10,3	42,9	6,86	39,4



Figur 4-30 Simuleringsalternativ 8a viser belastning på Gjøvik omformerstasjon. Øverste bilde viser levert strøm (kA) for 2-sekunders. Nederste bilde viser levert effekt 6-minutters (sort) og 1-times (rød).



Figur 4-31 Simuleringsalternativ 8a viser belastning på Hønefoss omformerstasjon. Øverste bilde viser levert strøm (kA) for 2-sekunders. Nederste bilde viser levert effekt 6-minutters (sort) og 1-times (rød).

4.6.1.2 Spenning for tog

Spenning for samtlige tog for simuleringsalternativ 8a er vist i Appendiks A tabell 7-9, og alle togene får tilfredsstillende spenning.

4.6.1.3 Belastning av kontaktledningen

Belastning av kontaktledninger for høyeste RMS-verdier for forskjellige tidsperioder vises i Appendiks B tabell 8-9. Samtlige linjer får belastninger som tilfredsstillende kravene.

4.6.2 Simuleringsalternativ 8b – Avvikssituasjon med utfall av et aggregat i Hønefoss

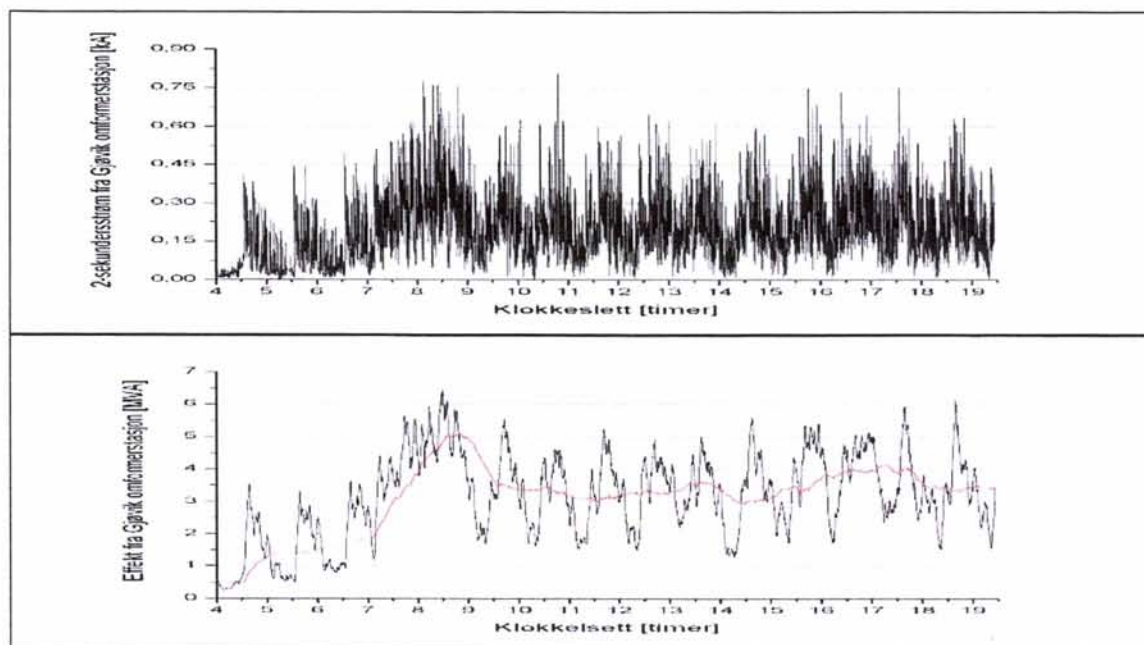
Utfall av et aggregat kan forekomme i en hvilken som helst omformerstasjon, og i dette alternativet har man valgt å la et aggregat i Hønefoss omformerstasjon være utkoblet. Dette er en situasjon som tillater redusert kortvarig og langvarig spenning ned til 12,0 kV. Simuleringsresultatet vurderes i henhold til prosjekteringskrav for redusert krav.

4.6.2.1 Belastning av omformerstasjon

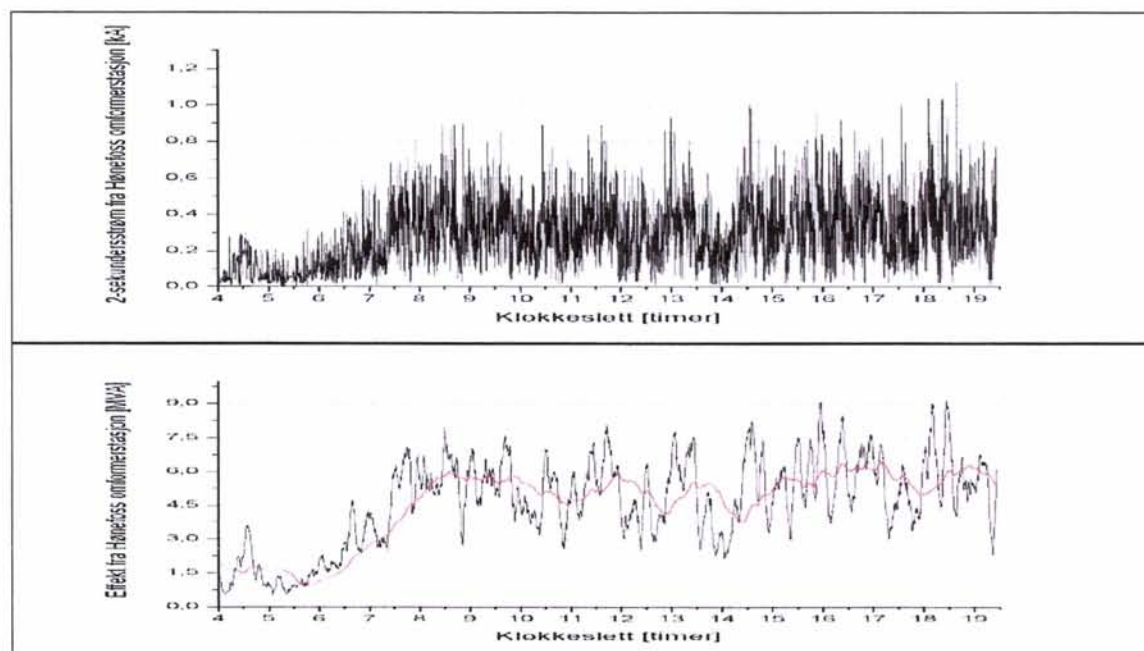
Belastning av omformerstasjonene vises i tabell 4-10. Omformerstasjonene tillates nå å belaste opp til 87 % av sin maksimale tillatte ytelse, når det er en avviksdriftsituasjon. Gjøvik omformerstasjon oppfyller kravene for samtlige tidsperioder. Det er derimot 2-sekundersverdien for Hønefoss omformerstasjon som er utenfor den tillatte grensen fordi den er belastet med 90,6 %. Figur 4-32 og figur 4-33 viser hvordan omformerstasjonene blir belastet. Den spisse belastningen ved Hønefoss opptrer i en kort periode, og dette skjer når et godstog fremføres østover og et annet vestover fra Hønefoss.

Tabell 4-10 Belastning av omformerstasjoner for Simuleringsalternativ 8b. Prosentvis belastning av innsatt ytelse for Lunner og Hønefoss omformerstasjon. Rød skrift er for tilfellet der tillatt verdier er overskredet, og blå skrift er for verdier innenfor kravet.

Alternativ 8b – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg fra Oslo til Gjøvik, Roa til Haugastøl og Hønefoss til Nordagutu og Asker.							
Omformer	Innsatt ytelse [MVA]	Effekt og prosent av maksimalytelse					
		2 sek		6 min		1 time	
		[kA]	[%]	[MVA]	[%]	[MVA]	[%]
Gjøvik	2 x 5,8	0,81	64,4	6,46	40	5,10	43,9
Hønefoss	2 x 5,8	1,13	90,6	9,16	57	6,44	55,5



Figur 4-32 Simuleringsalternativ 8b viser belastning på Gjøvik omformrasjon. Øverste bilde viser levert strøm (kA) for 2-sekunders. Nederste bilde viser levert effekt 6-minutters (sort) og 1-times (rød).



Figur 4-33 Simuleringsalternativ 8b viser belastning på Hønefoss omformrasjon. Øverste bilde viser levert strøm (kA) for 2-sekunders. Nederste bilde viser levert effekt 6-minutters (sort) og 1-times (rød).

4.6.2.2 Spenning for togene

Tabell 7-10 i Appendiks A viser at samtlige tog får tilfredsstillende spenningsverdier.

4.6.2.3 Belastning av kontaktledningen

Belastning av kontaktledninger for høyeste RMS-verdier for forskjellige tidsperioder vises i Appendiks B tabell 8-10. Samtlige linjer får belastninger som tilfredsstillende kravene.

4.6.3 Simuleringsalternativ 8c – Avvikssituasjon med utfall av linjer

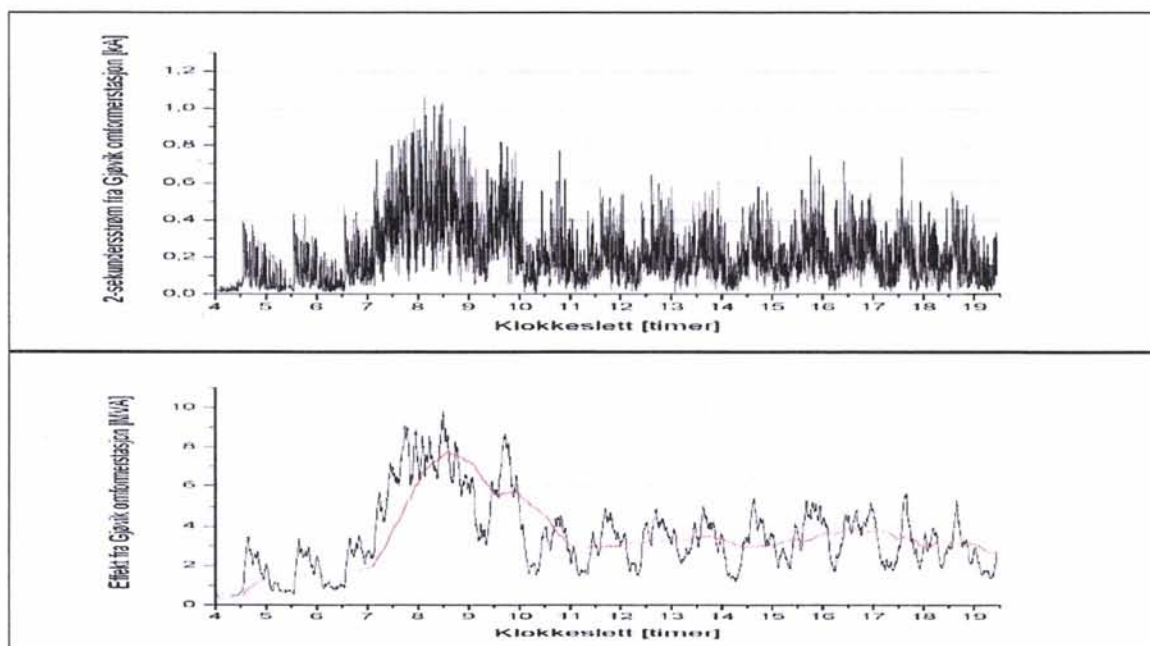
Feilretting og arbeid på linjen eller på kontaktledningsanlegget kan kreve utkobling av kontaktledningen. I denne simuleringen blir linjen for østlige avgang fra Hønefoss omformerstasjon koblet ut mellom klokken 07-10, mens linjen for sørlige avgang fra Roa mellom klokken 16:40 til 19:30. Det blir tillatt redusert spenning for togene ned til 12,0 kV både kortvarig og langvarig. Dette gir en unormal driftssituasjon der det er tilstrekkelig med 5 % reserve for tillatt belastning av komponenter og systemer. Derfor tillates omformerstasjonene å belastes opp til 95 % av sin maksimale tillatte ytelse. I henhold til Tekniske regelverk JD 546 er det mulig å begrense togtrafikken når banestrekningen driftes som en unormal driftssituasjon, slik at omformerstasjonene ikke blir belastet helt opp til 95 % av sin maksimal tillatt ytelse.

4.6.3.1 Belastning av omformerstasjon

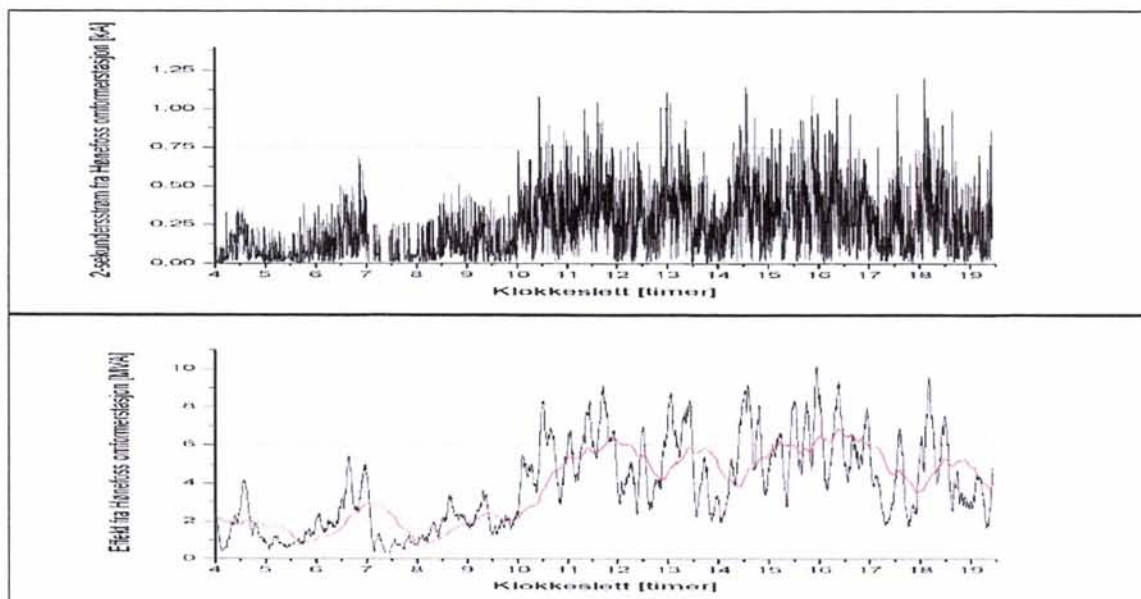
Belastningen av omformerstasjonene vises i tabell 4-11 og figur 4-34 og figur 4-35 når linjen fra Hønefoss og Roa kobles ut i henhold til de gitte tidspunktene. Stasjonenes leveringskapasitet oppfyller belastningen for samtlige tidsperioder da de er belastet under den tillatte belastningsprosenten på 95 %.

Tabell 4-11 Belastning av omformerstasjoner for Simuleringsalternativ 8c. Prosentvis belastning av innsatt ytelse for Lunner og Hønefoss omformerstasjon. Rød skrift er for tilfellet der tillatt verdier er overskredet, og blå skrift er for verdier innenfor kravet.

Alternativ 8c – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg fra Oslo til Gjøvik, Roa til Haugastøl og Hønefoss til Nordagutu og Asker.							
Omformer	Innsatt ytelse [MVA]	Effekt og prosent av maksimalytelse					
		2 sek		6 min		1 time	
		[kA]	[%]	[MVA]	[%]	[MVA]	[%]
Gjøvik	2 x 5,8	1,07	85,4	9,86	61,6	7,78	67
Hønefoss	3 x 5,8	1,21	63,8	10,18	63,6	6,86	59,1



Figur 4-34 Simuleringsalternativ 8c viser belastning på Gjøvik omformerstasjon. Øverste bilde viser levert strøm (kA) for 2-sekunders. Nederste bilde viser levert effekt 6-minutters (sort) og 1-times (rød).



Figur 4-35 Simuleringsalternativ 8c viser belastning på Hønefoss omformerstasjon. Øverste bilde viser levert strøm (kA) for 2-sekunders. Nederste bilde viser levert effekt 6-minutters (sort) og 1-times (rod).

4.6.3.2 Spenning for togene

I Appendiks A tabell 7-11 vises spenning for alle tog. Utfall av en linje medfører redusert krav til spenning for denne banestrekningen. Samtlige tog får både kortvarig og langvarig tilfredsstillende spenningsverdier over 12,0 kV.

4.6.3.3 Belastning av kontaktledningen

I Appendiks B tabell 8-11 vises belastning av kontaktledninger for høyeste RMS-verdier for forskjellige tidsperioder. Samtlige linjer får belastninger som tilfredsstillende kravene.

4.6.4 Simuleringsalternativ 8d – Normaldriftsituasjon med fallende statikk

Simuleringsalternativet 8d er helt identisk som alternativ 8a, men spenningsregulatorerne for Lunner, Hønefoss, Nesbyen og Haugastøl er innstilt med 4 % fallende statikk når aggregatene er fullbelastet med reaktiv effekt. Asker og Nordagutu er innstilt med flat karakteristikk. Dette er gjort for å forbedre den reaktive effektfordelingen mellom omformerstasjonene, samtidig vil dette kunne redusere de spisse belastningene en får for 2-sekundersverden.

4.6.4.1 Belastning av omformerstasjon

Belastning av omformerstasjonene vises i tabell 4-12. Med fallende statikk er belastningen for omformerstasjonene innenfor belastningsgraden for samtlige tidsperioder.

Tabell 4-12 Belastning av omformerstasjoner for Simuleringsalternativ 8d. Prosentvis belastning av innsatt ytelse for Lunner og Hønefoss omformerstasjon. Rød skrift er for tilfellet der tillatt verdier er overskredet, og blå skrift er for verdier innenfor kravet.

Alternativ 8d – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg fra Oslo til Gjøvik, Roa til Haugastøl og Hønefoss til Nordagutu og Asker.							
Omformer	Innsatt ytelse [MVA]	Effekt og prosent av maksimalytelse					
		2 sek		6 min		1 time	
		[kA]	[%]	[MVA]	[%]	[MVA]	[%]
Gjøvik	2 x 5,8	0,71	56,8	5,95	37	4,70	40,5
Hønefoss	3 x 5,8	0,96	51,2	7,89	32,9	5,65	32,5

4.6.4.2 Spenning for togene

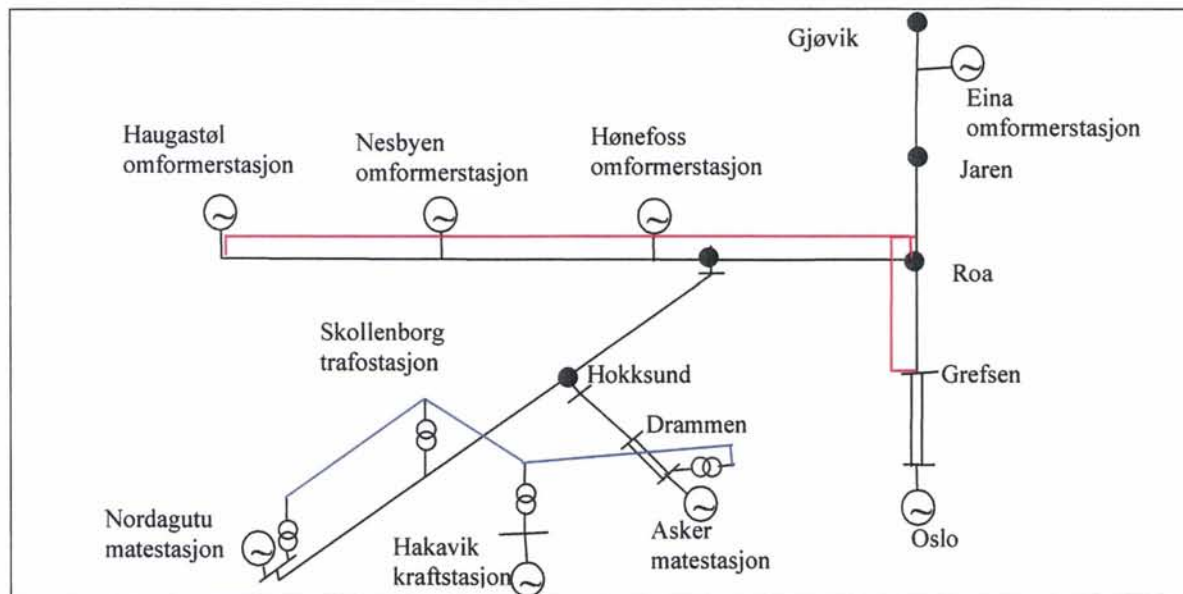
Tabell 7-12 i Appendiks A viser at samtlige tog får tilfredsstillende spenningsverdier.

4.6.4.3 Belastning av kontaktledningen

I Appendiks B tabell 8-12 vises belastning av kontaktledninger for høyeste RMS-verdier for forskjellige tidsperioder. Samtlige linjer får belastninger som tilfredsstillende kravene.

4.7 Simuleringsalternativ 9 – Konvensjonelt kontaktledningsanlegg på den nordlige delen av Gjøvikbanen og AT-system på den sørlige delen og en del av Bergensbanen.

Simuleringsalternativ 9 undersøkes med konvensjonelle kontaktledningssystem på den nordlige delen av Gjøvikbanen og AT-system mellom Grefsen – Roa og mellom Roa – Haugastøl. Lunner omformerstasjon flyttes til Eina (km 100,9) slik at Gjøvikbanen får tosidig mating. Samtidig sjekkes om denne plasseringen er optimal for banestrømforsyningen. Figur 4-36 viser hvordan anlegget er sammensatt. Spenningsregulatoren for Eina, Hønefoss, Nesbyen og Haugastøl omformerstasjonene er innstilt med 4 % fallende statikk. Asker og Nordagutu er innstilt med flat karakteristikk.



Figur 4-36 Enlinjeskjema for alternativ 9 med AT-system (rød strek) på den sørlige delen Gjøvikbanen og mellom Roa og Haugastøl. Konvensjonelt anlegg på den nordlige delen av Gjøvikbanen. Blå strek viser linjen for fjernledning.

4.7.1 Simuleringsalternativ 9a – Normaldriftsituasjon

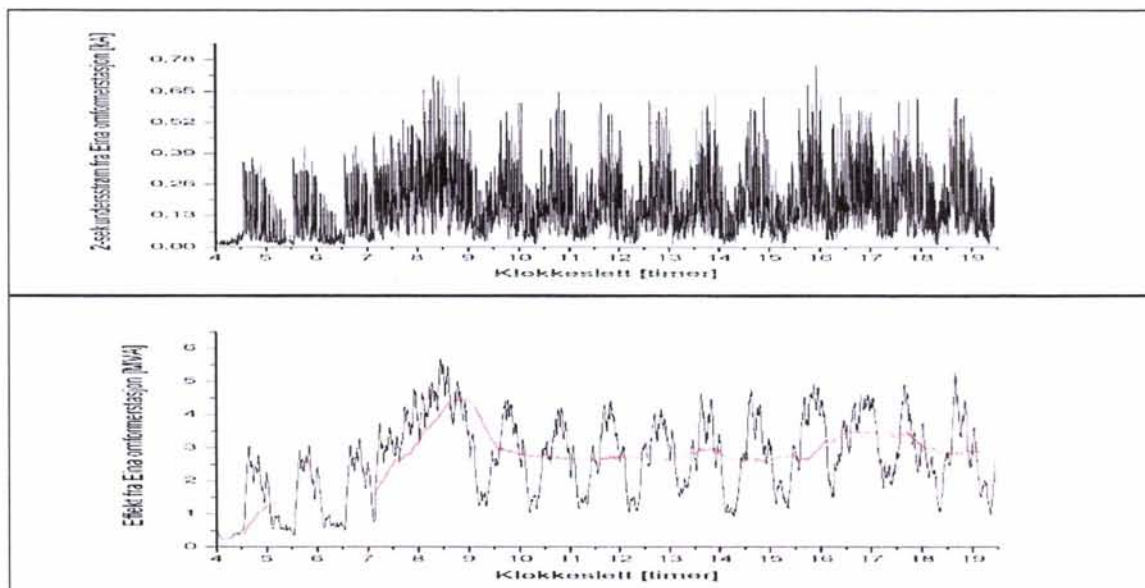
Simuleringsalternativ 9a undersøkes for normaldriftsituasjon og vurderes i henhold til prosjekteringskrav.

4.7.1.1 Belastning av omformere

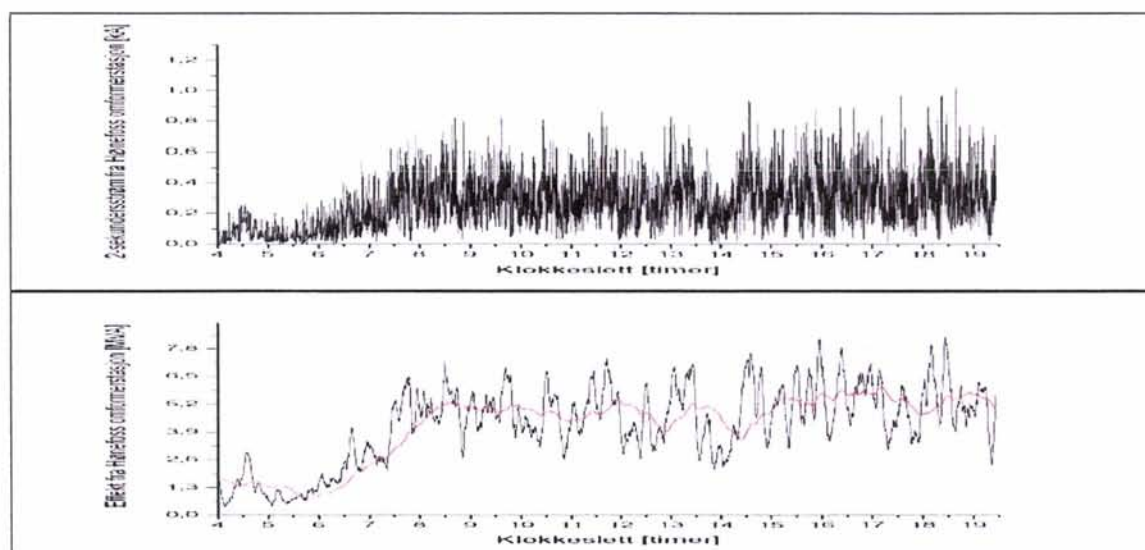
Belastning av Hønefoss og Eina omformerstasjon vises i tabell 4-13. Eina omformerstasjon er belastet innenfor belastningsprosenten på 50 % for 6-minutters og 1-timesverdien. Siden det har vært vanlig å tillate en del større belastning for 2-sekundersverdien til 60 % av maksimalt tillatt belastning (RMS-verdi av strømmen), kan en si at 2-sekundersverdien er innenfor kravet. Hønefoss er belastet innenfor den tillatte belastningsprosenten på 66 %. Figur 4-37 og figur 4-38 viser belastningen på Eina og Hønefoss omformerstasjonene.

Tabell 4-13 Belastning av omformerstasjoner for simuleringsalternativ 9a. Prosentvis belastning av innsatt ytelse for Hønefoss omformerstasjon. Rød skrift er for tilfellet der tillatt verdier er overskredet, og blå skrift er for verdier innenfor kravet.

Alternativ 9a – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg fra Oslo til Gjøvik, Roa til Haugastøl og Hønefoss til Nordagutu og Asker.							
Omformer	Innsatt ytelse [MVA]	Effekt og prosent av maksimalytelse					
		2 sek		6 min		1 time	
		[kA]	[%]	[MVA]	[%]	[MVA]	[%]
Eina	2 x 5,8	0,76	60,8	5,69	35,6	4,51	38,9
Hønefoss	3 x 5,8	1,02	54,4	8,35	34,8	6,00	34,5



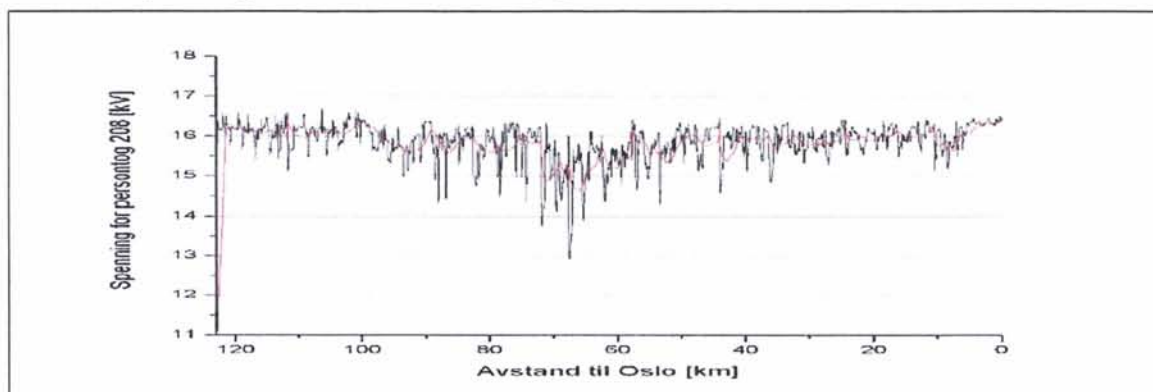
Figur 4-37 Simuleringsalternativ 9a viser belastning på Eina omformerstasjon. Øverste bilde viser levert strøm (kA) for 2-sekunders. Nederste bilde viser levert effekt 6-minutters (sort) og 1-times (rød).



Figur 4-38 Simuleringsalternativ 9a viser belastning på Hønefoss omformerstasjon. Øverste bilde viser levert strøm (kA) for 2-sekunders. Nederste bilde viser levert effekt 6-minutters (sort) og 1-times (rød).

4.7.1.2 Spenning for togene

Spenning for togene vises i Appendiks tabell 7-13. Utenom persontogene 208, som får 12,9 kV for 2-sekundersverdien, får de resterende togene spenningsverdier der de kortvarige og langvarige spenningskravene er oppfylt. Den lave spenningen opptrer på ca. km 67 som er en del av den nordlige delen av Gjøvikbanen. På det tidspunktet er det et godstog som befinner seg i Roa og fremføres vestover, et persontog som fremføres nordover, og et annet sørover.



Figur 4-39 Spenning for sørgående persontog 208 fra Gjøvik til Oslo med dobbelsett type 69. Simuleringsalternativ 9a med normaldriftsituasjon. Sort strek viser momentanverdi, og rød strek viser 2-minuttersverdi.

4.7.1.3 Belastning av kontaktledningen

Strømbelastningen av kontaktledningen for høyeste RMS-verdier for forskjellige tidsperioder vises i Appendiks B tabell 8-13. Samtlige linjer får belastninger som tilfredsstillende kravene.

4.7.2 Simuleringsalternativ 9b – Avvikssituasjon med utfall av linjer

I simuleringsalternativ 9b er det undersøkt utkobling av linjen for østlig avgang fra Hønefoss omformerstasjon mellom klokken 07 og 10, og utkobling av linjen for sørlig avgang fra Roa mellom klokken 16:40 og 19:30. Alternativet vurderes i henhold til prosjekteringskrav for redusert forhold da dette er en unormal driftsituasjon.

4.7.2.1 Belastning av omformere

Belastning av Hønefoss og Eina omformerstasjonene vises i tabell 4-14. Omformerstasjonene tillates å bli belastet opp til 95 %.

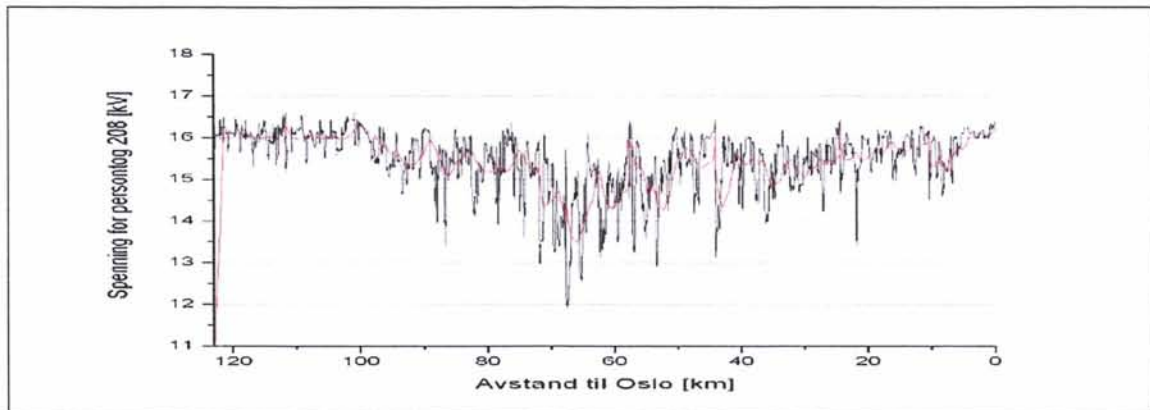
Tabell 4-14 Belastning av omformerstasjoner for simuleringsalternativ 9a. Prosentvis belastning av innsatt ytelse for Hønefoss omformerstasjon. Rød skrift er for tilfellet der tillatt verdier er overskredet, og blå skrift er for verdier innenfor kravet.

Alternativ 9a – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg fra Oslo til Gjøvik, Roa til Haugastøl og Hønefoss til Nordagutu og Asker.							
Omformer	Innsatt ytelse [MVA]	Effekt og prosent av maksimalytelse					
		2 sek		6 min		1 time	
		[kA]	[%]	[MVA]	[%]	[MVA]	[%]
Eina	2 x 5,8	0,81	64,8	6,89	43,1	5,53	47,7
Hønefoss	3 x 5,8	1,12	59,7	8,93	37,2	5,83	33,5

4.7.2.2 Spenning for togene

Når simuleringsalternativet driftes i unormaldriftsituasjon, er det fortsatt persontog 208 som får lavest spenning. Den lave spenningen opptrer på ca. km 67 og er på 12,0 kV. Siden dette

simuleringsalternativet vurderes i henhold til prosjekteringskrav for redusert krav, kan en se at samtlige tog får forskriftsmessig spenning. Spenning for togene vises i Appendiks A tabell 7-14.



Figur 4-40 Spenning for sørgående persontog 208 fra Gjøvik til Oslo med dobbelsett type 69. Simuleringsalternativ 9b med normaldriftsituasjon. Sort strek viser momentanverdi, og rød strek viser 2-minuttersverdi.

4.7.2.3 Belastning av kontaktledningen

Strømbelastningen av kontaktledningen for høyeste RMS-verdier for forskjellige tidsperioder vises i Appendiks B tabell 8-14. Samtlige linjer får belastninger som tilfredsstillende kravene.

5 OPPSUMMERING OG DISKUSJON

For å oppsummere simuleringsresultatene er hovedresultatene satt opp i tabell 5-2. Omformerstasjonenes belastning vises i reelle og prosentvise tall. Verdier som kommer over den tillatte belastningsgraden er markert med rød skrift. I tabellen er de laveste spenningsverdiene for hvert simuleringsalternativ vist med rød skrift. Simuleringsalternativene er vurdert ut fra prosjekteringskravene. Dette gjelder ikke for simuleringsalternativ 0 som er vurdert ut fra vedlikeholdskravene.

For vurderinger av kontaktledningsstrømmen er det skrevet med hevet skrift den linjeavgangen som får for høy strømverdi, og som ikke oppfyller krav til høyeste tillatte strømverdi. Strømverdiene som oppfyller 5 % margin for overbelastning og 10 % margin for endringer som kan forekomme i trafikken er anvist med "innenfor høyeste tillatt belastningsstrømmen".

I utredningen er ikke tatt hensyn til at spenningen med AT-system blir lavere enn i simuleringene antyder fordi spenningsfallet over kontaktledningen ikke lar seg modellere i TracFeed. Siden spenning for samtlige tog simulert med AT-system viser verdier godt innenfor kravene, vil ikke noen hundre volt spenningsfall føre til dårlig forhold.

5.1 Vurdering av simuleringsalternativ 0

Simuleringsalternativ 0 beskriver normaldriftsituasjon for et konvensjonelt kontaktledningsanlegg med dimensjonerende ruteplan. Forholdene her vurderes ut fra vedlikeholdskravet gitt i Teknisk regelverk JD 546. Simuleringsresultatene viser belastninger på Lunner omformerstasjon som ikke er akseptable. Den blir belastet over den maksimalt tillatte belastningsgraden på 50 % for alle tidsperioder. Det er fare for at Lunner omformerstasjon faller ut også i normal situasjon.

Spenning for samtlige tog som fremføres på Gjøvikbanen, er lavere enn spenningskrav gitt i henhold til Teknisk regelverk JD 546. Dette viser at den nordlige delen av Gjøvikbanen er for svakt dimensjonert. Det forventes at økt ytelse i omformerstasjonene ikke vil forbedre spenningen for togene i vesentlig grad. Konvensjonelt kontaktledningsanlegg gir for dårlig overføringsevne for denne store togtrafikken.

På bakgrunn av de dårlige simuleringsresultatene er dette alternativet utelukket.

5.2 Vurdering av alternativ 1

Ved å flytte Lunner omformerstasjon til Gjøvik har en sørget for at den nordlige delen av Gjøvikbanen får tosidig mating. Det er likevel tog som får spenningsverdier under fastsatt krav vurdert i forhold til prosjektering. Årsaken til de lave spenningene er at Hønefoss omformerstasjon må mate mer mot den sørlige delen av Gjøvikbanen, samtidig som Gjøvik omformerstasjon må mate en lengre strekning. Dette fører til at linjespenningen blir dårligere enn når Lunner omformerstasjon var på sin opprinnelige plass. En ser også at strømmen for linjen nord for Grefsen øker, slik at den overstiger den tillatte strømføringsvevnen.

Mye av belastningen som Lunner opptok er nå overført til Hønefoss, slik at Gjøvik omformerstasjon får belastninger som oppfyller kravene mens Hønefoss ikke oppfyller disse kravene. På grunn av disse verdiene anses alternativet å være dårlig.

5.3 Vurdering av alternativ 3

Selv med et utbygget AT-system på den nordlige delen av Gjøvikbanen, får noen tog lave spenningsverdier på den sørlige delen av banen. Noen av disse togene får ikke spenning som spesifisert i vedlikeholdskravene, selv om alternativet er vurdert i henhold til prosjekteringskravene. En kunne ha lagt AT-system på den sørlige delen av banen også, slik at spenningen blir bedre. Men belastningen på Lunner omformerstasjon vil fortsatt ha belastninger utover den tillatte belastningsgraden. For å løse dette problemet var det naturlig å øke antall aggregater i Lunner og Hønefoss til tre. Likevel ga dette ikke tilfredsstillende spenningsverdier for togene. Fortsatt var det

mange tog som fikk lave spenninger på den sørlige delen av Gjøvikbanen. I tillegg blir Lunner overbelastet for 2-sekundersverdien. Derfor anses dette alternativet ikke å være tilfredsstillende.

5.4 Vurdering av alternativ 6

Dette alternativet med AT-system har større overføringsevne enn konvensjonelt kontaktledningsanlegg, derfor var det forventet at spenningen for togene vil bli bedre. Men dette tiltaket alene er ikke nok uten Lunner omformerstasjon. Derfor var det rimelig å øke antall aggregater i Hønefoss. Dette har forbedret spenningsverdiene for samtlige tog på den sørlige delen av Gjøvikbanen (mellom Roa og Grefsen). Men når en undersøker spenning for tog på den nordlige delen av Gjøvikbanen, viser det seg at alle tog får spenninger som tilfredsstillende prosjekteringskrav på 13,0 kV for kortvarig og 14,0 kV for langvarig. Unntaket er persontog 19 som får en kortvarig spenning på 12,9 kV. Grunnen til den lave spenningen er sannsynligvis at Hønefoss omformerstasjon og det stive nettet i Oslo-området må mate den lange strekningen mot Gjøvik i tillegg til de andre banestrekningene, eller en ruteplan som for et lite øyeblikk gir en uvanlig stor belastning. En kan tenke seg at dersom en setter en kompaktomformer¹ ved Gjøvik eller i nærheten, vil det være mulig å heve togenes spenning, samtidig som den nordlige delen av Gjøvikbanen vil få nok forsyning.

Ut fra de resultatene fra normaldriftsituasjon antar en at spenningen for togene ikke vil tilfredsstillende kravene for prosjektering, når det foregår arbeid eller feilretting på linjen eller på kontaktledningsanlegget. Banestrømforsyningen på den nordlige delen av Gjøvikbanen vil være svak. En anser at dette ikke er et alternativ som er å foretrekke ut fra Teknisk regelverk.

5.5 Vurdering av alternativ 7

Togenes spenningsverdier er bedre i alternativ 7, der alle tog får tilfredsstillende spenningsverdier, enn i alternativ 6. Til og med den nordlige delen av Gjøvikbanen får spenninger godt over spenningskravene. Denne løsningen vil kunne velges dersom spenningsregulatoren for Lunner, Nesbyen og Haugastøl omformerstasjon stilles med 4 % fallende statikk. En slik løsning vil også forbedre banestrømforsyningen for Bergensbanen, da en kan bygge en omformerstasjon på Gulsvik istedenfor på Hønefoss.

5.6 Vurdering av alternativ 8

I dette alternativet er Lunner omformerstasjon flyttet til Gjøvik slik at den nordlige delen av Gjøvikbanen får tosidig mating. I tillegg er Hønefoss omformerstasjon bestykket med 3 x 5,8 MVA. En antar at det å flytte Lunner omformerstasjon til Gjøvik sørger for jevnere effektfordeling mellom omformerstasjonene fordi effektflyten fra Hønefoss øker og avlaster Gjøvik omformerstasjon. Når en benytter spenningsregulator for omformerstasjonene med en flat statikk, viser det seg at 2-sekundersverdien for de fleste omformerstasjonene for høy. En har funnet at ved å innstille spenningsregulatoren med fallende statikk gir gode resultater. Dette har redusert de spisse 2-sekundersbelastningene for Hønefoss og Lunner med henholdsvis 20 % og 5 %.

Ved å benytte fallende statikk har spenningen for togene blitt noe redusert, men spenningen er likevel tilstrekkelig i henhold til prosjekteringskrav. Selv om en ikke har parametervariasjoner for fallende statikk, antas det at effektleveringen fra en omformerstasjon vil dominere når statikken er mindre steil enn tilsvarende for den andre omformerstasjonen.

Dette alternativet viser seg å være et godt alternativ da forholdene under avvik og unormal driftsituasjon ikke har gitt spenning for tog som er under de tillatte kravene og belastning av omformerne. Likeledes oppfylder kontaktledningene belastningskravene når de er vurdert i henhold til prosjekteringskrav for redusert krav.

¹ Med kompaktomformer menes en enkelt omformerenhet tilknyttet KL-anlegget. Det kreves ikke utgående enfaseanlegg. (Dvs. E-bryter utstyres med distansevern og tilknyttes KL-anlegget direkte). Krav til ytelse vil være ca. 2-3 MVA. Det legges ikke opp til dublering. Dette kan løses ved innkjøp av en liten statisk enhet, eller ved rehabilitering og installering av en 3,1 MVA roterende omformer.

Ut fra de strømbelastningene som oppnås på den nordlige delen av Gjøvikbanen og de gode spenningene en får for togene, kan anlegget mest sannsynlig dimensjoneres med kontaktledning som har tverrsnitt på 240 mm² i stedet for 381 mm².

5.7 Vurdering av alternativ 9

I alternativ 9 har en plassert en omformerstasjon i Eina, og Hønefoss omformerstasjon er beholdt på dagens plass. Det er videre benyttet konvensjonelle kontaktledningsanlegg på den nordlige delen av Gjøvikbanen og AT-system på resten av strekningen. Om dette alternativet skal være en fullgod løsning er det rimelig å innstille statikken i spenningsregulatoren for Hønefoss omformerstasjon noe høyere enn fire prosent negativ statikk. Dette vil sørge for at omformerstasjonen mater mer effekt mot retning Oslo og Gjøvik, slik at det ene toget som fikk en lav kortvarig spenning på 12,9 kV sannsynligvis får tilstrekkelig spenning. I tillegg antar en at 2-sekundersbelastning i Eina omformerstasjon blir redusert.

5.8 Vurdering av dimensjonerende ruteplan

Å lage en helt ny grafisk ruteplan på en fremtidig banestrekning krever nøye vurderinger, selv om det er forutsatt dagens hastigheter, trasé og stoppmønster. Den dimensjonerende ruteplanen tar hensyn til en antatt trafikkfrekvens frem mot 2040, og det har gitt en trafikk som er så stor at en ikke forventer ytterligere trafikkvekst utover det som er gitt i denne utredningen. Derfor ser man bort fra kravet i teknisk regelverk om 20 % margin mot trafikkøkning for denne omfattende ruteplanen.

Det å få togene til å krysse riktig og på ønsket område er tidskrevende, og det krever flere simuleringsforsøk for å få det til. Dette er derfor ikke utført på en optimal måte. En har likevel sørget for å få krysningssporet et sted mellom Harestua og Bjørgeter. Samtidig som en har sørget for å gi en jevnere togfølgetid mellom klokken åtte og ni om morgenen og mellom seks og syv på ettermiddagen i alternativ 7b. Dette er gjort for å minske den belastningen omformerne utsettes for, i tillegg til en ønsker å lage en mer realistisk ruteplan. Men for å kompensere for slike usikkerheter, som krysning på andre steder enn det en har forestilt seg, må en ta hensyn til 10 % margin i omformerstasjoner og for strømføringen i kontaktledninger som er gitt i Teknisk regelverk JD 546 for endringer som kan forekomme i trafikken.

5.9 Vurdering av omformerne og antall aggregater

For vurdering av ytelsen til omformerstasjonene er redundanskriteriet ivaretatt. Med den forutsatte dimensjonerende ruteplanen og med AT-system langs hele linjen må Lunner omformerstasjon flyttes nærmere Gjøvik, samtidig som en supplerer aggregatene i Hønefoss. Det er observert at Lunner tar veldig mye av belastningen fra Hønefoss, slik at Hønefoss blir lite optimalt belastet. En mulighet er å flytte Lunner omformerstasjon til Gjøvik eller Eina og oppgradere Hønefoss til 3 x 5,8 MVA.

Dessuten har simuleringer for avvik og unormale driftsituasjoner vist at det er nødvendig å plassere en omformer på den nordlige delen av Gjøvikbanen i tilfellet det oppstår en feil eller arbeid i linjen eller kontaktledningsanlegget. Dette vil sørge for at strekningen får strømforsyning.

5.10 Vurdering av effekt levert fra Oslo-området

Oslo-området er i simuleringen forutsatt som en stiv spenningskilde, selv om det i virkeligheten selvsagt er begrensninger i installert effekt på grunn av den store trafikken. De alternativene som gir tilfredsstillende spenninger vises i tabell 5-1 med sine respektive maksimale effektuttak fra Oslo området, for 6-minutters og 1-timesperiode. Dette er maksimale effektuttak som ikke er spesielt store i forhold til kapasiteten til omformerstasjonene i Oslo-området. Stasjonene her har en innsatt ytelse på to eller tre aggregater på 10 MVA, og i utgangspunktet skulle en tro at disse har mer enn nok ytelse til å håndtere dette. Imidlertid kan en modell som dette si lite om den totale belastningen når mange tog på flere baner ut fra Oslo s krever effekt.

I fremtidige arbeid må det vurderes om en modell for banestrømforsyning med fremtidig stor trafikk må inkludere hele Oslo-området. Altså at den inkluderer Gjøvikbanen og Ringeriksbanen,

Drammensbanen, Gardermobanen, etc.. Sannsynligvis er det bare på denne måten en kan finne effektbehovet for hele området.

Tabell 5-1 Maksimal effektuttak fra Oslo-området for de alternativene som gir gode spenningsverdier

Simuleringsalternativ	6-minuttersbelastning [MVA]	1-timesbelastning [MVA]
Alternativ 7b	15,6	10,6
Alternativ 8	15,6	10,8
Alternativ 9	15,3	10,6

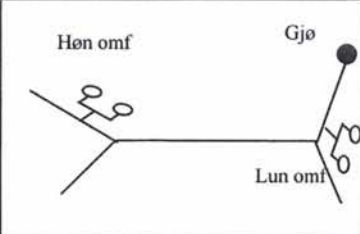
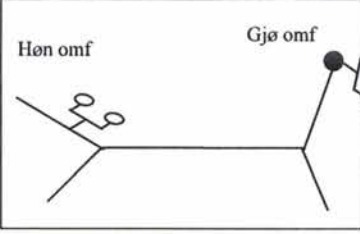
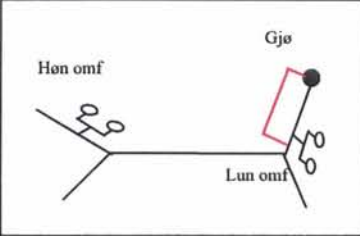
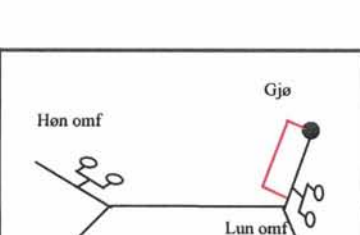
5.11 Oppsummering av de aktuelle alternativene

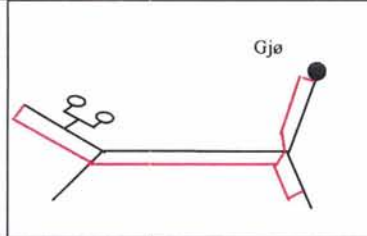
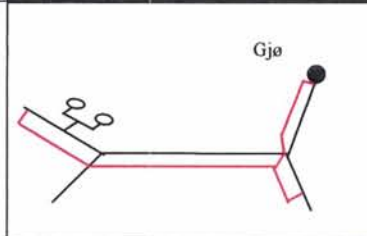
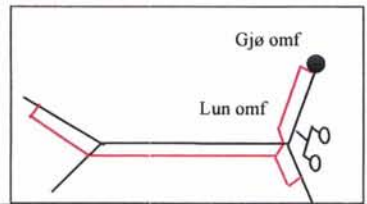
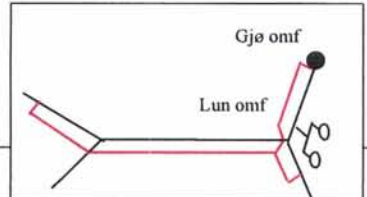
De alternativene som tilfredsstill teknisk regelverk for prosjektering av banestrømforsyning og som gir akseptable spenninger for togene i normal og avvik driftsituasjon er alternativ 7b, 8 og 9.

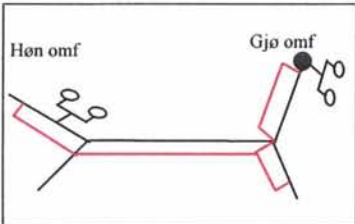
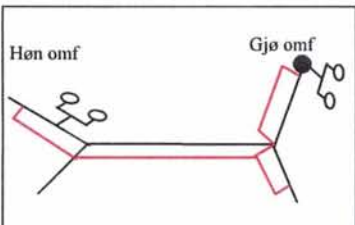
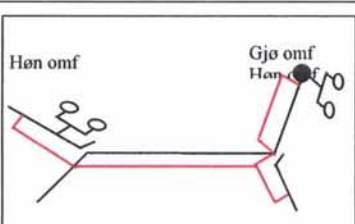
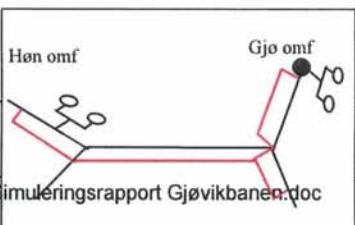
Alternativ 8 peker seg ut som det beste fordi dette alternativ har lavere spenningsfall på kontaktledningen fordi omformerstasjonene er jevnere fordelt og har AT-system over hele banestrekningen. I tillegg antar en at nedetiden vil være noe lavere enn i forhold til 7b.

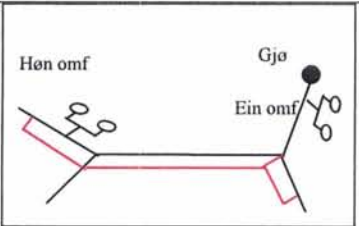
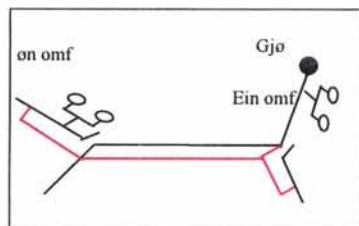
Selv om alternativ 7b har bedre spenningsverdier enn alternativ 9 ved normaldriftsituasjon, har alternativ 9 større fleksibilitet. Ved utfall av Lunner omformerstasjon eller linjeutkobling mellom Lunner og Roa må mating i alternativ 7b skje fra Oslo-området og Nesbyen som har en avstand på ca. 180 km. Dette vil føre til lave spenninger for togene. Dessuten vil ved vedlikeholdsarbeid nedetiden være noe lengre for alternativ 7b enn 9.

Tabell 5-2 Oppstilte resultater for samtlige utførte simuleringsalternativer. Rød og uthevet skrift for tilfellet der tillatt verdier er overskredet. Brun er på grensen til akseptabelt nivå.

Konfigurasjon	Alternativ	Belastning av omformere			Lavest spenning for tog			Belastningsstrøm av kontaktledningen
		2-sek [kA] / [%]	6-min [MVA] / [%]	1-time [MVA] / [%]	Antall	1-sekund [kV]	2-minutt [kV]	
	Alternativ 0 Konvensjonelt anlegg for hele Gjøvikbanen				51	Persontog: 10,9 Godstog: 12,3	Persontog: 11,5 Godstog: 12,3	Høy strømverdi for linjen nord for Grefsen
	Lunner 2x5,8 MVA	1,69 / 135,0	15,51 / 96,9	11,7 / 101,0				
	Hønefoss 2x5,8 MVA	1,01 / 81,2	6,70 / 42,1	4,04 / 34,8				
	Alternativ 1 Konvensjonelt anlegg for hele Gjøvikbanen				76	Persontog: 11,2 Godstog: 11,6	Persontog: 11,8 Godstog: 11,9	Høy strømverdi for linjen nord for Grefsen
	Gjøvik 2x5,8 MVA	0,70 / 55,8	6,28 / 39,3	5,10 / 44,0				
	Hønefoss 2x5,8 MVA	1,16 / 93,1	9,55 / 60,0	6,49 / 55,9				
	Alternativ 3a Konvensjonelt anlegg på den sørlige delen av Gjøvikbanen og AT-system fra Lunner til Gjøvik				42	Persontog: 10,9 Godstog: 12,3	Persontog: 11,5 Godstog: 12,9	Høy strømverdi for linjen nord for Grefsen
	Lunner 2x5,8 MVA	1,72 / 137	14,26 / 89,1	10,91 / 94,1				
	Hønefoss 2x5,8 MVA	1,02 / 81,3	6,7 / 42,1	4,02 / 34,7				
	Alternativ 3b Konvensjonelt anlegg på den sørlige delen av Gjøvikbanen og AT-system fra Lunner til Gjøvik				38	Persontog: 12,5 Godstog: 12,4	Persontog: 13,4 Godstog: 13,6	Høystrømverdi for linjen nord for Grefsen

Konfigurasjon	Alternativ	Belastning av omformere			Lavest spenning for tog			Belastningsstrøm av kontaktledningen
		2-sek [kA] / [%]	6-min [MVA] / [%]	1-time [MVA] / [%]	Antall	1-sekund [kV]	2-minutt [kV]	
	Lunner 3x5,8 MVA	1,74 / 92,8	14,52 / 60,5	11,07 / 63,6				
	Hønefoss 3x5,8 MVA	1,09 / 58,1	6,92 / 28,8	4,18 / 24,0				
	Alternativ 6a AT-system langs hele Gjøvikbanen og fra Roa til Hønefoss. Lunner fjernet.				1	Persontog: 12,9 Godstog: 13,9	Persontog: 14,0 Godstog: 14,9	Innenfor høyeste tillatte belastningsstrøm
	Hønefoss 4x5,8 MVA	1,98 / 79	16,08 / 50,3	11,84 / 51,0				
	Alternativ 6b AT-system langs hele Gjøvikbanen og fra Roa til Hønefoss. Lunner fjernet, utfall av et aggregat i Hønefoss				0	Persontog: 12,7 Godstog: 13,9	Persontog: 14,0 Godstog: 14,9	Innenfor høyeste tillatte belastningsstrøm
	Hønefoss 3x5,8 MVA	1,81 / 96,5	15,0 / 62,5	11,11 / 63,9				
	Alternativ 7a AT-system langs hele Gjøvikbanen og fra Roa til Gulsvik. Hønefoss fjernet				0	Persontog: 14,9 Godstog: 14,7	Persontog: 15,9 Godstog: 15,0	Innenfor høyeste tillatte belastningsstrøm
	Lunner 4x5,8 MVA	2,56 / 103,0	20,18 / 63,0	14,9 / 64,0				
	Alternativ 7b AT-system langs hele Gjøvikbanen og fra Roa til Gulsvik. Hønefoss fjernet. 4% fallende statikk				0	Persontog: 13,9 Godstog: 13,8	Persontog: 15,1 Godstog: 15,1	Innenfor høyeste tillatte belastningsstrøm

Konfigurasjon	Alternativ	Belastning av omformere			Lavest spenning for tog			Belastningsstrøm av kontaktledningen
		2-sek [kA] / [%]	6-min [MVA] / [%]	1-time [MVA] / [%]	Antall	1-sekund [kV]	2-minutt [kV]	
	Lunner 4x5,8 MVA	1,67 / 67	13,36 / 42	10,42 / 45				
 <p>Høn omf Gjø omf</p>	Alternativ 8a AT-system langs hele Gjøvikbanen og fra Roa til Haugastøl.				0	Persontog: 14,0 Godstog: 13,9	Persontog: 15,2 Godstog: 15,0	Innenfor høyeste tillatte belastningsstrøm
	Gjøvik 2x5,8 MVA	0,78 / 62,5	6,12 / 38,0	4,94 / 42,6				
	Hønefoss 3x5,8 MVA	1,34 / 71,5	10,30 / 42,9	6,86 / 39,4				
 <p>Høn omf Gjø omf</p>	Alternativ 8b AT-system langs hele Gjøvikbanen og fra Roa til Haugastøl. Utfall av et aggregat i Hønefoss				0	Persontog: 14,0 Godstog: 13,9	Persontog: 15,2 Godstog: 15,0	Innenfor høyeste tillatte belastningsstrøm
	Gjøvik 2x5,8 MVA	0,81 / 64,4	6,46 / 40,0	5,10 / 43,9				
	Hønefoss 2x5,8 MVA	1,13 / 90,6	9,16 / 57,0	6,44 / 55,5				
 <p>Høn omf Gjø omf Høn omf</p>	Alternativ 8c AT-system langs hele Gjøvikbanen og fra Roa til Haugastøl. Linjeutkobling først ved hønefoss og neste ved Roa				0	Persontog: 12,7 Godstog: 12,5	Persontog: 14,3 Godstog: 13,5	Innenfor høyeste tillatte belastningsstrøm
	Gjøvik 2x5,8 MVA	1,07 / 85,4	9,86 / 61,6	7,78 / 67,0				
	Hønefoss 3x5,8 MVA	1,21 / 63,8	10,18 / 63,6	6,86 / 59,1				
 <p>Høn omf Gjø omf</p>	Alternativ 8d AT-system langs hele Gjøvikbanen og fra Roa til Haugastøl.				0	Persontog: 13,8 Godstog: 13,7	Persontog: 15,1 Godstog: 14,9	Innenfor høyeste tillatte belastningsstrøm

Konfigurasjon	Alternativ	Belastning av omformere			Lavest spenning for tog			Belastningsstrøm av kontaktledningen
		2-sek [kA] / [%]	6-min [MVA] / [%]	1-time [MVA] / [%]	Antall	1-sekund [kV]	2-minutt [kV]	
	4 % fallende statikk							
	Gjøvik 2x5,8 MVA	0,71 / 56,8	5,95 / 37,0	4,70 / 40,5				
	Hønefoss 3x5,8 MVA	0,96 / 51,2	7,84 / 32,9	5,65 / 32,5				
	Alternativ 9a Konvensjonelle anlegg mellom Roa – Gjøvik, AT-system Grefsen – Roa og Roa til Haugastøl.				1	Persontog: 12,9 Godstog: 13,7	Persontog: 14,6 Godstog: 14,9	Innenfor høyeste tillatte belastningsstrøm
	Eina 2x5,8 MVA	0,76 / 60,8	5,69 / 35,6	4,51 / 38,9				
	Hønefoss 3x5,8 MVA	1,02 / 54,4	8,35 / 34,8	6,00 / 34,5				
	Alternativ 9b Konvensjonelle anlegg mellom Roa – Gjøvik, AT-system Grefsen – Roa og Roa til Haugastøl. Linjeutkobling først ved hønefoss og neste ved Roa				0	Persontog: 12,0 Godstog: 13,7	Persontog: 14,6 Godstog: 14,9	Innenfor høyeste tillatte belastningsstrøm
	Eina 2x5,8 MVA	0,81 / 64,8	6,89 / 43,1	5,53 / 47,7				
	Hønefoss 3x5,8 MVA	1,12 / 59,4	8,93 / 37,2	5,83 / 33,5				

6 KONKLUSJON

I denne utredningen er det undersøkt og vurdert ulike måter å realisere banestrømforsyningen for Gjøvikbanen. Alternativ 0, 1 og 3 gir dårlige spenninger for togene i normal driftsituasjon og dermed tilfredsstillende ikke kravene i JD 546 i Teknisk regelverk for prosjektering og vedlikehold av banestrømforsyning. Disse alternativene er derfor ikke aktuelle.

Alternativ 6 er ikke aktuelt fordi den gir dårlige spenninger på den nordlige delen av Gjøvikbanen samtidig som strekningen vil miste forsyning ved arbeid eller brudd i linjen.

Av alle de alternativene som ble simulert er alternativ 7b, 8 og 9 som gir akseptable spenninger for togene i normal og avvik driftsituasjon.

På grunn av at omformerstasjonene er jevnere fordelt i alternativ 8 og har AT-system over hele banestrekningen peker det seg ut som det beste alternativet. Dessuten antas det at nedetiden er noe lavere enn i forhold til 7b.

Selv om alternativ 7b har bedre spenningsverdier enn alternativ 9 ved normaldriftsituasjon, har alternativ 9 større fleksibilitet. Ved utfall av Lunner omformerstasjon eller linjeutkobling mellom Lunner og Roa må mating i alternativ 7b skje fra Oslo-området og Nesbyen som har en avstand på ca. 180 km. Dette vil føre til lave spenninger for togene. Dessuten vil ved vedlikeholdsarbeid nedetiden være noe lengre for alternativ 7b enn 9.

Alternativene rangeres ut fra prioriteringsrekkefølge:

Alternativ 8 gir tilfredsstillende spenninger for samtlige tog. Alternativ 8 er et av de alternativene som velges. Dette bør eventuelt realiseres slik:

- AT-system mellom Grefsen – Gjøvik og mellom Roa – Haugastøl.
- 3x5,8 MVA i Hønefoss og flytte Lunner omformerstasjon med 2x5,8 MVA til Gjøvik.

Alternativ 9 er det tredje alternativet som også gir tilfredsstillende resultater, og det anbefales å bygge på følgende måte:

- Konvensjonelle kontaktledningsanlegg mellom Roa og Gjøvik
- AT-system mellom Grefsen – Roa og mellom Roa – Haugastøl.
- 3x5,8 MVA i Hønefoss og flytte Lunner omformerstasjon med 2x5,8 MVA til Eina.

Alternativ 7b gir gode spenningsresultater for alle togene. Lunner omformerstasjon er belastet innenfor tillatt belastningsprosent. Dette er et alternativ som tilfredsstiller kravene i Teknisk regelverk.

- AT-system mellom Grefsen – Gjøvik og mellom Roa – Haugastøl.
- 4x5,8 MVA i Lunner omformerstasjon og fjerne Hønefoss omformerstasjon.

7 APPENDIKS A – SPENNING FOR TOGENE

Tabellene under viser laveste momentane og langvarige spenning for togene. Disse tallene er RMS-verdier.

Tabell 7-1 Alternativ 0 viser laveste spenning for tog for utvalgte tidsperioder der alle matestasjonene er koblet inn. Det fremføres persontog og godstog langs den sørlige delen av Gjøvikbanen og kun persontog til den nordlige delen av Gjøvikbanen. Dette er vurdert i henhold til vedlikeholds krav.

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
271	13,8	15,1
101	12,8	13,9
233	12,4	13,2
273	13,8	14,7
237	13,0	13,7
275	13,7	15,0
239	13,0	13,8
277	13,2	14,1
241	12,7	13,5
279	13,1	13,9
245	12,7	13,5
247	12,8	14,4
251	12,7	13,9
287	13,0	13,8
253	13,1	14,5
255	12,7	13,5
257	13,5	14,8
103	12,8	14,4
234	13,8	15,1
272	12,8	13,9
274	12,4	13,2
102	13,2	14,3
246	12,5	13,7
104	13,8	14,5
248	12,9	13,7
106	12,8	13,7
250	12,8	13,4
108	13,1	14,0
254	12,7	13,5
110	12,6	14,1
256	12,7	13,9
112	13,3	14,5
258	13,1	14,5
114	12,8	14,3
264	13,5	14,8
116	12,8	13,9
118	13,5	14,5
19	10,9	11,5
201	11,4	12,1
01	11,4	12,1
203	11,5	12,2
03	11,5	12,5
205	11,5	12,5
05	11,5	12,1
207	11,5	12,8
07	11,1	12,3

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
09	11,5	13,1
209	11,5	12,1
11	11,4	13,1
211	11,7	12,7
213	11,6	12,1
13	11,4	12,1
215	11,4	12,3
15	11,4	12,3
217	11,6	12,4
17	12,4	14,2
219	12,4	14,2
221	12,4	14,2
200	12,3	12,4
202	12,0	12,4
206	12,0	12,5
02	11,7	12,0
208	11,5	12,2
04	11,1	11,5
06	11,2	11,6
210	11,2	11,6
08	11,4	11,7
212	11,4	11,9
10	11,4	12,0
214	11,4	11,7
12	11,4	11,7
216	11,4	11,7
14	11,3	11,6
218	11,5	11,8
16	11,5	11,7
220	11,4	11,6
18	11,4	11,7
222	11,5	11,7
20	11,4	11,7
1001	12,3	13,5
1003	12,6	13,6
1005	12,7	13,5
5507	12,4	13,6
1007	12,5	13,6
1009	12,8	13,9
1011	12,8	13,7
5511	12,6	13,4
5513	13,1	13,8
5515	13,0	14,0
5515a	12,3	13,6
5512	13,3	14,0
1000	12,6	13,3

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
1002	12,9	13,6
1004	12,8	13,7
5502	12,5	13,3
5522	12,7	13,5
5520	12,5	12,9
1006	12,7	13,8
1008	12,6	13,8

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
5508	12,7	13,9
5510	12,4	13,6
5510a	12,5	14,9
41881	13,7	14,9
5519	13,8	15,2
41882	13,9	15,5

Tabell 7-2 Alternativ 1 viser laveste spenning for tog for utvalgte tidsperioder. Lunner omformerstasjon flyttes til Gjøvik. Det fremføres persontog og godstog langs den sørlige delen av Gjøvikbanen og kun persontog til den nordlige delen av Gjøvikbanen. Dette er vurdert i henhold til prosjekteringskrav.

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
271	12,2	13,2
101	11,2	11,8
233	11,2	11,9
273	12,1	13,0
237	11,7	11,9
275	11,6	13,0
239	11,7	11,9
277	11,9	12,2
241	11,6	12,0
279	11,5	12,0
245	11,8	12,3
247	11,6	12,9
251	11,6	12,4
287	11,8	12,9
234	13,2	14,6
272	11,9	12,6
274	11,4	12,1
102	11,4	12,0
246	11,8	12,4
104	11,9	11,8
248	11,6	12,3
106	11,6	12,3
250	11,9	12,0
108	11,8	12,7
254	11,5	11,9
110	11,5	12,4
256	11,6	12,4
112	11,7	12,7
19	11,5	12,1
201	11,4	12,1
01	11,5	12,4
203	11,9	12,2
03	12,0	12,8
205	11,8	12,2
05	11,7	12,3
207	12,3	13,2
07	11,6	12,3
09	11,6	12,1

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
209	11,7	12,4
11	12,0	12,4
211	11,5	12,4
213	12,0	13,1
13	11,9	13,0
215	14,0	14,7
200	13,5	14,9
202	12,5	14,4
206	11,3	11,8
02	11,4	12,1
208	11,5	11,9
04	12,0	12,9
06	11,8	12,8
210	11,5	11,8
08	11,7	12,7
212	11,6	11,9
10	11,6	12,0
214	11,6	12,9
12	11,6	11,9
216	11,6	12,4
14	11,6	12,7
218	11,7	12,8
16	12,1	13,1
1001	11,7	12,2
1003	11,9	12,3
1005	12,0	12,3
5507	11,9	12,2
1007	12,0	12,2
1009	12,0	12,6
1011	11,9	12,6
5515a	12,3	13,6
5512	13,3	14,0
1000	11,6	11,9
1002	11,7	12,0
1004	11,8	12,0
5502	11,8	12,0
5522	11,9	12,5
5520	11,8	12,7

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
1006	11,9	12,8
1008	12,6	13,8
5510	12,4	13,6

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
41881	13,6	14,7
41882	13,9	15,5

Tabell 7-3 Alternativ 3a viser laveste spenning for tog for utvalgte tidsperioder. Konvensjonelt kontaktledningsanlegg for den sørlige delen og AT-system for den nordlige delen av Gjøvikbanen. Det fremføres persontog og godstog langs den sørlige delen av Gjøvikbanen og kun persontog til den nordlige delen av Gjøvikbanen. Dette er vurdert i henhold til prosjekteringskrav.

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
271	13,8	15,1
101	12,8	13,9
233	12,5	13,2
273	13,8	14,8
237	13,0	13,7
275	13,7	15,0
239	13,0	13,8
277	13,1	14,1
241	12,7	13,5
279	13,1	14,0
245	12,7	13,5
247	12,9	14,4
251	12,7	13,9
287	13,0	13,8
234	13,8	15,1
272	12,8	13,9
274	12,4	13,2
102	13,3	14,3
246	12,5	13,8
104	13,8	14,5
248	12,9	13,7
106	12,8	13,8
250	12,8	13,5
108	13,1	14,0
254	12,7	13,5
110	12,7	14,1
256	12,7	13,9
112	13,3	14,4
19	14,2	15,0
201	13,1	14,4
01	12,8	13,8
203	13,0	14,2
03	13,3	14,2
205	13,6	14,5
05	13,2	14,2
207	14,1	15,2
07	12,7	13,6
09	13,1	13,9
209	13,9	14,9
11	13,5	14,6
211	13,0	14,8

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
213	13,5	14,4
13	13,1	14,6
215	14,8	15,4
200	14,4	15,5
202	14,3	15,2
206	12,4	13,7
02	12,7	13,7
208	13,4	14,7
04	13,0	14,2
06	12,7	13,7
210	13,7	15,1
08	12,8	13,7
212	13,3	14,6
10	14,1	15,2
214	13,4	14,0
12	13,7	14,9
216	13,1	14,4
14	13,7	15,0
218	12,9	13,7
16	14,6	15,4
1001	12,3	13,5
1003	12,4	13,6
1005	12,8	13,7
5507	12,4	13,6
1007	12,5	13,6
1009	12,8	14,1
1011	13,1	13,8
5515a	12,3	13,6
5512	13,3	14,0
1000	12,4	13,3
1002	12,8	13,6
1004	12,8	13,7
5502	12,5	13,4
5522	12,7	13,5
5520	12,5	12,9
1006	12,7	13,9
1008	12,6	13,8
5510	12,4	13,6
41881	13,7	14,9
41882	14,0	15,5

Tabell 7-4 Alternativ 3b viser laveste spenning for tog for utvalgte tidsperioder. Konvensjonelt kontakledningsanlegg for den sørlige delen og AT-system for den nordlige delen av Gjøvikbanen. Det fremføres persontog og godstog langs den sørlige delen av Gjøvikbanen og kun persontog til den nordlige delen av Gjøvikbanen. Dette er vurdert i henhold til prosjekteringskrav.

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
271	13,9	15,1
101	12,9	14,0
233	12,5	13,4
273	13,8	14,7
237	13,2	13,9
275	13,8	15,0
239	13,1	14,0
277	13,2	14,1
241	12,8	13,6
279	13,2	14,1
245	12,7	13,7
247	13,0	14,4
251	12,7	14,0
287	13,1	13,9
234	13,9	15,1
272	12,9	14,0
274	12,5	13,4
102	13,3	14,4
246	12,6	13,9
104	14,0	14,6
248	13,0	13,8
106	13,0	13,9
250	12,9	13,5
108	13,2	14,1
254	12,7	13,7
110	12,7	14,2
256	12,7	14,0
112	13,5	14,5
19	14,3	15,1
201	13,2	14,4
01	12,9	13,9
203	13,0	14,3
03	13,4	14,3
205	13,8	14,6
05	13,3	14,4
207	14,3	15,3
07	12,9	13,7
09	13,1	14,0
209	14,2	15,2
11	13,6	14,7
211	13,1	15,0
213	13,7	14,5

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
13	13,3	14,6
215	14,8	15,5
200	14,5	15,6
202	14,3	15,2
206	12,7	13,9
02	12,9	13,9
208	13,8	14,9
04	13,1	14,3
06	13,0	13,8
210	13,8	15,1
08	12,9	13,8
212	13,3	14,7
10	14,2	15,2
214	13,5	14,1
12	13,9	15,0
216	13,4	14,5
14	13,8	15,0
218	13,0	13,8
16	14,9	15,7
1001	12,5	13,7
1003	12,6	13,7
1005	12,4	12,9
5507	12,4	13,6
1007	12,5	13,6
1009	13,0	14,2
1011	13,2	13,9
5515a	12,4	13,6
5512	13,4	14,0
1000	12,6	13,5
1002	13,0	13,7
1004	12,9	13,9
5502	12,5	13,4
5522	12,7	13,7
5520	12,5	12,9
1006	12,7	13,8
1008	12,7	13,9
5510	12,5	13,6
41881	13,8	15,0
41882	14,0	15,5

Tabell 7-5 Alternativ 6a viser laveste spenning for tog for utvalgte tidsperioder. AT-system for Gjøvikbanen og deler av Bergensbanen. Lunner omformerstasjon er fjernet. Hønefoss omformerstasjon oppgraderes til 4x5,8 MVA. Det fremføres persontog og godstog langs den sørlige delen av Gjøvikbanen og kun persontog til den nordlige delen av Gjøvikbanen. Dette er vurdert i henhold til prosjekteringskrav.

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
271	14,7	15,4
101	14,0	14,9
233	13,8	14,9
273	14,4	15,1
237	14,4	15,0
275	14,5	15,4
239	14,6	15,0
277	14,7	15,2
241	14,4	15,1
279	14,4	15,1
245	14,3	15,0
247	14,5	15,3
251	14,1	15,2
287	14,8	15,5
234	15,0	15,9
272	14,5	15,2
274	14,0	14,9
102	13,9	14,9
246	15,8	15,2
104	14,6	14,9
248	14,3	15,2
106	14,3	14,8
250	14,5	15,0
108	14,6	15,2
254	14,1	15,1
110	14,3	14,8
256	14,3	15,0
112	14,1	15,2
19	12,9	14,0
201	13,3	14,5
01	13,4	14,5
203	13,2	14,7
03	13,6	14,8
205	13,4	14,8
05	13,6	14,9
207	13,5	14,6
07	13,2	14,3
09	13,0	14,4
209	13,3	14,7
11	13,1	14,3
211	13,8	14,6
213	13,5	14,7

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
13	13,5	14,7
215	15,2	15,8
200	14,5	15,2
202	14,3	15,2
206	14,2	15,1
02	13,8	14,6
208	13,4	14,4
04	13,1	14,0
06	13,2	14,5
210	13,2	14,4
08	13,1	14,6
212	13,6	14,4
10	13,5	14,5
214	13,4	14,4
12	13,3	14,4
216	13,1	14,2
14	13,2	14,5
218	13,6	14,2
16	13,3	14,3
1001	14,1	15,0
1003	14,5	15,2
1005	14,2	15,2
5507	14,7	15,2
1007	14,2	15,2
1009	14,4	15,3
1011	14,7	15,4
5515a	15,5	16,0
5512	15,6	15,9
1000	13,9	14,9
1002	14,4	15,0
1004	14,4	15,0
5502	14,4	15,1
5522	14,3	15,1
5520	14,5	15,3
1006	14,1	15,3
1008	15,5	16,1
5510	15,6	16,0
41881	14,2	15,1
41882	14,1	15,5

Tabell 7-6 Alternativ 6b viser laveste spenning for tog for utvalgte tidsperioder. AT-system for Gjøvikbanen og deler av Bergensbanen. Lunner omformerstasjon er fjernet. Hønefoss omformerstasjon oppgraderes til 4x5,8 MVA. Det fremføres persontog og godstog langs den sørlige delen av Gjøvikbanen og kun persontog til den nordlige delen av Gjøvikbanen. Dette er vurdert i henhold til prosjekteringskrav.

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
271	14,5	15,2
101	13,8	14,7
233	13,7	14,8
273	14,3	15,0
237	14,3	14,9
275	14,2	15,3
239	14,4	14,9
277	14,5	15,1
241	14,2	15,0
279	14,3	15,0
245	14,2	15,0
247	14,2	15,2
251	13,9	15,2
287	14,7	15,4
234	14,9	15,8
272	14,4	15,2
274	13,9	14,8
102	13,6	14,7
246	14,2	15,1
104	14,5	14,8
248	14,2	15,1
106	14,2	14,7
250	14,3	14,9
108	14,4	15,1
254	13,9	14,9
110	14,1	14,7
256	14,1	14,9
112	13,8	15,2
19	12,7	13,8
201	13,1	14,3
01	13,3	14,4
203	13,1	14,6
03	13,5	14,6
205	13,2	14,6
05	13,5	14,8
207	13,4	14,5
07	13,0	14,2
09	12,9	14,3
209	13,1	14,6
11	12,8	14,2
211	13,5	14,5
213	13,3	14,6

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
13	14,1	15,1
215	15,2	15,7
200	14,4	15,1
202	14,2	15,1
206	14,1	14,9
02	13,7	14,6
208	13,2	14,2
04	12,9	13,8
06	13,1	14,4
210	13,1	14,3
08	13,0	14,5
212	13,5	14,3
10	13,4	14,5
214	13,3	14,4
12	13,2	14,2
216	13,0	14,1
14	13,0	14,5
218	13,2	14,1
16	13,0	14,2
1001	14,0	14,9
1003	14,4	15,1
1005	14,2	15,1
5507	14,5	15,1
1007	14,1	15,1
1009	14,3	15,1
1011	14,6	15,4
5515a	15,5	16,0
5512	15,5	15,9
1000	13,8	14,8
1002	14,2	14,9
1004	14,3	14,9
5502	14,3	15,0
5522	14,2	15,1
5520	14,3	15,3
1006	13,9	15,2
1008	15,5	16,1
5510	15,6	16,0
41881	14,0	15,1
41882	14,1	15,5

Tabell 7-7 Alternativ 7 viser laveste spenning for tog for utvalgte tidsperioder. AT-system for Gjøvikbanen og deler av Bergensbanen. Hønefoss omformerstasjon er fjernet. Det fremføres persontog og godstog langs den sørlige delen av Gjøvikbanen og kun persontog til den nordlige delen av Gjøvikbanen. Dette er vurdert i henhold til prosjekteringskrav.

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
271	15,9	16,2
101	15,8	16,2
233	15,5	16,2
273	15,8	16,2
237	15,5	16,1
275	15,9	16,2
239	15,6	16,1
277	15,7	16,0
241	15,7	16,0
279	15,6	16,1
245	15,4	16,0
247	15,6	16,1
251	15,5	16,0
287	15,8	16,1
234	15,9	16,3
272	15,9	16,2
274	15,5	16,1
102	15,6	16,0
246	15,5	16,1
104	15,9	16,2
248	15,8	16,1
106	15,7	16,0
250	15,5	15,9
108	15,7	16,1
254	15,4	16,0
110	15,6	16,0
256	15,5	16,1
112	15,8	16,1
19	15,1	16,1
201	14,9	15,9
01	15,1	15,1
203	15,0	15,9
03	15,1	16,0
205	15,1	16,1
05	15,1	15,9
207	15,2	16,1
07	14,8	15,9
09	15,3	16,1
209	15,0	16,0
11	15,4	16,1
211	15,4	16,0
213	15,3	16,0

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
13	15,1	16,0
215	15,9	16,1
200	15,5	16,0
202	15,5	16,0
206	15,6	16,2
02	15,6	15,9
208	15,2	16,0
04	15,0	16,0
06	14,8	15,8
210	15,1	15,9
08	15,2	15,9
212	15,0	16,0
10	15,1	15,9
214	15,1	15,7
12	15,0	15,9
216	15,0	15,9
14	14,9	15,6
218	15,2	15,9
16	15,3	15,8
1001	15,4	15,9
1003	14,9	15,8
1005	15,3	15,8
5507	15,2	15,8
1007	15,0	15,7
1009	14,7	15,7
1011	15,5	16,0
5515a	14,9	15,6
5512	15,5	15,8
1000	15,6	15,9
1002	15,5	15,9
1004	15,4	15,8
5502	14,8	15,7
5522	15,2	15,8
5520	14,9	15,8
1006	15,0	15,8
1008	15,0	15,8
5510	15,0	15,6
41881	14,1	15,1
41882	14,0	15,5

Tabell 7-8 Alternativ 7b viser laveste spenning for tog for utvalgte tidsperioder. AT-system for Gjøvikbanen og deler av Bergensbanen. Hønefoss omformerstasjon er fjernet. Det fremføres persontog og godstog langs den sørlige delen av Gjøvikbanen og kun persontog til den nordlige delen av Gjøvikbanen. Dette er vurdert i henhold til prosjekteringskrav.

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
271	15,4	16,0
101	15,1	15,6
233	14,9	15,6
273	15,1	15,8
237	15,2	15,6
275	15,4	16,9
239	15,2	15,7
277	15,4	15,8
241	15,1	15,6
279	14,9	15,7
245	14,8	15,6
247	15,3	15,8
251	15,3	15,8
287	15,5	15,9
234	15,6	16,1
272	15,1	15,6
274	14,8	15,5
102	15,1	15,8
246	15,2	15,6
104	15,2	15,8
248	15,0	15,7
106	15,3	15,8
250	15,0	15,5
108	15,4	15,8
254	14,8	15,6
110	15,2	15,8
256	15,3	15,8
112	15,4	16,0
19	13,9	15,1
201	13,9	15,4
01	14,3	15,1
203	14,1	15,5
03	14,5	15,6
205	14,4	15,6
05	14,3	15,6
207	14,3	15,4
07	14,0	15,3
09	14,3	15,5
209	14,5	15,5
11	14,1	15,3
211	14,4	15,5
213	14,4	15,5

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
13	14,3	15,4
215	14,3	15,4
200	15,0	15,4
202	15,0	15,5
206	14,9	15,4
02	14,6	15,2
208	14,5	15,2
04	13,9	15,1
06	14,0	15,1
210	14,4	15,3
08	14,0	15,3
212	14,4	15,2
10	14,3	15,3
214	14,4	15,3
12	14,2	15,1
216	14,0	15,1
14	14,4	15,2
218	14,4	15,2
16	14,4	15,2
1001	14,9	15,6
1003	14,3	15,5
1005	14,9	15,7
5507	14,3	15,4
1007	14,7	15,5
1009	14,3	15,3
1011	15,2	15,7
5515a	14,4	15,4
5512	15,3	15,7
1000	14,8	15,7
1002	15,1	15,6
1004	15,0	15,6
5502	14,3	15,5
5522	14,5	15,4
5520	14,6	15,4
1006	14,6	15,5
1008	14,6	15,5
5510	14,4	15,4
41881	13,7	14,9
41882	13,8	15,1

Tabell 7-9 Alternativ 8a viser laveste spenning for tog for utvalgte tidsperioder. AT-system for Gjøvikbanen og deler av Bergensbanen. Lunner omformerstasjon er flyttet til Gjøvik. Hønefoss omformerstasjon oppgraderes til 3x5,8 MVA. Det fremføres persontog og godstog langs den sørlige delen av Gjøvikbanen og kun persontog til den nordlige delen av Gjøvikbanen. Dette er vurdert i henhold til prosjekteringskrav.

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
271	15,3	15,8
101	14,7	15,4
233	14,1	15,3
273	14,7	15,6
237	14,8	15,3
275	15,0	15,7
239	14,9	15,3
277	15,0	15,5
241	14,7	15,3
279	14,7	15,6
245	14,6	15,3
247	14,8	15,6
251	14,5	15,4
287	15,2	15,6
234	15,5	16,0
272	14,7	15,4
274	14,2	15,3
102	14,9	15,6
246	14,9	15,4
104	14,9	15,6
248	14,7	15,4
106	15,0	15,5
250	14,7	15,3
108	15,0	15,6
254	14,6	15,4
110	14,7	15,6
256	14,5	15,4
112	14,8	15,7
19	15,0	15,6
201	14,6	15,5
01	14,4	15,0
203	14,8	15,6
03	15,0	15,5
205	14,9	15,6
05	15,0	15,5
207	15,2	15,8
07	14,5	15,3
09	15,0	15,6
209	15,0	15,6
11	15,0	15,5
211	14,8	15,6
213	15,1	15,7

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
13	14,7	15,6
215	15,4	15,9
200	15,6	16,0
202	15,1	15,8
206	14,7	15,5
02	14,2	15,4
208	14,4	15,5
04	14,9	15,6
06	15,1	15,6
210	14,8	15,6
08	14,7	15,5
212	14,9	15,5
10	15,0	15,6
214	14,6	15,6
12	15,0	15,7
216	14,8	15,6
14	14,8	15,7
218	14,8	15,6
16	15,2	15,8
1001	14,7	15,4
1003	14,9	15,5
1005	14,6	15,5
5507	14,9	15,5
1007	14,4	15,4
1009	14,8	15,6
1011	14,8	15,6
5515a	15,4	16,0
5512	15,8	16,1
1000	14,2	15,3
1002	14,8	15,3
1004	14,9	15,3
5502	14,6	15,3
5522	14,6	15,4
5520	14,8	15,6
1006	14,5	15,7
1008	15,5	16,1
5510	15,6	16,0
41881	14,0	15,1
41882	14,2	15,5

Tabell 7-10 Alternativ 8b viser laveste spenning for tog for utvalgte tidsperioder. AT-system for Gjøvikbanen og deler av Bergensbanen. Lunner omformerstasjon er flyttet til Gjøvik. Utfall av et aggregat i Hønefoss omformerstasjon. Det fremføres persontog og godstog langs den sørlige delen av Gjøvikbanen og kun persontog til den nordlige delen av Gjøvikbanen. Dette er vurdert i henhold til prosjekteringskrav.

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
271	15,2	15,8
101	14,6	15,4
233	14,0	15,2
273	14,6	15,6
237	14,6	15,2
275	14,8	15,6
239	14,8	15,2
277	14,9	15,5
241	14,6	15,2
279	14,6	15,6
245	14,5	15,3
247	14,7	15,6
251	14,3	15,3
287	15,1	15,6
234	15,4	16,0
272	14,7	15,4
274	14,1	15,2
102	14,9	15,5
246	14,8	15,3
104	14,7	15,5
248	14,6	15,4
106	14,9	15,5
250	14,6	15,3
108	14,9	15,6
254	14,5	15,3
110	14,6	15,6
256	14,4	15,3
112	14,6	15,6
19	14,9	15,6
201	14,5	15,5
01	14,3	15,0
203	14,8	15,6
03	14,9	15,4
205	14,8	15,5
05	14,9	15,4
207	15,1	15,7
07	14,4	15,3
09	14,9	15,6
209	14,9	15,5
11	14,9	15,4
211	14,6	15,6
213	14,9	15,7

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
13	14,5	15,5
215	15,4	15,9
200	15,5	16,0
202	15,1	15,7
206	14,6	15,4
02	14,0	15,3
208	14,3	15,5
04	14,8	15,6
06	15,0	15,6
210	14,6	15,5
08	14,7	15,5
212	14,8	15,4
10	14,9	15,6
214	14,5	15,6
12	14,9	15,6
216	14,8	15,6
14	14,8	15,6
218	15,6	15,1
16	15,1	15,8
1001	14,5	15,3
1003	14,9	15,5
1005	14,6	15,5
5507	14,8	15,5
1007	14,3	15,4
1009	14,7	15,9
1011	14,8	15,6
5515a	15,3	16,0
5512	15,8	16,0
1000	14,0	15,2
1002	14,6	15,2
1004	14,8	15,2
5502	14,5	15,2
5522	14,5	15,3
5520	14,7	15,6
1006	14,3	15,6
1008	15,4	16,0
5510	15,5	16,0
41881	13,9	15,0
41882	14,1	15,5

Tabell 7-11 Alternativ 8c viser laveste spenning for tog for utvalgte tidsperioder. AT-system for Gjøvikbanen og deler av Bergensbanen. Utkobling av østlige avgang fra Hønefoss og sørlige avgang fra Roa. Det fremføres persontog og godstog langs den sørlige delen av Gjøvikbanen og kun persontog til den nordlige delen av Gjøvikbanen. Dette er vurdert i henhold til prosjekteringskrav.

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
271	14,1	15,1
101	13,5	14,6
233	13,2	14,6
273	14,2	15,0
237	14,6	15,2
275	14,8	15,6
239	14,8	15,2
277	14,9	15,5
241	14,6	15,2
279	14,6	15,6
245	13,2	14,5
247	12,7	14,3
251	12,9	13,9
287	13,8	14,5
234	15,4	16,0
272	14,0	14,9
274	13,5	14,5
102	13,8	14,8
246	14,0	14,9
104	14,7	15,5
248	14,6	15,4
106	14,9	15,5
250	14,6	15,3
108	14,9	15,6
254	14,5	15,3
110	12,8	14,2
256	12,7	13,9
112	13,0	14,2
19	13,8	14,7
201	13,5	14,7
01	13,7	14,9
203	14,2	15,1
03	14,9	15,4
205	14,8	15,5
05	14,9	15,4
207	15,1	15,7
07	14,4	15,3
09	14,9	15,6
209	14,9	15,5
11	14,9	15,4
211	12,8	13,8
213	12,9	14,5

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
13	13,1	14,2
215	14,6	15,4
200	15,5	16,0
202	14,8	15,4
206	13,6	14,6
02	13,1	14,6
208	13,2	14,7
04	14,2	15,1
06	13,9	14,9
210	14,6	15,5
08	14,7	15,5
212	14,8	15,4
10	14,9	15,6
214	14,5	15,6
12	14,9	15,6
216	13,1	14,5
14	12,8	14,2
218	13,2	14,3
16	15,5	15,9
1001	13,1	14,6
1003	14,4	15,3
1005	14,6	15,5
5507	14,8	15,5
1007	14,3	15,4
1009	13,0	14,2
1011	13,5	14,3
5515a	15,3	16,0
5512	15,8	16,0
1000	13,3	14,4
1002	13,6	14,7
1004	14,8	15,2
5502	14,5	15,2
5522	14,5	15,3
5520	13,0	13,8
1006	12,5	13,5
1008	15,4	16,0
5510	15,5	16,0
41881	13,2	14,4
41882	13,5	14,5

Tabell 7-12 Alternativ 8d viser laveste spenning for tog for utvalgte tidsperioder. AT-system for Gjøvikbanen og deler av Bergensbanen. Lunner omformerstasjon er flyttet til Gjøvik. Utfall av et aggregat i Hønefoss omformerstasjon. Det fremføres persontog og godstog langs den sørlige delen av Gjøvikbanen og kun persontog til den nordlige delen av Gjøvikbanen. Dette er vurdert i henhold til prosjekteringskrav.

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
271	14,9	15,6
101	14,5	15,2
233	13,8	15,1
273	14,5	15,5
237	14,4	15,1
275	14,6	15,5
239	14,6	15,1
277	14,7	15,4
241	14,4	15,1
279	14,5	15,4
245	14,4	15,2
247	14,5	15,5
251	14,1	15,2
287	14,9	15,5
234	15,3	15,9
272	14,5	15,2
274	14,0	15,1
102	14,4	15,3
246	14,6	15,2
104	14,6	15,3
248	14,5	15,3
106	14,8	15,3
250	14,5	15,2
108	14,7	15,5
254	14,4	15,2
110	14,4	15,4
256	14,3	15,2
112	14,3	15,5
19	14,6	15,3
201	14,1	15,3
01	14,1	15,0
203	14,4	15,4
03	14,6	15,3
205	14,6	15,3
05	14,6	15,3
207	14,8	15,6
07	14,2	15,2
09	14,7	15,4
209	14,6	15,3
11	14,7	15,3
211	14,5	15,5
213	14,7	15,6

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
13	14,3	15,4
215	15,3	15,8
200	15,4	15,9
202	15,0	15,7
206	14,4	15,3
02	13,8	15,1
208	13,9	15,3
04	14,7	15,5
06	14,8	15,5
210	14,3	15,3
08	14,6	15,5
212	14,5	15,2
10	14,6	15,4
214	14,3	15,5
12	14,6	15,4
216	14,6	15,4
14	14,6	15,5
218	14,3	15,5
16	14,9	15,6
1001	14,2	15,1
1003	14,6	15,3
1005	14,4	15,3
5507	14,7	15,4
1007	14,2	15,3
1009	14,6	15,5
1011	14,7	15,5
5515a	15,1	15,8
5512	15,7	15,9
1000	13,9	15,1
1002	14,4	15,1
1004	14,7	15,1
5502	14,4	15,1
5522	14,4	15,2
5520	14,6	15,5
1006	14,1	15,4
1008	15,2	15,9
5510	15,1	15,8
41881	13,7	14,9
41882	14,1	15,5

Tabell 7-13 Alternativ 9a viser laveste spenning for tog for utvalgte tidsperioder. AT-system for den sørlige delen Gjøvikbanen og deler av Bergensbanen. Lunner omformerstasjon flyttes til Eina. Konvensjonelt anlegg på den nordlige delen av Gjøvikbanen. Det fremføres persontog og godstog langs den sørlige delen av Gjøvikbanen og kun persontog til den nordlige delen av Gjøvikbanen. Dette er vurdert i henhold til prosjekteringskrav.

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
271	14,3	15,2
101	13,9	15,1
233	13,8	15,0
273	14,5	15,3
237	14,4	14,9
275	14,2	15,3
239	14,5	15,0
277	14,4	15,2
241	14,2	15,0
279	14,3	15,2
245	14,2	15,1
247	14,3	15,5
251	13,9	15,1
287	14,8	15,4
234	14,8	15,9
272	14,4	15,2
274	14,0	15,1
102	13,7	14,7
246	14,2	15,0
104	14,1	14,6
248	13,9	14,8
106	13,8	14,5
250	13,9	14,6
108	14,1	15,0
254	13,6	14,8
110	13,8	14,7
256	13,9	15,1
112	13,4	15,1
19	13,8	14,6
201	13,3	14,8
01	13,9	14,9
203	13,5	14,8
03	13,5	14,7
205	13,5	14,7
05	13,5	14,7
207	13,9	15,1
07	13,8	14,9
09	14,2	14,9
209	13,8	14,8
11	14,2	15,1
211	13,7	15,0
213	13,6	14,8

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
13	13,9	15,0
215	15,2	15,7
200	14,9	15,9
202	14,9	15,6
206	14,3	15,2
02	13,7	14,6
208	12,9	14,6
04	14,2	15,4
06	13,8	15,0
210	13,3	14,6
08	13,5	14,8
212	13,4	14,6
10	13,4	14,7
214	14,0	15,1
12	13,9	14,9
216	14,0	14,8
14	13,8	15,3
218	13,5	14,9
16	13,9	15,0
1001	14,1	15,1
1003	14,6	15,1
1005	14,4	15,1
5507	14,4	15,2
1007	14,0	15,2
1009	14,5	15,4
1011	14,6	15,4
5515a	15,1	15,8
5512	15,7	15,9
1000	13,8	15,0
1002	14,4	15,0
1004	14,5	15,0
5502	14,3	15,0
5522	14,2	15,1
5520	14,5	15,4
1006	14,0	15,2
1008	15,2	15,8
5510	15,2	15,8
41881	13,7	14,9
41882	14,0	15,5

Tabell 7-14 Alternativ 9b viser laveste spenning for tog for utvalgte tidsperioder. AT-system for den sørlige delen Gjøvikbanen og deler av Bergensbanen. Lunner omformerstasjon flyttes til Eina. Konvensjonelt anlegg på den nordlige delen av Gjøvikbanen. Det fremføres persontog og godstog langs den sørlige delen av Gjøvikbanen og kun persontog til den nordlige delen av Gjøvikbanen. Dette er vurdert i henhold til prosjekteringskrav for redusert krav.

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
271	13,0	14,2
101	12,8	13,8
233	12,8	14,2
273	12,5	14,3
237	14,4	14,9
275	14,2	15,3
239	14,5	15,0
277	14,4	15,2
241	14,2	15,0
279	14,3	15,2
245	13,2	14,5
247	12,7	14,3
251	12,9	13,9
287	13,8	14,5
234	14,8	15,9
272	13,4	14,4
274	12,7	13,6
102	12,6	13,6
246	13,0	14,1
104	14,1	14,6
248	13,9	14,8
106	13,8	14,5
250	13,9	14,6
108	14,1	15,0
254	13,6	14,8
110	12,9	14,2
256	12,7	13,9
112	13,0	14,2
19	13,8	14,6
201	13,3	14,8
01	13,9	14,9
203	13,5	14,8
03	13,5	14,7
205	13,5	14,7
05	13,5	14,7
207	13,9	15,1
07	13,8	14,9
09	14,2	14,9
209	13,8	14,8
11	14,2	15,1
211	13,7	15,0
213	13,6	14,8

Tog	Minimum Spenning RMS [kV]	
	1 sekund	2 minutter
13	13,9	15,0
215	15,2	15,7
200	14,9	15,9
202	14,9	15,6
206	14,3	15,2
02	13,7	14,6
208	12,0	14,6
04	14,2	15,4
06	13,8	15,0
210	13,3	14,6
08	13,5	14,8
212	13,4	14,6
10	13,4	14,7
214	14,0	15,1
12	13,9	14,9
216	14,9	14,8
14	13,3	15,0
218	13,5	14,9
16	13,0	14,7
1001	14,1	15,1
1003	14,6	15,1
1005	14,4	15,1
5507	14,4	15,2
1007	14,0	15,2
1009	14,5	15,4
1011	14,6	15,4
5515a	15,1	15,8
5512	15,7	15,9
1000	13,8	15,0
1002	14,4	15,0
1004	14,5	15,0
5502	14,3	15,0
5522	14,2	15,1
5520	14,5	15,4
1006	14,0	15,2
1008	15,2	15,8
5510	15,2	15,8
41881	13,7	14,9
41882	14,0	15,5

8 APPENDIKS B – BELASTNINGSTRØM

Tabell 8-1 Høyeste belastningsstrøm på kontaktledningene for simuleringsalternativ 0 med normal driftsituasjon.

Alternativ 0 – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg for Gjøvikbanen					
KL avgang ved omformere	Strøm [A]				
	1 sek	10 sek	1 min	6 min	1 time
Oslo – Grefsen Spor 1 ²	936	833	583	416	274
Oslo – Grefsen Spor 2 ³	735	659	585	400	256
Grefsen – Oslo Spor 1	700	653	544	389	239
Grefsen – Oslo Spor 2	659	637	585	394	248
Grefsen – Roa	1291	1276	1123	762	484
Roa – Grefsen	897	867	647	482	355
Roa – Lunner	1017	984	764	597	450
Roa – Hønefoss	558	532	454	327	234
Lunner – Roa	1144	1070	764	617	464
Lunner – Gjøvik	1003	982	768	557	407
Hønefoss – Roa	835	820	629	411	258
Hønefoss – Hønefoss omf.	753	685	501	336	233
Hønefoss – Hokksund	550	496	405	289	219
Hønefoss omf. – Hønefoss	753	692	524	336	230
Hønefoss omf. – Nesbyen	1165	1065	808	527	339
Nesbyen – Hønefoss omf.	915	893	631	420	259
Hokksund – Hønefoss	685	641	601	396	248
Hokksund – Drammen	418	395	290	189	127
Drammen – Hokksund	536	508	401	260	165

Tabell 8-2 Høyeste belastningsstrøm på kontaktledningene for simuleringsalternativ 1 med normal driftsituasjon.

Alternativ 1 – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg for Gjøvikbanen					
KL avgang ved omformere	Strøm [A]				
	1 sek	10 sek	1 min	6 min	1 time
Oslo – Grefsen Spor 1	942	835	617	453	306
Oslo – Grefsen Spor 2	712	656	619	437	286
Grefsen – Oslo Spor 1	673	655	576	422	267
Grefsen – Oslo Spor 2	658	656	619	431	278
Grefsen – Roa	1314	1310	1190	838	542
Roa – Grefsen	596	569	532	365	236
Roa – Lunner	449	421	323	248	157
Roa – Hønefoss	582	551	439	376	277
Lunner – Roa	446	421	323	226	146
Lunner – Gjøvik	446	421	323	226	146
Gjøvik – Lunner	702	667	588	399	331
Hønefoss – Roa	925	877	694	508	339
Hønefoss – Hønefoss omf.	788	731	610	458	361
Hønefoss – Hokksund	547	493	430	310	228
Hønefoss omf. – Hønefoss	946	930	740	516	366
Hønefoss omf. – Nesbyen	1116	1060	804	525	338
Nesbyen – Hønefoss omf.	927	889	634	430	264
Hokksund – Hønefoss	742	681	627	413	254
Hokksund – Drammen	418	400	282	191	117
Drammen – Hokksund	531	506	418	267	159

² Spor 1 når tog fremføres fra Oslo

³ Spor 2 når tog fremføres til Oslo

Tabell 8-3 Høyeste belastningsstrøm på kontaktledningene for Simuleringsalternativ 3a med normal driftsituasjon.

Alternativ 3a – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg for Gjøvikbanen					
KL avgang ved omformere	Strøm [A]				
	1 sek	10 sek	1 min	6 min	1 time
Oslo – Grefsen Spor 1	934	832	578	414	272
Oslo – Grefsen Spor 2	732	659	581	398	254
Grefsen – Oslo Spor 1	696	654	539	388	238
Grefsen – Oslo Spor 2	655	633	581	392	247
Grefsen – Roa	1284	1266	1114	759	481
Roa – Grefsen	897	872	650	482	352
Roa – Lunner	504	479	375	295	221
Roa – Hønefoss	566	550	453	320	228
Lunner – Roa	1124	1051	749	609	456
Lunner – Gjøvik	1020	996	683	508	380
Hønefoss – Roa	771	747	539	374	253
Hønefoss – Hønefoss omf.	755	687	499	337	231
Hønefoss– Hokksund	550	496	406	289	218
Hønefoss omf.– Hønefoss	755	692	526	337	231
Hønefoss omf. – Nesbyen	1166	1065	808	527	339
Nesbyen – Hønefoss omf.	912	878	632	420	260
Hokksund – Hønefoss	684	637	603	394	246
Hokksund – Drammen	419	398	271	182	117
Drammen – Hokksund	531	504	396	259	154

Tabell 8-4 Høyeste belastningsstrøm på kontaktledningene for Simuleringsalternativ 3b med normal driftsituasjon.

Alternativ 3b – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg for Gjøvikbanen					
KL avgang ved omformere	Strøm [A]				
	1 sek	10 sek	1 min	6 min	1 time
Oslo – Grefsen Spor 1	907	806	545	394	257
Oslo – Grefsen Spor 2	709	637	548	372	239
Grefsen – Oslo Spor 1	674	632	505	371	223
Grefsen – Oslo Spor 2	627	607	548	366	231
Grefsen – Roa	1232	1214	1047	726	450
Roa – Grefsen	909	882	657	489	347
Roa – Lunner	1024	982	748	587	436
Roa – Hønefoss	563	547	457	319	224
Lunner – Roa	1169	1086	748	607	451
Lunner – Gjøvik	1016	954	658	496	373
Hønefoss – Roa	746	728	528	355	238
Hønefoss – Hønefoss omf.	702	632	460	306	214
Hønefoss– Hokksund	576	520	374	253	193
Hønefoss omf.– Hønefoss	737	692	539	332	218
Hønefoss omf. – Nesbyen	1211	1103	836	544	350
Nesbyen – Hønefoss omf.	893	859	611	406	250
Hokksund – Hønefoss	647	602	567	364	222
Hokksund – Drammen	422	401	261	168	108
Drammen – Hokksund	515	489	382	245	145

Tabell 8-5 Høyeste belastningsstrøm på kontaktledningene for Simuleringsalternativ 6a med normal driftsituasjon.

Alternativ 6a – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg for Gjøvikbanen					
KL avgang ved omformere	Strøm [A]				
	1 sek	10 sek	1 min	6 min	1 time
Oslo – Grefsen Spor 1	1009	917	687	492	343
Oslo – Grefsen Spor 2	866	793	692	478	326
Grefsen – Oslo Spor 1	847	778	673	469	313
Grefsen – Oslo Spor 2	830	793	692	472	320
Grefsen – Roa	830	785	682	468	314
Roa – Grefsen	519	497	365	263	189
Roa – Lunner	512	471	361	270	212
Roa – Hønefoss	654	609	462	340	280
Lunner – Roa	462	452	361	268	203
Lunner – Gjøvik	462	452	361	268	203
Hønefoss – Roa	694	677	539	396	299
Hønefoss – Hønefoss omf.	791	739	574	424	334
Hønefoss – Hokksund	619	558	401	255	193
Hønefoss omf.– Hønefoss	791	739	574	424	334
Hønefoss omf. – Nesbyen	614	592	415	295	190
Nesbyen – Hønefoss omf.	425	342	263	186	126
Hokksund – Hønefoss	618	574	530	345	218
Hokksund – Drammen	434	412	268	160	109
Drammen – Hokksund	493	472	367	236	141

Tabell 8-6 Høyeste belastningsstrøm på kontaktledningene for Simuleringsalternativ 6b med unormal driftsituasjon.

Alternativ 6b – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg for Gjøvikbanen					
KL avgang ved omformere	Strøm [A]				
	1 sek	10 sek	1 min	6 min	1 time
Oslo – Grefsen Spor 1	1043	947	724	515	358
Oslo – Grefsen Spor 2	869	836	729	500	343
Grefsen – Oslo Spor 1	869	819	709	492	329
Grefsen – Oslo Spor 2	869	836	729	494	335
Grefsen – Roa	869	828	718	491	331
Roa – Grefsen	562	535	395	282	200
Roa – Lunner	508	469	362	272	213
Roa – Hønefoss	622	583	442	332	274
Lunner – Roa	452	441	362	269	204
Lunner – Gjøvik	452	441	362	269	204
Hønefoss – Roa	647	635	518	383	291
Hønefoss – Hønefoss omf.	750	704	549	410	324
Hønefoss – Hokksund	310	279	201	127	99
Hønefoss omf.– Hønefoss	758	716	549	410	324
Hønefoss omf. – Nesbyen	614	578	415	288	182
Nesbyen – Hønefoss omf.	412	344	277	193	127
Hokksund – Hønefoss	632	589	543	354	223
Hokksund – Drammen	434	412	266	164	110
Drammen – Hokksund	505	482	373	240	144

Tabell 8-7 Høyeste belastningsstrøm på kontaktledningene for Simuleringsalternativ 7a med normal driftsituasjon.

Alternativ 7a – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg for Gjøvikbanen					
KL avgang ved omformere	Strøm [A]				
	1 sek	10 sek	1 min	6 min	1 time
Oslo – Grefsen Spor 1	904	822	669	470	325
Oslo – Grefsen Spor 2	826	789	673	460	314
Grefsen – Oslo Spor 1	810	777	660	452	306
Grefsen – Oslo Spor 2	807	789	673	456	310
Grefsen – Roa	801	783	666	452	307
Roa – Grefsen	677	649	450	352	265
Roa – Lunner	917	889	629	471	359
Roa – Hønefoss	612	603	505	331	196
Lunner – Roa	917	889	629	471	365
Lunner – Gjøvik	509	451	316	241	183
Hønefoss – Roa	492	458	321	206	143
Hønefoss – Hønefoss omf.	622	586	408	294	192
Hønefoss – Hokksund	609	547	394	251	193
Hønefoss omf.– Hønefoss	608	586	408	292	182
Hønefoss omf. – Nesbyen	608	586	408	292	182
Nesbyen – Hønefoss omf.	441	427	323	204	136
Hokksund – Hønefoss	634	575	525	342	215
Hokksund – Drammen	432	410	288	178	109
Drammen – Hokksund	493	470	377	240	141

Tabell 8-8 Høyeste belastningsstrøm på kontaktledningene for Simuleringsalternativ 7b med normal driftsituasjon.

Alternativ 7b – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg for Gjøvikbanen					
KL avgang ved omformere	Strøm [A]				
	1 sek	10 sek	1 min	6 min	1 time
Oslo – Grefsen Spor 1	955	865	678	478	330
Oslo – Grefsen Spor 2	830	801	683	465	315
Grefsen – Oslo Spor 1	815	785	666	447	303
Grefsen – Oslo Spor 2	818	801	683	460	309
Grefsen – Roa	810	793	674	447	304
Roa – Grefsen	564	540	396	301	224
Roa – Lunner	576	552	411	276	220
Roa – Hønefoss	607	599	504	329	190
Lunner – Roa	577	552	411	277	225
Lunner – Gjøvik	531	520	356	262	196
Hønefoss – Roa	500	463	325	215	147
Hønefoss – Hønefoss omf.	640	599	415	298	194
Hønefoss – Hokksund	609	546	392	254	190
Hønefoss omf.– Hønefoss	623	599	414	296	187
Hønefoss omf. – Nesbyen	623	599	414	296	187
Nesbyen – Hønefoss omf.	457	440	332	211	146
Hokksund – Hønefoss	654	590	542	349	214
Hokksund – Drammen	401	379	307	221	142
Drammen – Hokksund	430	408	300	196	121

Tabell 8-9 Høyeste belastningsstrøm på kontaktledningene for Simuleringsalternativ 8a med normal driftsituasjon.

Alternativ 8a – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg for Gjøvikbanen					
KL avgang ved omformere	Strøm [A]				
	1 sek	10 sek	1 min	6 min	1 time
Oslo – Grefsen Spor 1	956	867	644	460	320
Oslo – Grefsen Spor 2	799	749	648	446	304
Grefsen – Oslo Spor 1	799	744	632	446	289
Grefsen – Oslo Spor 2	799	749	648	444	298
Grefsen – Roa	799	745	639	445	292
Roa – Grefsen	509	489	350	266	142
Roa – Lunner	348	310	199	142	110
Roa – Hønefoss	470	464	387	262	180
Lunner – Roa	301	257	185	136	106
Lunner – Gjøvik	301	256	185	136	106
Gjøvik – Lunner	394	370	289	205	165
Hønefoss – Roa	486	470	344	242	183
Hønefoss – Hønefoss omf.	554	532	413	309	232
Hønefoss – Hokksund	619	565	400	251	189
Hønefoss omf. – Hønefoss	554	532	409	307	233
Hønefoss omf. – Nesbyen	610	592	412	596	188
Nesbyen – Hønefoss omf.	433	350	267	185	126
Hokksund – Hønefoss	615	565	525	338	209
Hokksund – Drammen	435	412	270	156	106
Drammen – Hokksund	494	472	365	233	138

Tabell 8-10 Høyeste belastningsstrøm på kontaktledningene for Simuleringsalternativ 8b med normal driftsituasjon.

Alternativ 8b – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg for Gjøvikbanen					
KL avgang ved omformere	Strøm [A]				
	1 sek	10 sek	1 min	6 min	1 time
Oslo – Grefsen Spor 1	989	901	674	479	334
Oslo – Grefsen Spor 2	848	787	678	465	318
Grefsen – Oslo Spor 1	835	777	662	466	303
Grefsen – Oslo Spor 2	835	787	678	464	311
Grefsen – Roa	835	780	669	465	305
Roa – Grefsen	546	521	376	275	202
Roa – Lunner	336	301	196	141	109
Roa – Hønefoss	497	493	412	278	187
Lunner – Roa	301	252	182	136	107
Lunner – Gjøvik	301	252	182	136	107
Gjøvik – Lunner	406	385	299	216	171
Hønefoss – Roa	434	420	315	227	182
Hønefoss – Hønefoss omf.	582	561	426	322	239
Hønefoss – Hokksund	611	554	396	249	193
Hønefoss omf. – Hønefoss	582	561	387	319	238
Hønefoss omf. – Nesbyen	598	578	403	288	181
Nesbyen – Hønefoss omf.	416	370	280	192	128
Hokksund – Hønefoss	629	577	536	346	214
Hokksund – Drammen	434	410	268	159	107
Drammen – Hokksund	498	477	369	237	141

Tabell 8-11 Høyeste belastningsstrøm på kontaktledningene for Simuleringsalternativ 8c med unormal driftsituasjon.

Alternativ 8c – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg for Gjøvikbanen					
KL avgang ved omformere	Strøm [A]				
	1 sek	10 sek	1 min	6 min	1 time
Oslo – Grefsen Spor 1	992	900	770	523	382
Oslo – Grefsen Spor 2	880	866	770	525	367
Grefsen – Oslo Spor 1	868	859	770	508	351
Grefsen – Oslo Spor 2	862	858	770	492	357
Grefsen – Roa	862	856	771	498	353
Roa – Grefsen	491	470	340	265	186
Roa – Lunner	292	264	220	177	151
Roa – Hønefoss	507	495	417	232	172
Lunner – Roa	333	324	245	190	154
Lunner – Gjøvik	333	324	245	190	154
Gjøvik – Lunner	536	526	421	322	256
Hønefoss – Roa	467	435	303	252	183
Hønefoss – Hønefoss omf.	557	533	370	309	232
Hønefoss – Hokksund	310	283	200	147	110
Hønefoss omf.– Hønefoss	557	533	375	306	233
Hønefoss omf. – Nesbyen	611	593	412	295	188
Nesbyen – Hønefoss omf.	433	362	267	190	132
Hokksund – Hønefoss	695	666	631	398	237
Hokksund – Drammen	435	412	283	182	108
Drammen – Hokksund	563	537	412	250	154

Tabell 8-12 Høyeste belastningsstrøm på kontaktledningene for Simuleringsalternativ 8d med unormal driftsituasjon.

Alternativ 8d – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg for Gjøvikbanen					
KL avgang ved omformere	Strøm [A]				
	1 sek	10 sek	1 min	6 min	1 time
Oslo – Grefsen Spor 1	987	896	656	468	326
Oslo – Grefsen Spor 2	832	762	660	453	309
Grefsen – Oslo Spor 1	813	756	643	453	293
Grefsen – Oslo Spor 2	807	762	660	451	303
Grefsen – Roa	807	756	650	452	297
Roa – Grefsen	501	482	343	251	183
Roa – Lunner	358	319	204	147	112
Roa – Hønefoss	453	445	367	248	169
Lunner – Roa	309	268	185	141	108
Lunner – Gjøvik	309	268	185	141	108
Gjøvik – Lunner	356	349	271	199	158
Hønefoss – Roa	430	412	317	227	169
Hønefoss – Hønefoss omf.	521	502	355	283	213
Hønefoss – Hokksund	311	279	200	124	93
Hønefoss omf.– Hønefoss	521	502	331	279	212
Hønefoss omf. – Nesbyen	629	609	421	300	189
Nesbyen – Hønefoss omf.	435	370	278	188	129
Hokksund – Hønefoss	622	577	536	342	208
Hokksund – Drammen	435	411	269	156	104
Drammen – Hokksund	498	477	368	234	138

Tabell 8-13 Høyeste belastningsstrøm på kontaktledningene for Simuleringsalternativ 9a med normal driftsituasjon.

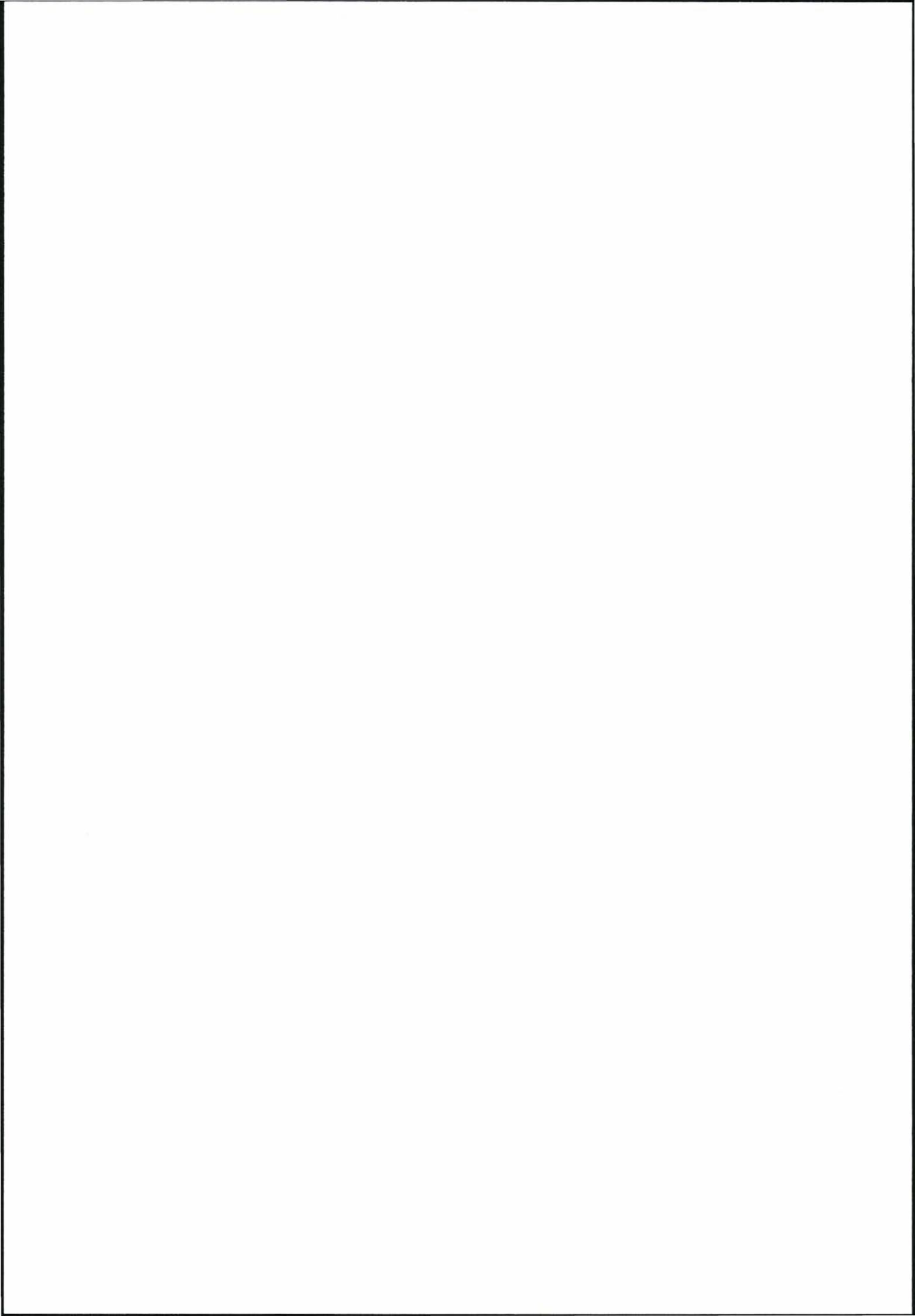
Alternativ 9a – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg for Gjøvikbanen					
KL avgang ved omformere	Strøm [A]				
	1 sek	10 sek	1 min	6 min	1 time
Oslo – Grefsen Spor 1	994	904	662	468	329
Oslo – Grefsen Spor 2	882	781	662	462	312
Grefsen – Oslo Spor 1	839	783	662	462	295
Grefsen – Oslo Spor 2	827	783	662	460	305
Grefsen – Roa	827	783	663	462	299
Roa – Grefsen	484	463	343	246	177
Roa – Lunner	683	626	371	248	187
Roa – Hønefoss	557	498	365	238	175
Lunner – Roa	557	498	365	238	175
Lunner – Eina	309	268	185	141	108
Eina – Lunner	619	592	397	329	209
Eina – Gjøvik	517	475	323	214	110
Gjøvik – Eina	350	340	276	167	95
Hønefoss – Roa	459	434	334	237	180
Hønefoss – Hønefoss omf.	621	558	398	246	185
Hønefoss – Hokksund	533	510	368	295	223
Hønefoss omf.– Hønefoss	533	510	354	292	223
Hønefoss omf. – Nesbyen	625	606	420	299	189
Nesbyen – Hønefoss omf.	433	371	280	189	129
Hokksund – Hønefoss	626	577	535	342	206
Hokksund – Drammen	435	412	268	156	103

Tabell 8-14 Høyeste belastningsstrøm på kontaktledningene for Simuleringsalternativ 9b med unormal driftsituasjon.

Alternativ 9b – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg for Gjøvikbanen					
KL avgang ved omformere	Strøm [A]				
	1 sek	10 sek	1 min	6 min	1 time
Oslo – Grefsen Spor 1	994	905	771	547	403
Oslo – Grefsen Spor 2	861	858	771	549	387
Grefsen – Oslo Spor 1	861	858	771	531	369
Grefsen – Oslo Spor 2	861	858	771	512	376
Grefsen – Roa	861	858	771	521	372
Roa – Grefsen	452	434	360	242	170
Roa – Lunner	593	535	364	250	184
Roa – Hønefoss	512	510	426	237	169
Lunner – Roa	495	474	364	233	178
Lunner – Eina	495	474	364	233	178
Eina – Lunner	721	709	494	398	273
Eina – Gjøvik	516	473	322	214	110
Gjøvik – Eina	347	337	274	166	96
Hønefoss – Roa	459	435	312	267	180
Hønefoss – Hønefoss omf.	528	509	340	295	223
Hønefoss – Hokksund	621	558	400	300	222
Hønefoss omf.– Hønefoss	528	509	347	292	222
Hønefoss omf. – Nesbyen	625	606	420	299	188
Nesbyen – Hønefoss omf.	433	371	280	187	132
Hokksund – Hønefoss	724	698	662	416	243
Hokksund – Drammen	435	412	298	189	109

9 REFERANSE

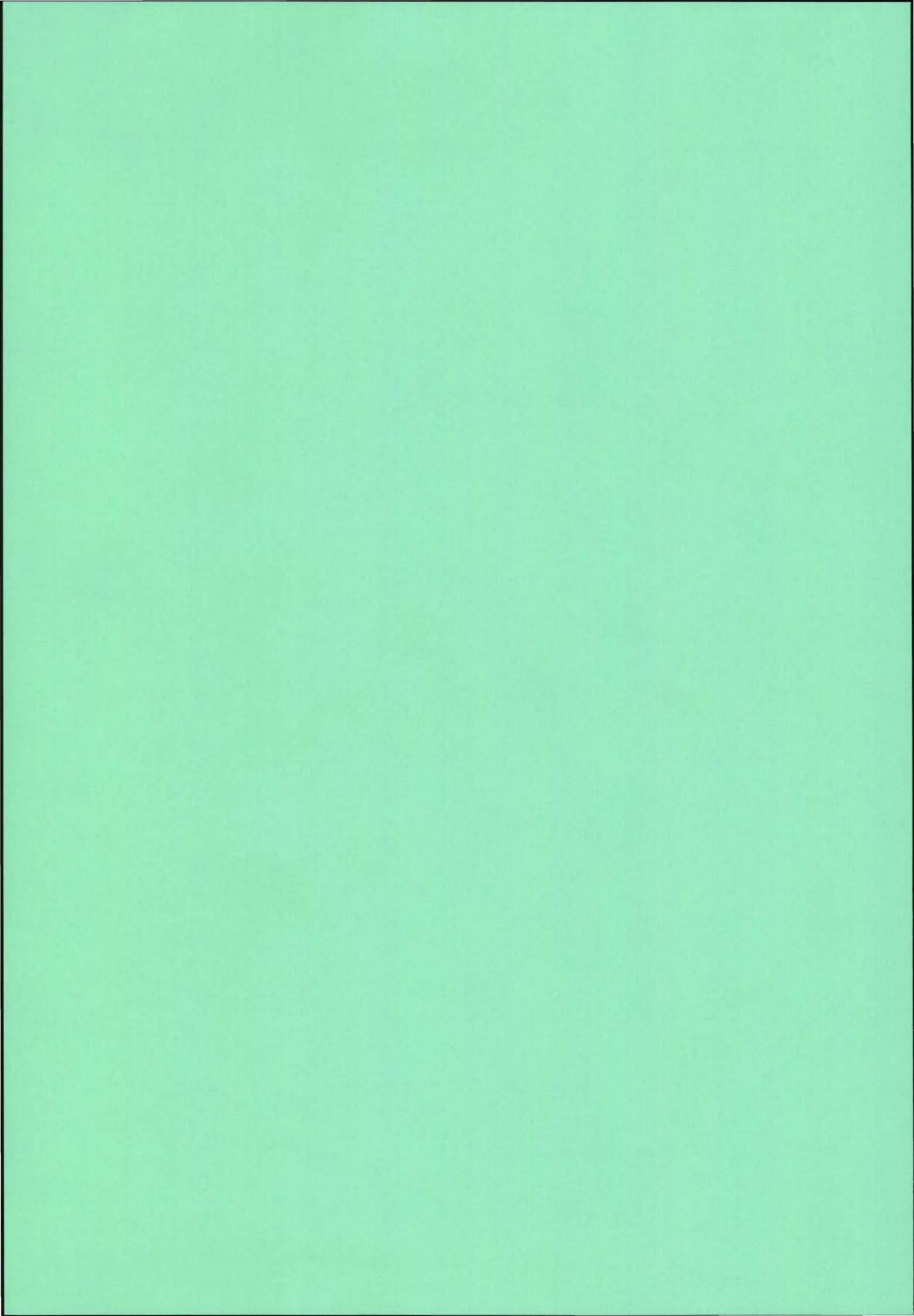
- [1] Tiltakspakke Gjøvikbanen: "Vurdering av spenningsforhold på Gjøvikbanens nordre del", Jernbaneverket, Oslo, 2005. (Utbygging prosjektjenester, 25. mai 2005).
- [2] Prosjektprogram, *Utredning av banestrømforsyning til Gjøvikbanen*, Jernbaneverket, Oslo, 2008. (BE 01.07.2008)
- [3] Hovedrapport: "Hovedplan banestrømforsyning Ofofbanen – Revidert 2007", Jernbaneverket, Oslo, 2007. (september).
- [4] Jernbaneverkets stamnettutredningen, *Mer på skinner fram mot 2040*, Jernbaneverket, Oslo, 2006. (oktober)
- [5] Simuleringsrapport, "Lastflyt og fasevinkler mellom omformerstasjoner", Jernbaneverket, Oslo, 2008. (BTPE, juni 2008).
- [6] Simuleringsrapport, "Strekingsvise utbyggingsplaner Sørlandsbanen, Banestrømforsyning med AT-system", Jernbaneverket, Oslo, 2007. (desember)
- [7] Rapport; "Tekniske vurderinger for Jernbaneverket – Faseavstander og belastningsstrømmer i nytt kontakt ledningsnett", Statnett, Oslo??, 2005, (mai)
- [8] Rapport; "Beregning av termisk belastbarhet for høyspentkabler – AT-system i jernbanetunneler", Norconsult, sted??, 2005. (02-05.2005)
- [9] Notat; "Valg av tverrsnitt for NL og PL ledere i AT-system med seksjonert kontaktledning". Jernbaneverket, Oslo, 2006. (ITPE, 2006)
- [10] Notat; "Redundanskriteriet, Vurdering av marginer for belastningen og overholdelse av n-1 kriteriet for roterende og statiske omformerstasjoner i banestrømforsyningen". Jernbaneverket, Oslo, 2009. (BTPE 2009)



Vedlegg 1

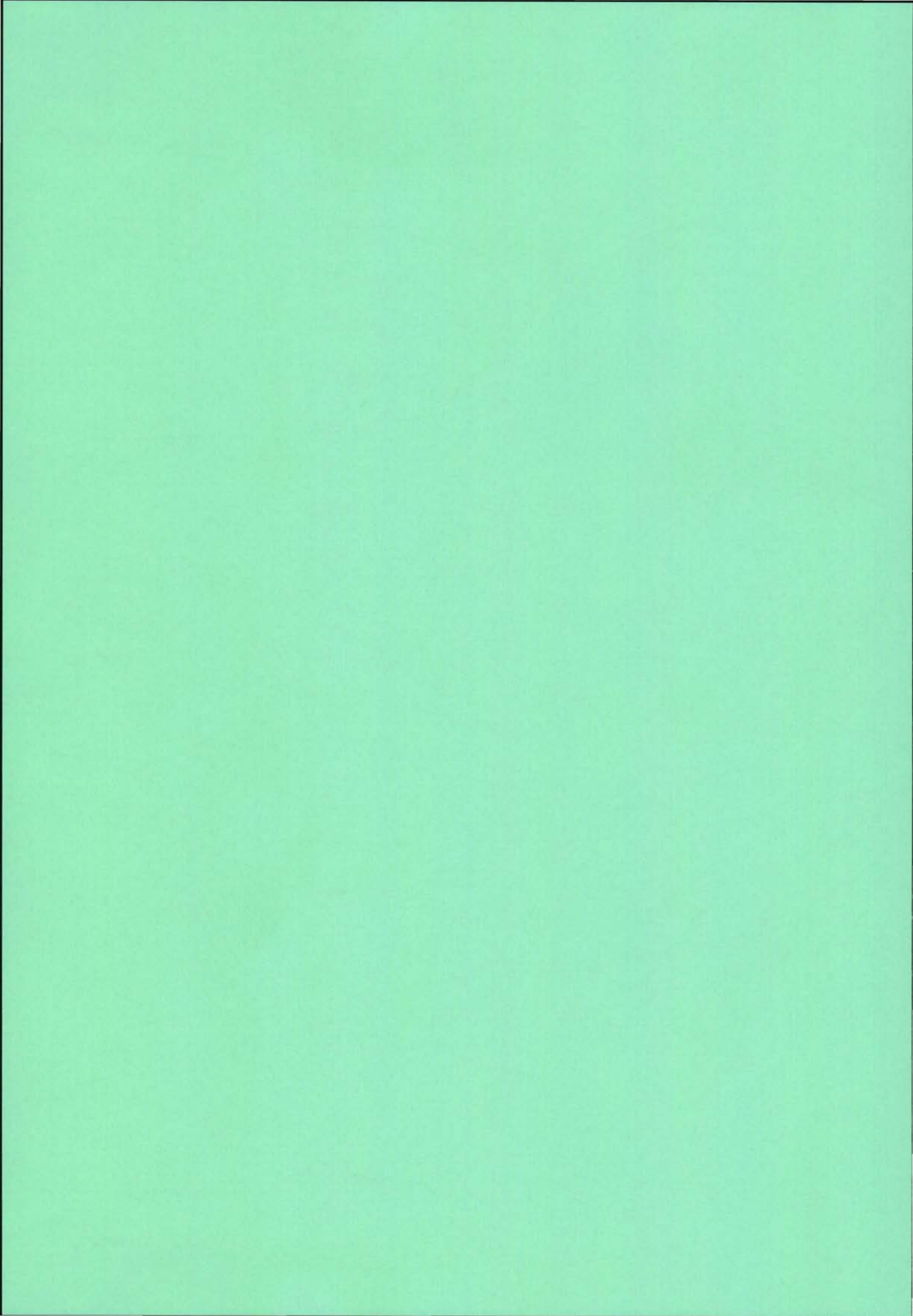
Resultat fra idedugnad

Vedlegget finnes som vedlegg 2 til
hovedrapporten



Vedlegg 2

Ruteplan



BLAD NR. 7

BERGEN - HØNEFOSS

- 1) 603, 1847 Fredager unntatt helligdager i tiden 19. desember 2008 - 15. mai 2009
- 2) 604 Fredager unntatt helligdager og søndager i tiden 14. desember 2008 - 17. mai 2009
- 3) 605 Mandager - lørdager
- 4) 606 Bergen - Bulken Søndager - fredager, Bulken - Hanefloss Mandager - lørdager
- 5) 607 Søndager i tiden 14. desember 2008 - 17. mai 2009
- 6) 609, 610, 1827 Alle dager fra 18. mai 2009
- 7) 616, 617, 1821, 1822, 1823 Søndager
- 8) 618, 619, 622, 623, 626, 627, 630, 631, 634, 635, 638, 639, 642, 643, 646, 647, 650, 651, 654, 655, 658, 659, 662, 663, 666, 667, 670, 671 Mandager - lørdager unntatt helligdager
- 9) 1404 Fredager unntatt helligdager i tiden 9. januar - 27. mars 2009
- 10) 1405 Søndager i tiden 11. januar - 29. mars 2009
- 11) 1420 Alle dager i tiden 3 - 17. mai 2009
- 12) 1807 Møllefjell - Voss Mandager - fredager unntatt helligdager, Voss - Bergen Mandager - lørdager unntatt helligdager
- 13) 1808 Myrdal - Voss Alle dager fra 3. mai 2009, Voss - Bergen Alle dager
- 14) 1810 Mandager - fredager unntatt helligdager i tiden 15. desember 2008 - 15. mai 2009
- 15) 1812 Bergen - Voss Alle dager, Voss - Myrdal Fredager unntatt helligdager
- 16) 1817, 1818 Søndager - fredager

RUTEORD. NR

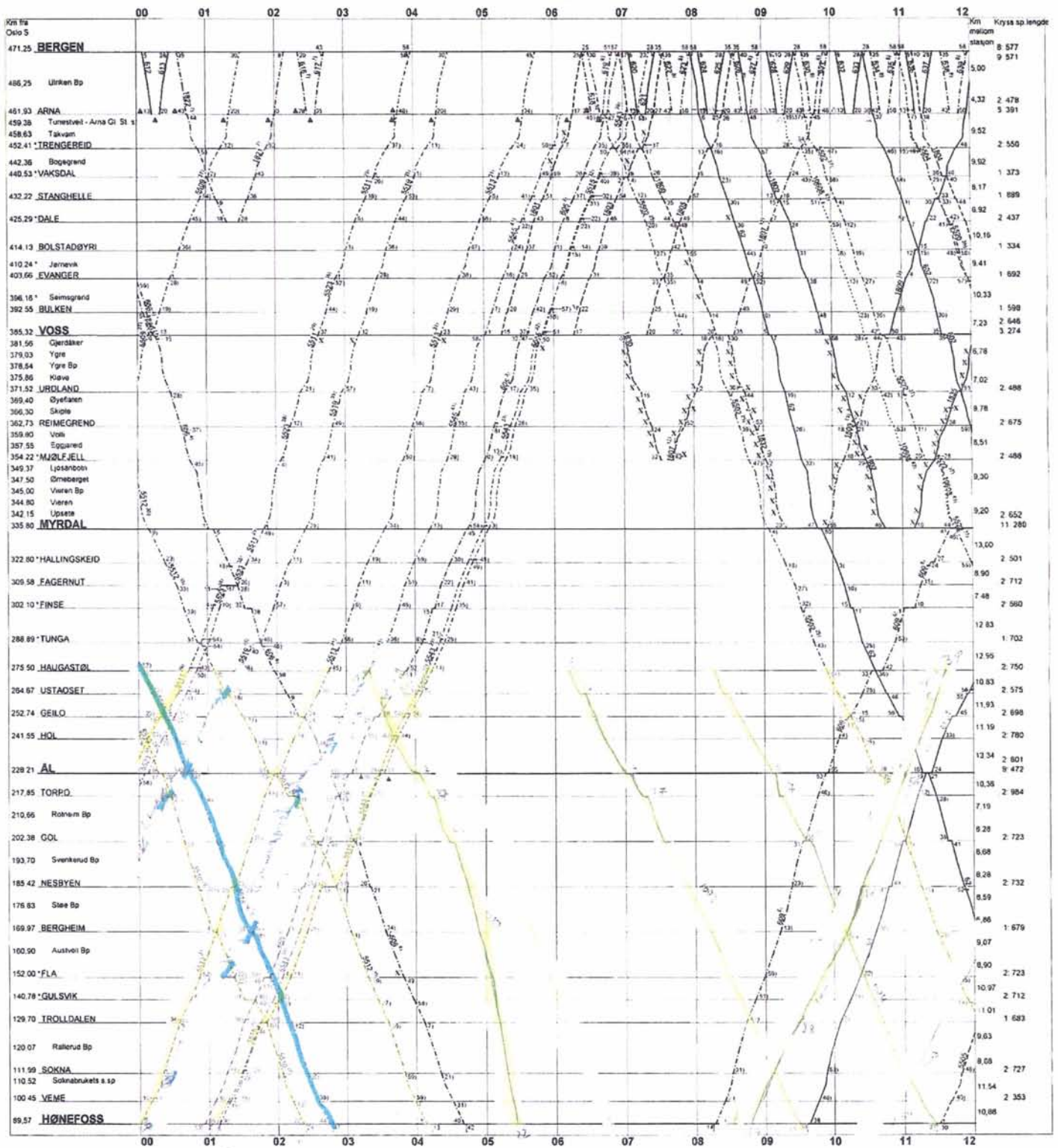
158.1

- 17) 1820 Bergen - Bulken Lørdager unntatt helligdager, Bulken - Voss Søndager unntatt dag etter helligdag
- 18) 1824 Mandager - fredager unntatt helligdager fra og med 18. mai 2009
- 19) 1822, 1845 Alle dager fra 2. mai 2009
- 20) 1836 Helligdager i tiden 14. desember 2008 - 1. mai 2009, Alle dager fra 3. mai 2009
- 21) 1837, 1842 Alle dager fra 17. mai 2009
- 22) 1838, 1839 Mandager - fredager unntatt helligdager i tiden 15. desember 2008 - 30. april 2009
- 23) 1841 Helligdager i tiden 14. desember 2008 - 1. mai 2009
- 24) 1843 Fredager fra og med 22. mai 2009
- 25) 5502 Tirsdager - fredager unntatt helligdager
- 26) 5505 Tirsdager, onsdager og lørdager unntatt helligdager
- 27) 5509 Hanefloss - Voss Mandager - fredager unntatt helligdager, Voss - Bergen Tirsdager - lørdager unntatt dag etter helligdag
- 28) 5510 Bergen - Hol Mandager - fredager unntatt helligdager, Hol - Hanefloss Tirsdager - lørdager unntatt dag etter helligdag
- 29) 5511 Hanefloss - Hol Mandager - lørdager unntatt helligdager, Hol - Bergen Tirsdager - fredager unntatt dag etter helligdag

GJELDER FRA OG MED

Søndag 14. desember 2008

- 30) 5512 Bergen - Myrdal Mandager - fredager unntatt helligdager, Myrdal - Hanefloss Tirsdager - lørdager unntatt dag etter helligdag
- 31) 5513 Tirsdager - lørdager unntatt dag etter helligdag
- 32) 5515 Tirsdager - fredager unntatt dag etter helligdag
- 33) 5516 Fredager unntatt helligdager
- 34) 5518 Bergen - Haugastøl Mandager - lørdager unntatt helligdager, Haugastøl - Hanefloss Tirsdager - fredager unntatt dag etter helligdag
- 35) 5519 Hanefloss - Gol Mandager - fredager unntatt helligdager, Gol - Bergen Tirsdager - lørdager unntatt dag etter helligdag
- 36) 5520, 5521 Lørdager unntatt helligdager
- 37) 5522 Helligdager før hverdag
- 38) 5523 Hanefloss - Al Helligdager før hverdag, Al - Bergen Hverdag etter helligdag
- 39) 5543 Mandager unntatt helligdager
- 40) 5544 Mandager, onsdager og fredager unntatt helligdager
- 41) 5545 Onsdager og fredager unntatt helligdager
- 42) 10023, 10024 Torsdager fra og med 7. mai 2009
- 43) 10007, 10008 Tirsdager i tiden 16. desember 2008 - 28. april 2009, Kjører bare etter særskilt ordre
- 44) 10609 Fredager unntatt helligdager, Kjører bare etter særskilt ordre



BLAD NR. 7

BERGEN - HØNEFOSS

- 1) 603, 1847 Fredager unntatt helligdager i iden 18. desember 2008 - 15. mai 2009
- 2) 804 Fredager unntatt helligdager, og søndager i iden 14. desember 2008 - 17. mai 2009
- 3) 805 Mandager - lørdager
- 4) 506 Bergen - Bulken Søndager - fredager, Bulken - Hønefoss Mandager - lørdager
- 5) 607 Søndager i iden 14. desember 2008 - 17. mai 2009
- 6) 609, 810, 1827 Alle dager fra 18. mai 2009
- 7) 816, 817, 1821, 1822, 3528 Søndager
- 8) 818, 819, 823, 823, 828, 827, 830, 831, 834, 835, 838, 839, 842, 843, 848, 847, 850, 851, 854, 855, 858, 859, 862, 863, 868, 867, 870, 871 Mandager - lørdager unntatt helligdager
- 9) 1404 Fredager unntatt helligdager i iden 9. januar - 27. mars 2009
- 10) 1405 Søndager i iden 11. januar - 29. mars 2009
- 11) 1429 Alle dager i iden 3. - 17. mai 2009
- 12) 1807 Myrland - Voss Mandager - fredager unntatt helligdager, Voss - Bergen Mandager - lørdager unntatt helligdager
- 13) 1809 Myrdal - Voss Alle dager fra 3. mai 2008, Voss - Bergen Alle dager
- 14) 1810 Mandager - fredager unntatt helligdager i iden 15. desember 2008 - 15. mai 2009
- 15) 1812 Bergen - Voss Alle dager, Voss - Myrdal Fredager unntatt helligdager
- 16) 1817, 1818 Søndager - fredager.

RUTEORD NR

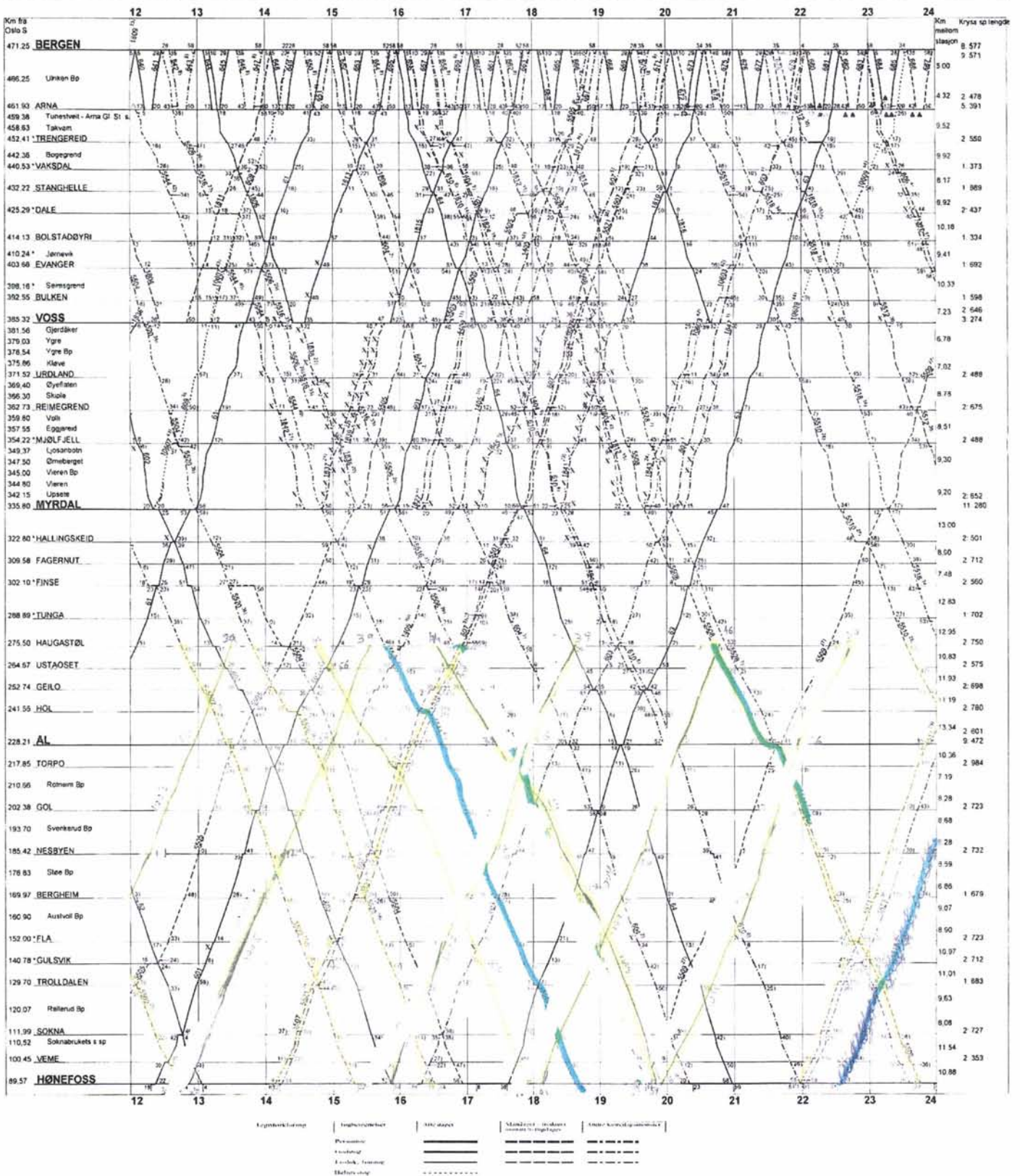
158.1

- 17) 1820 Bergen - Bulken Lørdager unntatt helligdager, Bulken - Voss Søndager unntatt dag etter helligdag
- 18) 1824 Mandager - fredager unntatt helligdager fra og med 18. mai 2009.
- 19) 1932, 1845 Alle dager fra 3. mai 2009
- 20) 1836 Helligdager i iden 14. desember 2008 - 1. mai 2009 Alle dager fra 3. mai 2009
- 21) 1837, 1842 Alle dager fra 17. mai 2009
- 22) 1838, 1839 Mandager - fredager unntatt helligdager i iden 15. desember 2008 - 30. april 2009.
- 23) 1841 Helligdager i iden 14. desember 2008 - 1. mai 2009
- 24) 1843 Fredager fra og med 22. mai 2009
- 25) 5502 Torsdager - fredager unntatt helligdager
- 26) 5506 Torsdager, onsdager og lørdager unntatt helligdager
- 27) 5508 Hønefoss - Voss Mandager - fredager unntatt helligdager, Voss - Bergen Torsdager - lørdager unntatt dag etter helligdag
- 28) 5510 Bergen - Høy Mandager - fredager unntatt helligdager, Høy - Hønefoss Torsdager - lørdager unntatt dag etter helligdag
- 29) 5511 Hønefoss - Høy Mandager - torsdager unntatt helligdager, Høy - Bergen Torsdager - fredager unntatt dag etter helligdag

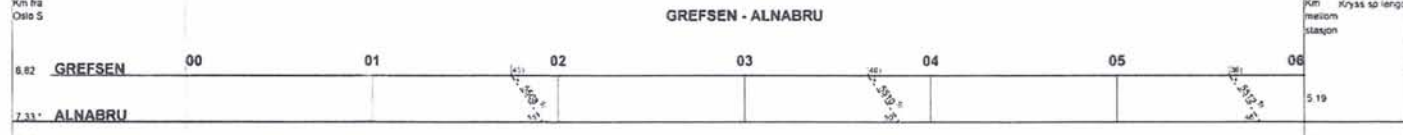
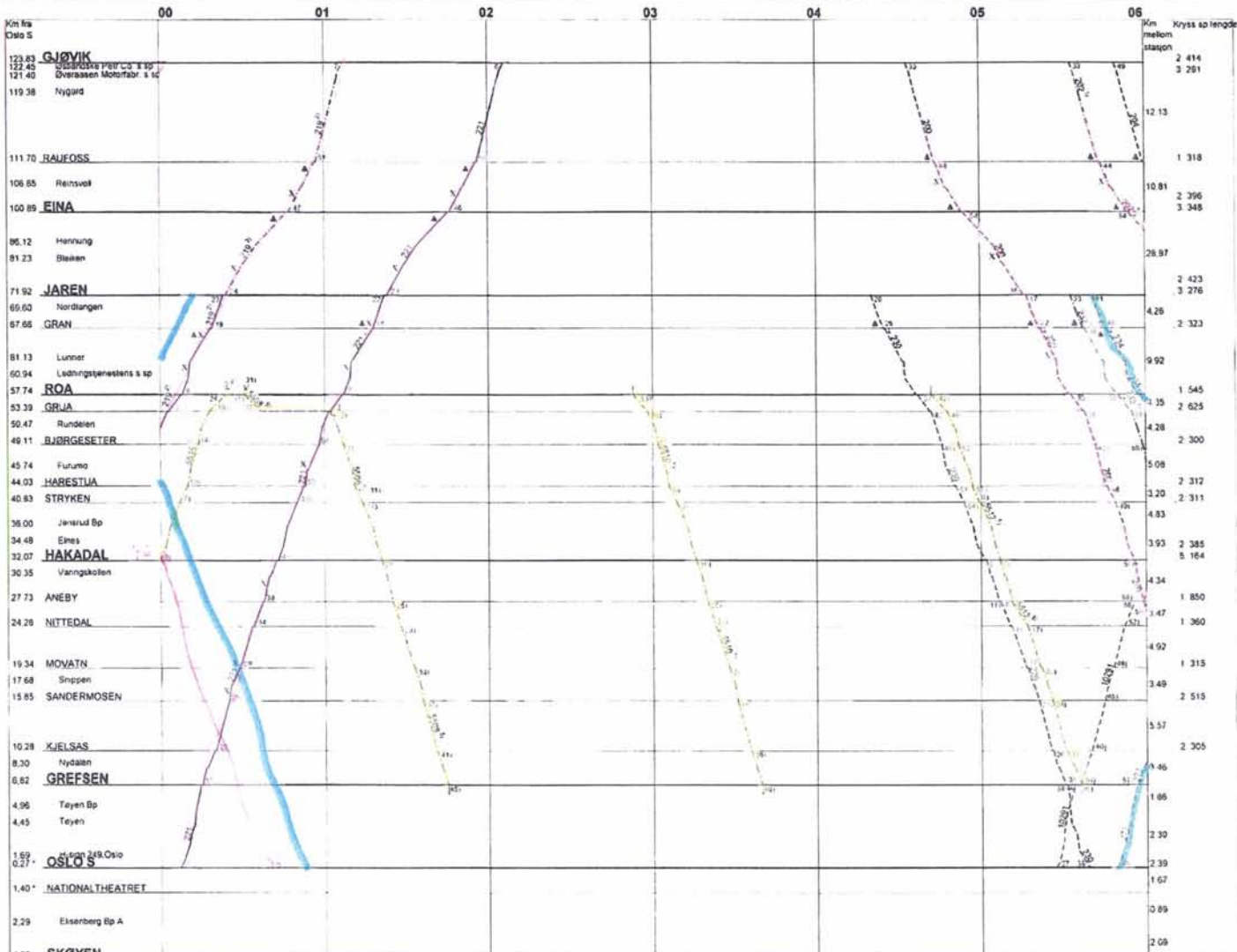
GJELDER FRA OG MED

Søndag 14. desember 2008

- 30) 5512 Bergen - Myrdal Mandager - fredager unntatt helligdager, Myrdal - Hønefoss Torsdager - lørdager unntatt dag etter helligdag
- 31) 5513 Torsdager - lørdager unntatt dag etter helligdag
- 32) 5515 Torsdager - fredager unntatt dag etter helligdag
- 33) 5518 Fredager unntatt helligdager
- 34) 5518 Bergen - Haugastøl Mandager - torsdager unntatt helligdager, Haugastøl - Hønefoss Torsdager - fredager unntatt dag etter helligdag
- 35) 5519 Hønefoss - Gål Mandager - fredager unntatt helligdager, Gål - Bergen Torsdager - lørdager unntatt dag etter helligdag
- 36) 5520, 5521 Lørdager unntatt helligdager
- 37) 5522 Helligdager før hverdag
- 38) 5523 Hønefoss - Ål Helligdager før hverdag, Ål - Bergen Hverdag eller helligdager
- 39) 5543 Mandager unntatt helligdager
- 40) 5544 Mandager, onsdager og fredager unntatt helligdager
- 41) 5545 Onsdager og fredager unntatt helligdager
- 42) 10603, 10604 Torsdager fra og med 7. mai 2009
- 43) 10607, 10608 Torsdager i iden 18. desember 2008 - 28. april 2009. Kjøres bare etter særskilt ordre
- 44) 10609 Fredager unntatt helligdager, Kjøres bare etter særskilt ordre

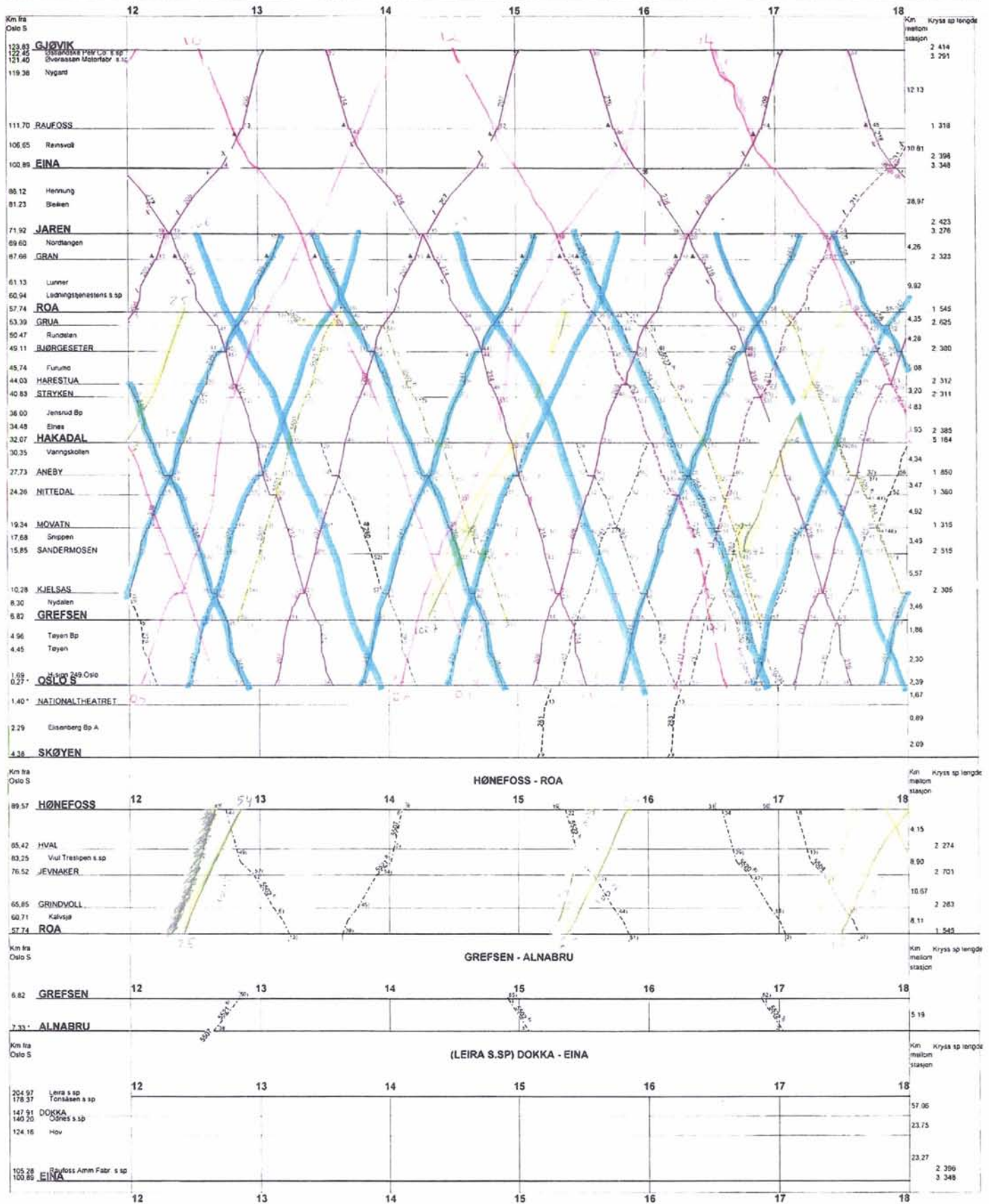


BLAD NR 5 SKØYEN - OSLO S - GJØVIK 1) 202, 232, 242, 254, 264 Lørdager og helligdager 2) 219 Oslo S - Jaren Alle dager - Jaren - Gjøvik Tirsdager - lørdager unntatt dag eller helligdag 3) 233, 237 Skøyen - Oslo S Mandager - fredager unntatt helligdager, Oslo S - Jaren Alle dager 4) 5502 Tirsdager - fredager unntatt helligdager	RUTEORD NR 158.1 5) 5506, 5510, 5512 Tirsdager - lørdager unntatt dag eller helligdag 6) 5511 Mandager - torsdager unntatt helligdager 7) 5515 Alnabru - Hakadal Mandager - torsdager unntatt helligdager, Hakadal - Hønefoss Tirsdager - fredager unntatt dag eller helligdag	GJELDER FRA OG MED: Søndag 14. desember 2008 8) 5520, 5521 Lørdager unntatt helligdager 9) 5522, 5523 Helligdag før hverdag
---	--	--



Følgende linjer: - Følgende linjer - Følgende linjer - Følgende linjer - Følgende linjer	Stasjonskategorier: - Stasjonskategorier - Stasjonskategorier - Stasjonskategorier - Stasjonskategorier	Andre stasjoner: - Andre stasjoner - Andre stasjoner - Andre stasjoner - Andre stasjoner	Mandager - lørdager unntatt dag eller helligdag: - Mandager - lørdager unntatt dag eller helligdag - Mandager - lørdager unntatt dag eller helligdag - Mandager - lørdager unntatt dag eller helligdag - Mandager - lørdager unntatt dag eller helligdag	Tirsdager - lørdager unntatt dag eller helligdag: - Tirsdager - lørdager unntatt dag eller helligdag - Tirsdager - lørdager unntatt dag eller helligdag - Tirsdager - lørdager unntatt dag eller helligdag - Tirsdager - lørdager unntatt dag eller helligdag
---	--	---	---	--

BLAD NR. 5 SKØYEN - OSLO S - GJØVIK 1) 202, 232, 242, 254, 264 Lørdager og helligdager 2) 218 Oslo S - Jaren Alle dager, Jaren - Gjøvik Tirsdager - lørdager unntatt dag etter helligdag 3) 233, 237 Skøyen - Oslo S Mandager - fredager unntatt helligdager Oslo S - Jaren Alle dager 4) 5502 Tirsdager - fredager unntatt helligdager	RUTEORD. NR. 158.1 5) 5508, 5510, 5512 Tirsdager - lørdager unntatt dag etter helligdag 6) 5511 Mandager - torsdager unntatt helligdager 7) 5515 Alnabru - Hakadal Mandager - torsdager unntatt helligdager Hakadal - Hønefoss Tirsdager - lørdager unntatt dag etter helligdag	GJELDER FRA OG MED: Søndag 14. desember 2008 8) 5520, 5521 Lørdager unntatt helligdager 9) 5522, 5523 Helligdager for hverdag
--	---	--





BLAD NR. 5

SKØYEN - OSLO S - GJØVIK

- 1) 202, 232, 242, 254, 264 Lørdager og helligdager.
- 2) 219 Oslo S - Jaren Alle dager Jaren - Gjøvik Tirsdager - lørdager unntatt dag etter helligdag
- 3) 233, 237 Skøyen - Oslo S Mandager - Fredager unntatt helligdager Oslo S - Jaren Alle dager
- 4) 5502 Tirsdager - Fredager unntatt helligdager

RUTEORD NR

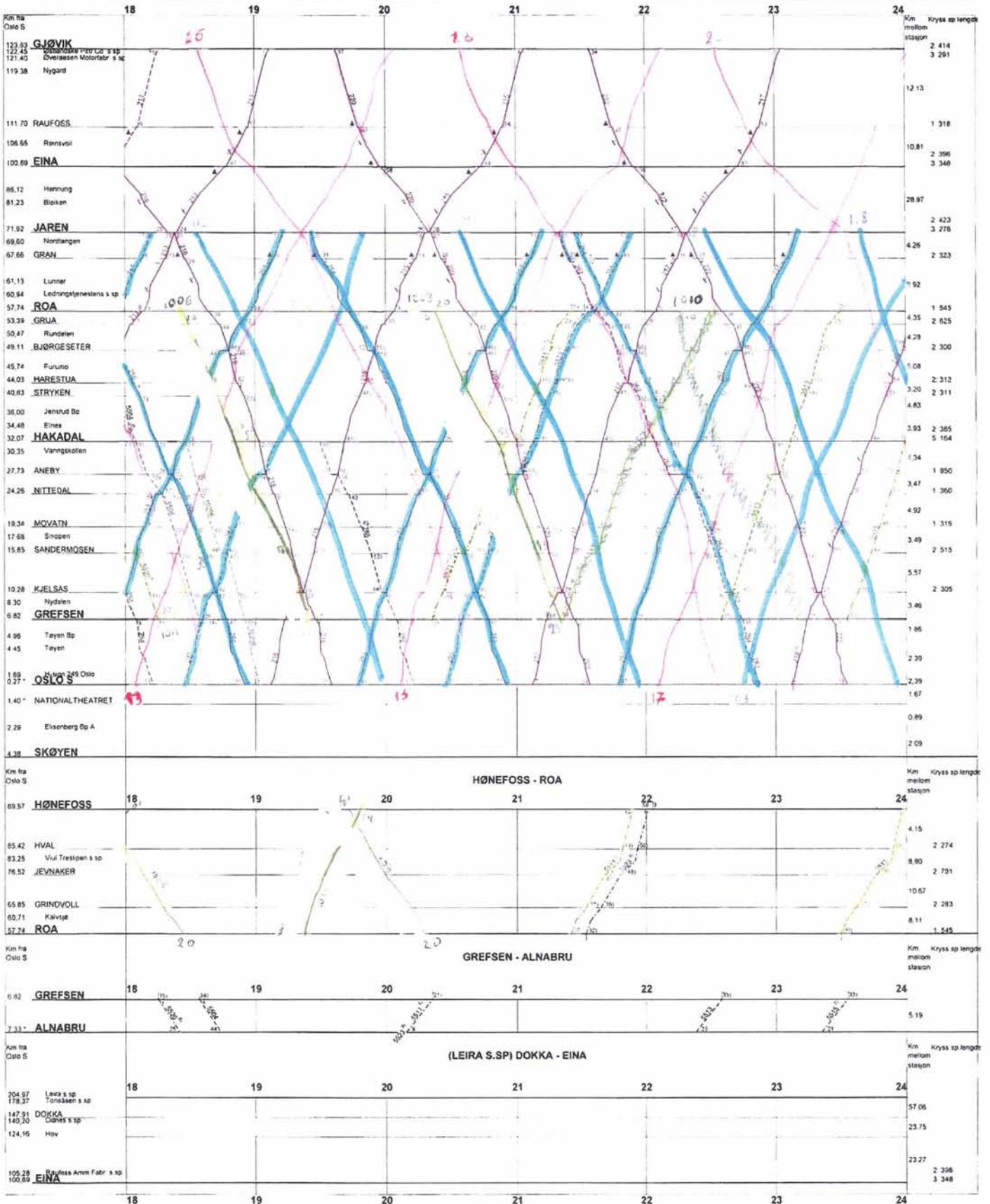
158.1

- 5) 5508, 5510, 5512 Tirsdager - lørdager unntatt dag etter helligdag
- 6) 5511 Mandager - torsdager unntatt helligdager
- 7) 5519 Alnabru - Hakadal Mandager - lørdager unntatt helligdager Hakadal - Hønefoss Tirsdager - fredager unntatt dag etter helligdag

GJELDER FRA OG MED:

Søndag 14. desember 2008

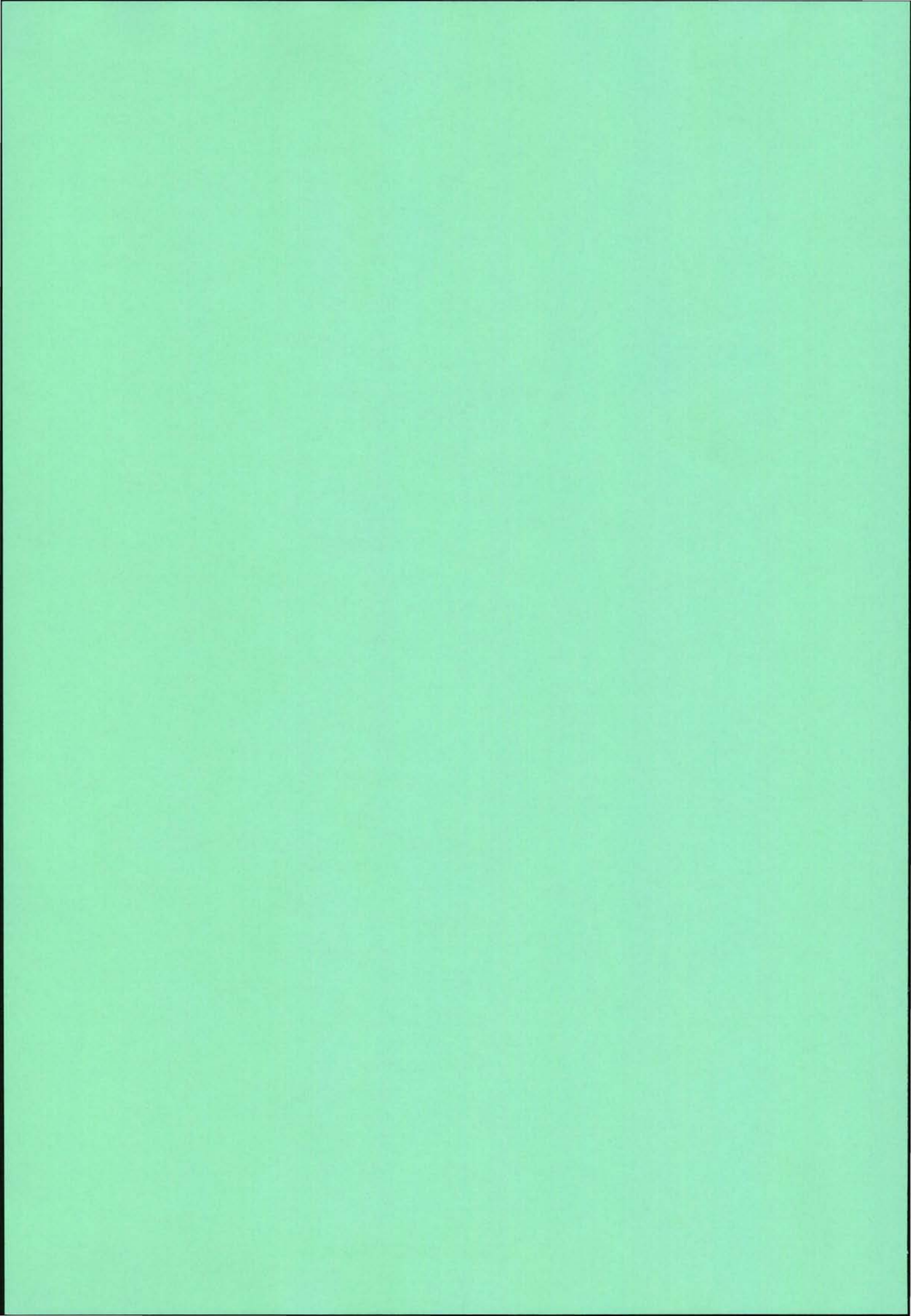
- 8) 5520, 5521 Lørdager unntatt helligdager.
- 9) 5522, 5523 Helligdag for hverdag



Lørdagskarrang. Ansettelsesforhold 1/2, 3/4, 5/6, 7/8, 9/10, 11/12, 13/14, 15/16, 17/18, 19/20, 21/22, 23/24, 25/26, 27/28, 29/30, 31/32, 33/34, 35/36, 37/38, 39/40, 41/42, 43/44, 45/46, 47/48, 49/50, 51/52, 53/54, 55/56, 57/58, 59/60, 61/62, 63/64, 65/66, 67/68, 69/70, 71/72, 73/74, 75/76, 77/78, 79/80, 81/82, 83/84, 85/86, 87/88, 89/90, 91/92, 93/94, 95/96, 97/98, 99/100, 101/102, 103/104, 105/106, 107/108, 109/110, 111/112, 113/114, 115/116, 117/118, 119/120, 121/122, 123/124, 125/126, 127/128, 129/130, 131/132, 133/134, 135/136, 137/138, 139/140, 141/142, 143/144, 145/146, 147/148, 149/150, 151/152, 153/154, 155/156, 157/158, 159/160, 161/162, 163/164, 165/166, 167/168, 169/170, 171/172, 173/174, 175/176, 177/178, 179/180, 181/182, 183/184, 185/186, 187/188, 189/190, 191/192, 193/194, 195/196, 197/198, 199/200, 201/202, 203/204, 205/206, 207/208, 209/210, 211/212, 213/214, 215/216, 217/218, 219/220, 221/222, 223/224, 225/226, 227/228, 229/230, 231/232, 233/234, 235/236, 237/238, 239/240, 241/242, 243/244, 245/246, 247/248, 249/250, 251/252, 253/254, 255/256, 257/258, 259/260, 261/262, 263/264, 265/266, 267/268, 269/270, 271/272, 273/274, 275/276, 277/278, 279/280, 281/282, 283/284, 285/286, 287/288, 289/290, 291/292, 293/294, 295/296, 297/298, 299/300, 301/302, 303/304, 305/306, 307/308, 309/310, 311/312, 313/314, 315/316, 317/318, 319/320, 321/322, 323/324, 325/326, 327/328, 329/330, 331/332, 333/334, 335/336, 337/338, 339/340, 341/342, 343/344, 345/346, 347/348, 349/350, 351/352, 353/354, 355/356, 357/358, 359/360, 361/362, 363/364, 365/366, 367/368, 369/370, 371/372, 373/374, 375/376, 377/378, 379/380, 381/382, 383/384, 385/386, 387/388, 389/390, 391/392, 393/394, 395/396, 397/398, 399/400, 401/402, 403/404, 405/406, 407/408, 409/410, 411/412, 413/414, 415/416, 417/418, 419/420, 421/422, 423/424, 425/426, 427/428, 429/430, 431/432, 433/434, 435/436, 437/438, 439/440, 441/442, 443/444, 445/446, 447/448, 449/450, 451/452, 453/454, 455/456, 457/458, 459/460, 461/462, 463/464, 465/466, 467/468, 469/470, 471/472, 473/474, 475/476, 477/478, 479/480, 481/482, 483/484, 485/486, 487/488, 489/490, 491/492, 493/494, 495/496, 497/498, 499/500, 501/502, 503/504, 505/506, 507/508, 509/510, 511/512, 513/514, 515/516, 517/518, 519/520, 521/522, 523/524, 525/526, 527/528, 529/530, 531/532, 533/534, 535/536, 537/538, 539/540, 541/542, 543/544, 545/546, 547/548, 549/550, 551/552, 553/554, 555/556, 557/558, 559/560, 561/562, 563/564, 565/566, 567/568, 569/570, 571/572, 573/574, 575/576, 577/578, 579/580, 581/582, 583/584, 585/586, 587/588, 589/590, 591/592, 593/594, 595/596, 597/598, 599/600, 601/602, 603/604, 605/606, 607/608, 609/610, 611/612, 613/614, 615/616, 617/618, 619/620, 621/622, 623/624, 625/626, 627/628, 629/630, 631/632, 633/634, 635/636, 637/638, 639/640, 641/642, 643/644, 645/646, 647/648, 649/650, 651/652, 653/654, 655/656, 657/658, 659/660, 661/662, 663/664, 665/666, 667/668, 669/670, 671/672, 673/674, 675/676, 677/678, 679/680, 681/682, 683/684, 685/686, 687/688, 689/690, 691/692, 693/694, 695/696, 697/698, 699/700, 701/702, 703/704, 705/706, 707/708, 709/710, 711/712, 713/714, 715/716, 717/718, 719/720, 721/722, 723/724, 725/726, 727/728, 729/730, 731/732, 733/734, 735/736, 737/738, 739/740, 741/742, 743/744, 745/746, 747/748, 749/750, 751/752, 753/754, 755/756, 757/758, 759/760, 761/762, 763/764, 765/766, 767/768, 769/770, 771/772, 773/774, 775/776, 777/778, 779/780, 781/782, 783/784, 785/786, 787/788, 789/790, 791/792, 793/794, 795/796, 797/798, 799/800, 801/802, 803/804, 805/806, 807/808, 809/810, 811/812, 813/814, 815/816, 817/818, 819/820, 821/822, 823/824, 825/826, 827/828, 829/830, 831/832, 833/834, 835/836, 837/838, 839/840, 841/842, 843/844, 845/846, 847/848, 849/850, 851/852, 853/854, 855/856, 857/858, 859/860, 861/862, 863/864, 865/866, 867/868, 869/870, 871/872, 873/874, 875/876, 877/878, 879/880, 881/882, 883/884, 885/886, 887/888, 889/890, 891/892, 893/894, 895/896, 897/898, 899/900, 901/902, 903/904, 905/906, 907/908, 909/910, 911/912, 913/914, 915/916, 917/918, 919/920, 921/922, 923/924, 925/926, 927/928, 929/930, 931/932, 933/934, 935/936, 937/938, 939/940, 941/942, 943/944, 945/946, 947/948, 949/950, 951/952, 953/954, 955/956, 957/958, 959/960, 961/962, 963/964, 965/966, 967/968, 969/970, 971/972, 973/974, 975/976, 977/978, 979/980, 981/982, 983/984, 985/986, 987/988, 989/990, 991/992, 993/994, 995/996, 997/998, 999/1000.

Vedlegg 3

Revidert ruteplan



BLAD NR 5
SKØYEN - OSLO S - GJØVIK

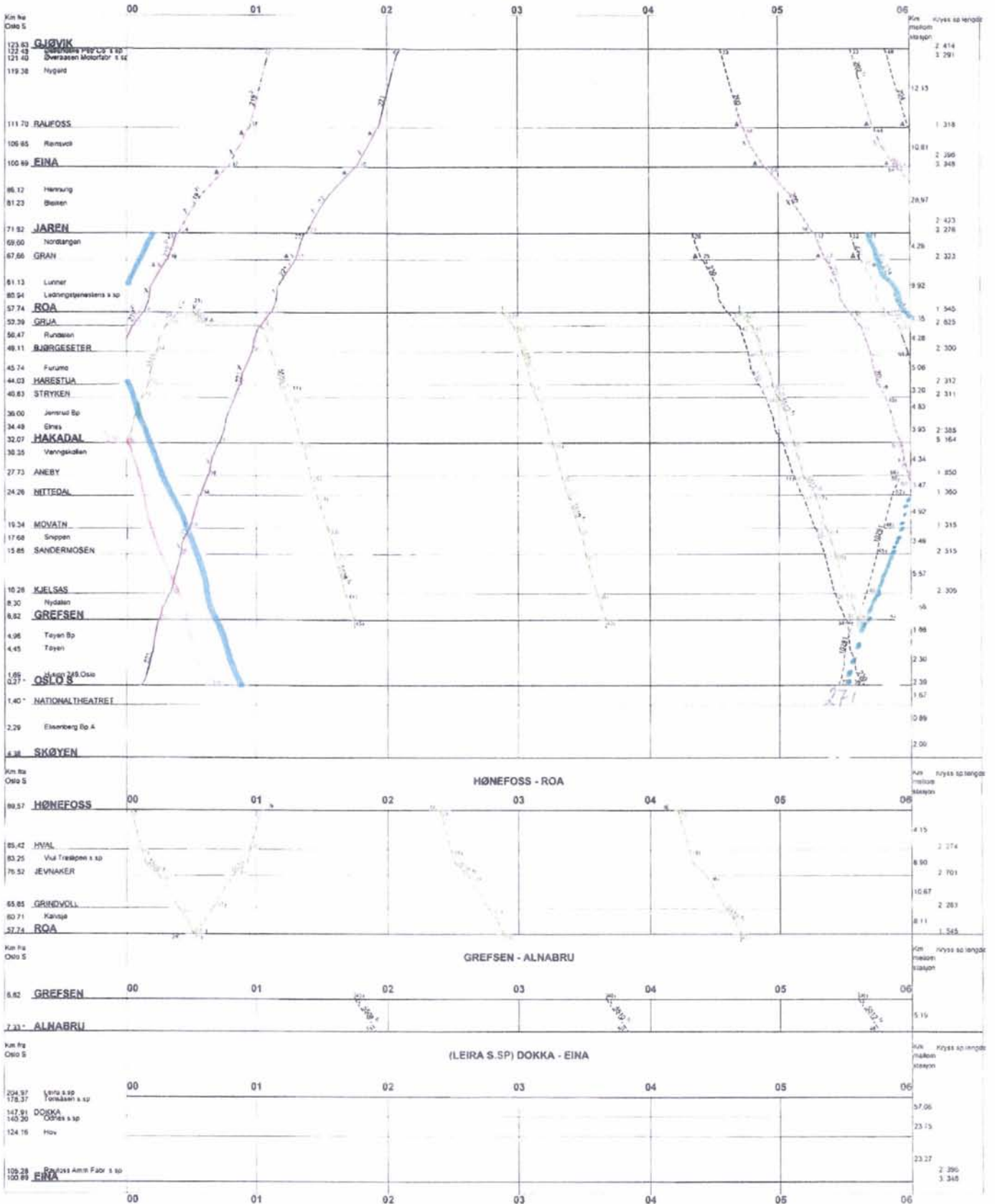
1) 301 232 242 254 Landsdager og helligdager
 2) 219 Oslo S - Jæren Alle dager Jæren - Gjøvik Tirsdager - torsdager unntatt dag etter helligdag
 3) 233 237 Skøyen - Oslo S Mandager - fredager unntatt helligdager Oslo S - Jæren Alle dager
 4) 5507 Tirsdager - fredager unntatt helligdager

RUTEORD NR
158.1

5) 5506 5510 5512 Tirsdager - torsdager unntatt dag etter helligdag
 6) 5511 Mandager - torsdager unntatt helligdager
 7) 5515 Alnabru - Hakadal Mandager - torsdager unntatt helligdager Hakadal - Hønefoss Tirsdager - fredager unntatt dag etter helligdag

GJELDER FRA OG MED
Søndag 14. desember 2008

8) 5520 5521 Landsdager unntatt helligdager
 9) 5522 5523 Helligdag for hverdag

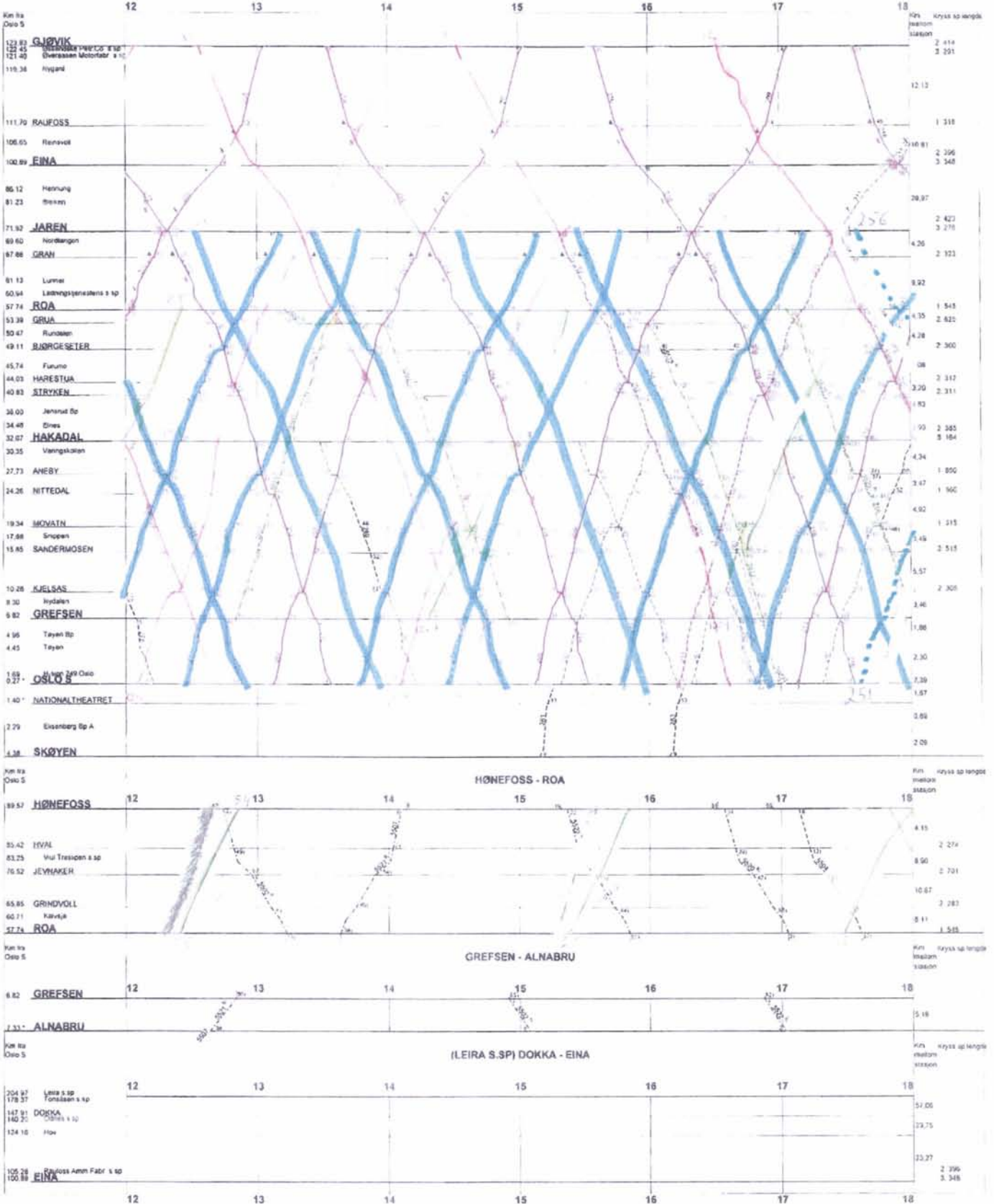


BLAD NR 5
SKØYEN - OSLO S - GJØVIK
RUTEORD NR
158.1
GJELDER FRA OG MED
Søndag 14. desember 2008

- 1) 202 232 242 254 264 Lerdager og helgedager
- 2) 218 Oslo S - Jæren Alle dager - Jæren - Gjøvik Tredager - lerdager unntatt dag eller helgedag
- 3) 233 237 Skøyen - Oslo S Mandager - lerdager unntatt helgedager - Oslo S - Jæren Alle dager
- 4) 5502 Tredager - lerdager unntatt helgedager

- 5) 5508 5510, 5512 Tredager - lerdager unntatt dag eller helgedag
- 6) 5511 Mandager - lerdager unntatt helgedager
- 7) 5515 Amulien - Hakadal Mandager - lerdager unntatt helgedager - Hakadal - Hensless Tredager - lerdager unntatt dag eller helgedag

- 8) 5520 5521 Lerdager unntatt helgedager
- 9) 5522 5523 Helgedag ler hverdag



Rutefarge	Linjetyper	Linjetyper	Linjetyper	Linjetyper
Blå	-----	-----	-----	-----
Rød	-----	-----	-----	-----
Grå	-----	-----	-----	-----
Grønn	-----	-----	-----	-----
Svart	-----	-----	-----	-----



BLAD NR. 5

SKØYEN - OSLO S - GJØVIK

- 1) 202 232 242 254 264 Lørdager og helgedager
- 2) 218 Oslo S - Jæren alle dager Jæren - Gjøvik Torsdager - lørdager unntatt dag eller helgedag
- 3) 233 237 Skøyen - Oslo S Mandager - fredager unntatt helgedager Oslo S - Jæren Alle dager
- 4) 5502 Torsdager - fredager unntatt helgedager

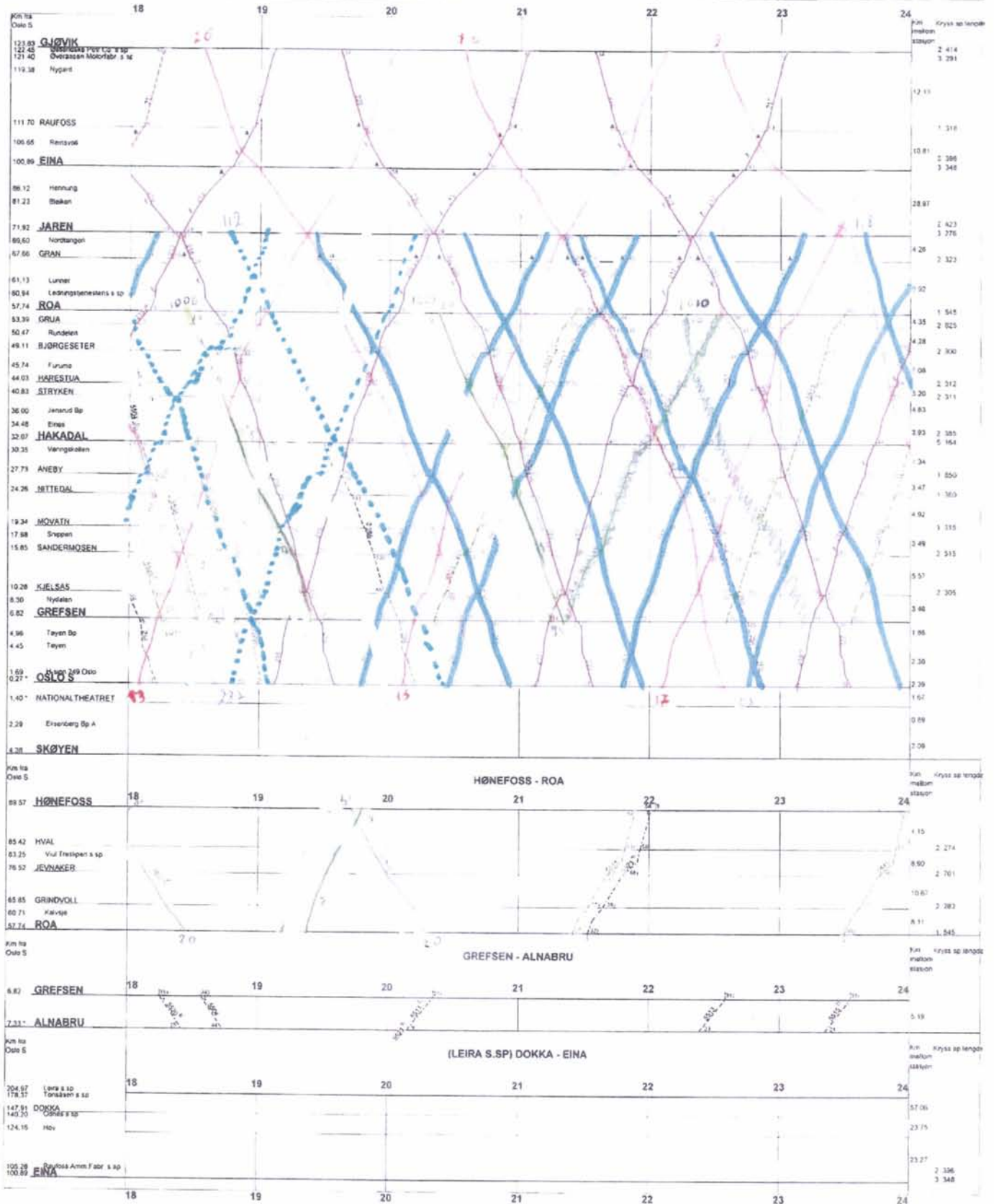
RUTEORD NR 158.1

- 5) 5508 5510 5512 Torsdager - lørdager unntatt dag eller helgedag
- 6) 5511 Mandager - torsdager unntatt helgedager
- 7) 5515 Alnabru - Hønefoss Mandager - torsdager unntatt helgedager Hønefoss - Hønefoss Torsdager - fredager unntatt dag eller helgedag

GJELDER FRA OG MED

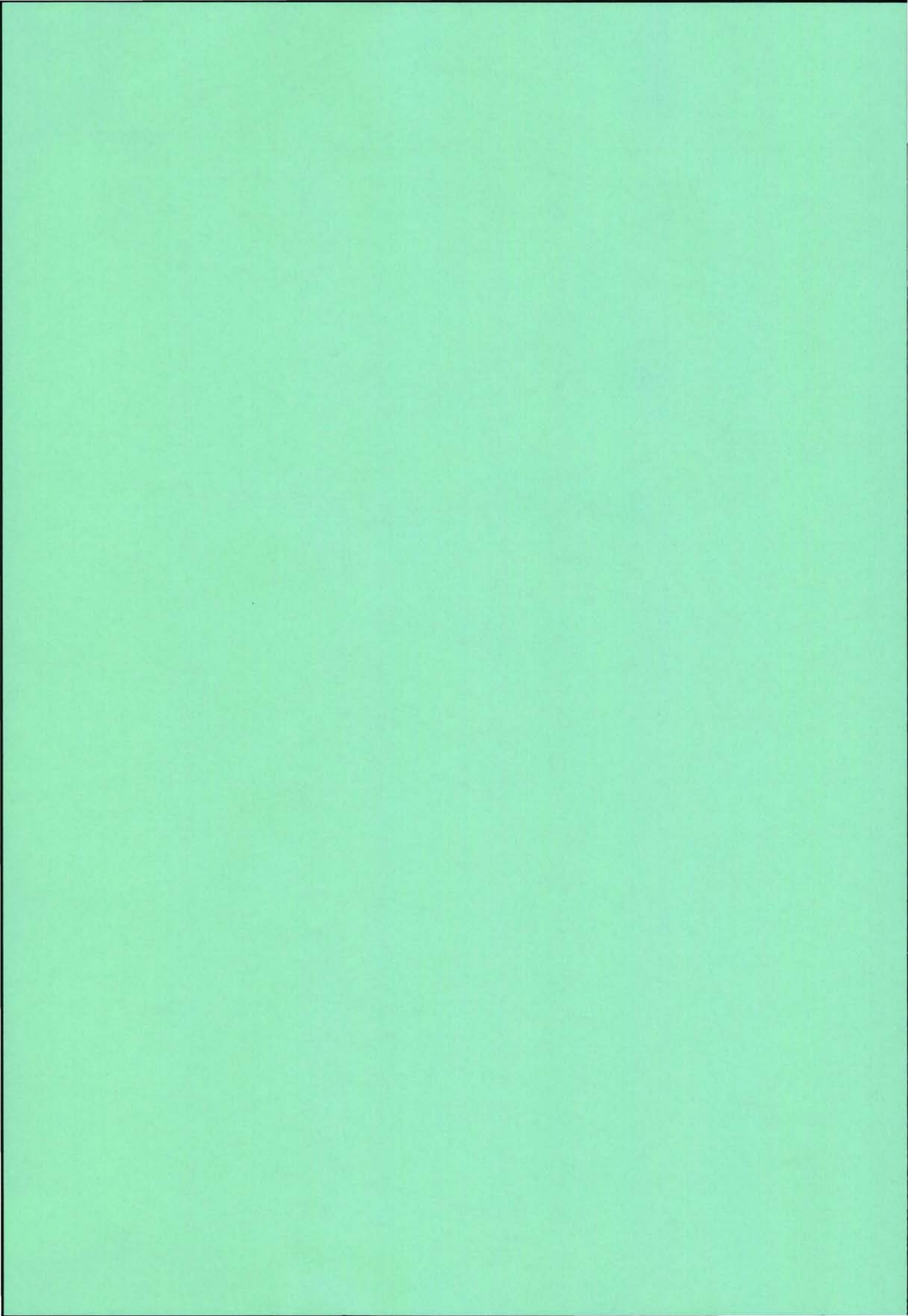
Søndag 14. desember 2008

- 8) 5520 5521 Lørdager unntatt helgedager
- 9) 5527 5528 helgedag for hverdag



Vedlegg 4

Tilleggssimulering med dagens
infrastruktur og trafikk

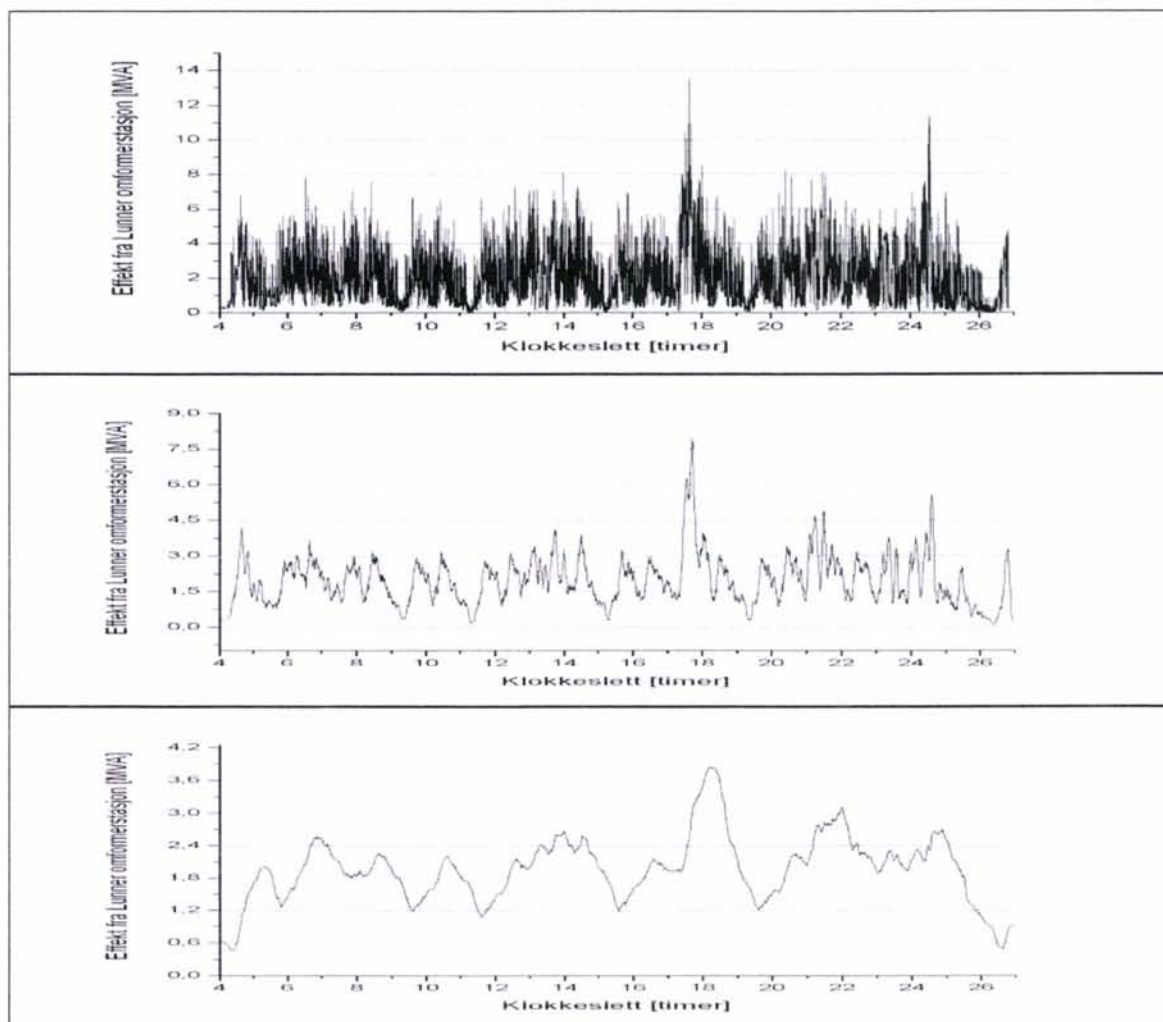


Dagens infrastruktur og dagens trafikk

For å kunne sammenligne simuleringsresultatene og målinger foretatt for Lunner omformerstasjon har en simulert med dagens infrastruktur og med dagens trafikk ruteplan 158.1 for strekningen Gjøvikbanen og en del av Bergensbanen. En har lagt inn trafikken som ble fremført 10. juni 2009. Under i tabell 0-1 og figur 0-1 vises belastningen for Lunner og omformerstasjon for 2-sekunders-, 6-minutters- og 1-timesperioden. Belastningene viser dagens situasjon. Lunner omformerstasjon får størst belastning ca. kl 18:00 for alle tidsperioder. På det tidspunktet befinner seg et **700** tonn godstog og to persontog mellom Lunner og Bjørgseter.

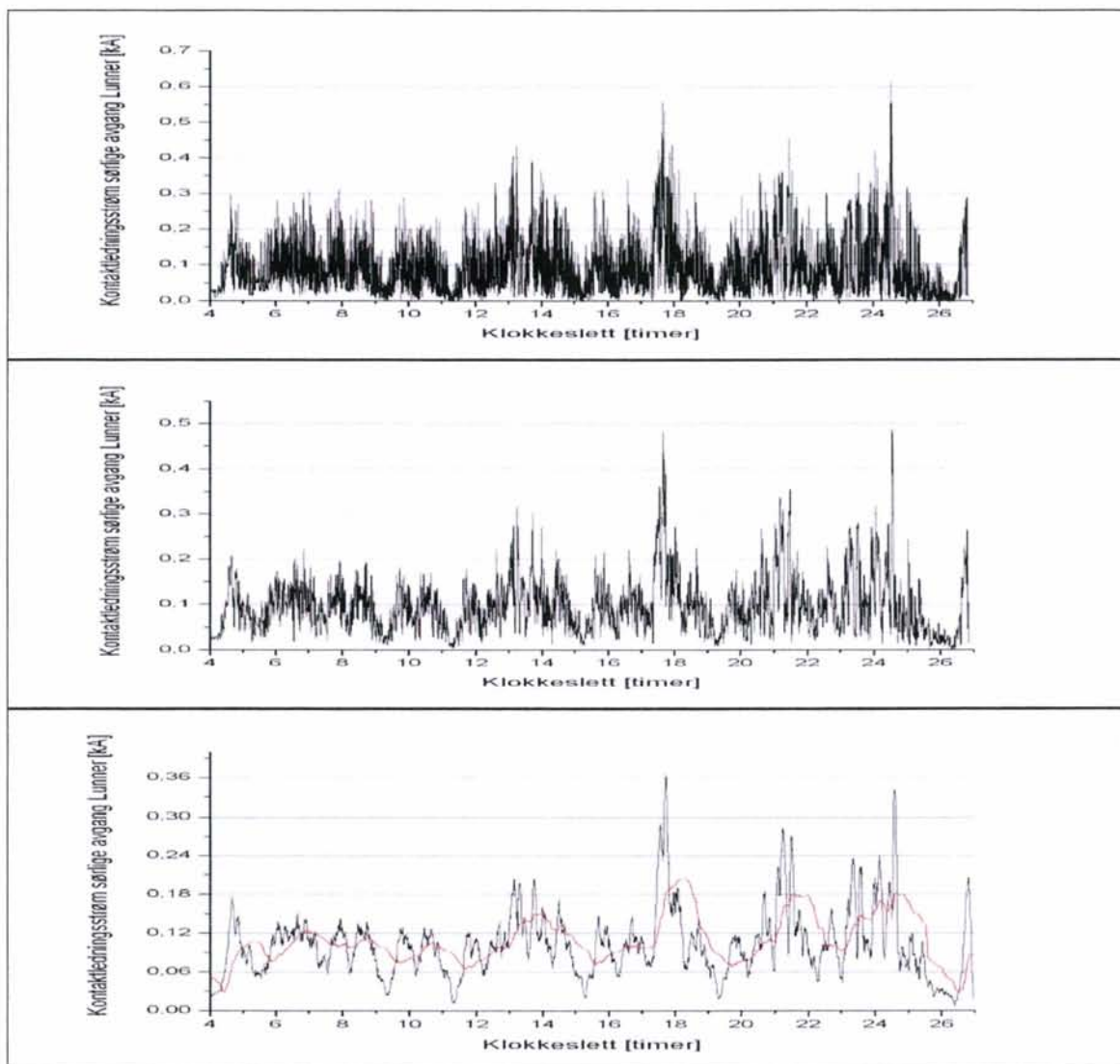
Tabell 0-1 Belastning av Lunner omformerstasjon med dagens trafikk.

Alternativ 0 – Sammenkoblet kontaktledningsanlegg fra Oslo til Gjøvik, Roa til Haugastøl og Hønefoss til Nordagutu og Asker.							
Omformer	Innsatt ytelse [MVA]	Effekt og prosent av maksimalytelse					
		2 sek		6 min		1 time	
		[MVA]	[%]	[MVA]	[%]	[MVA]	[%]
Lunner	2 x 5,8	13,47	65	8,00	50	3,84	33

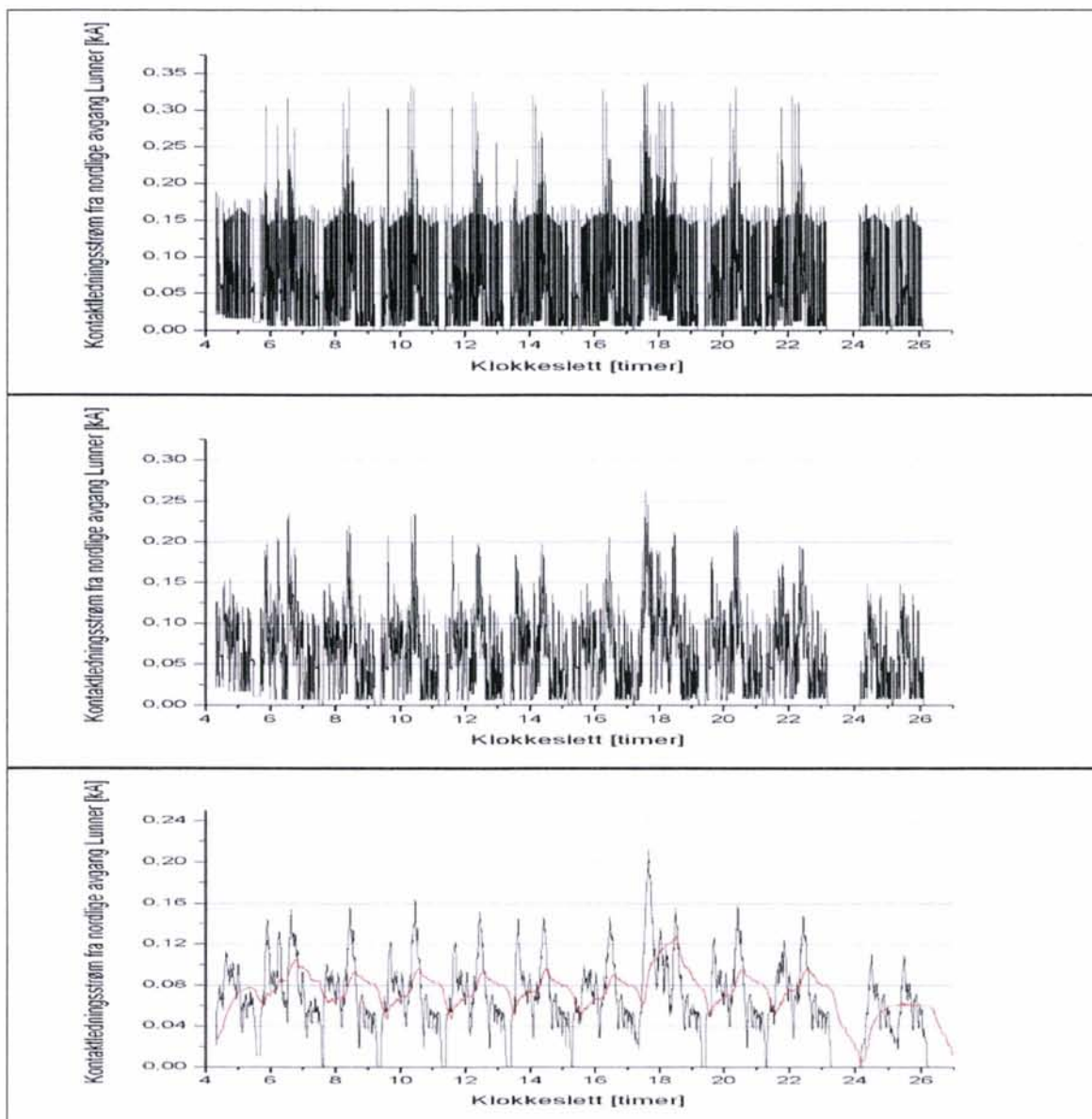


Figur 0-1 Belastning av Lunner omformerstasjon for 2-sekunders (øverst), 6-minutters (midten) og 1-timesperioden (nederst).

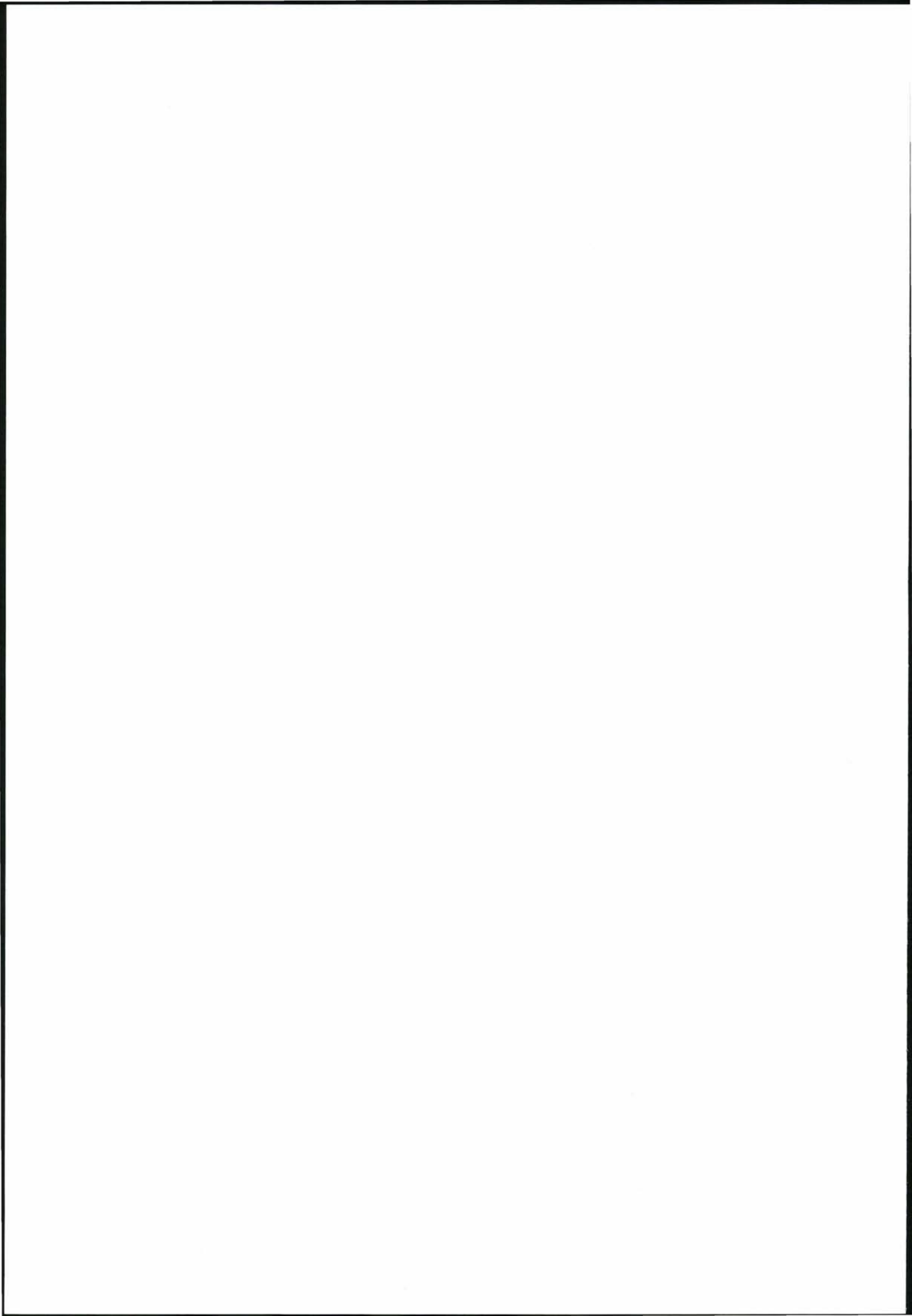
Belastningsstrømmen fra Lunner omformerstasjon for sørlige og nordlige avgang vises henholdsvis i figur 0-2 og figur 0-3.

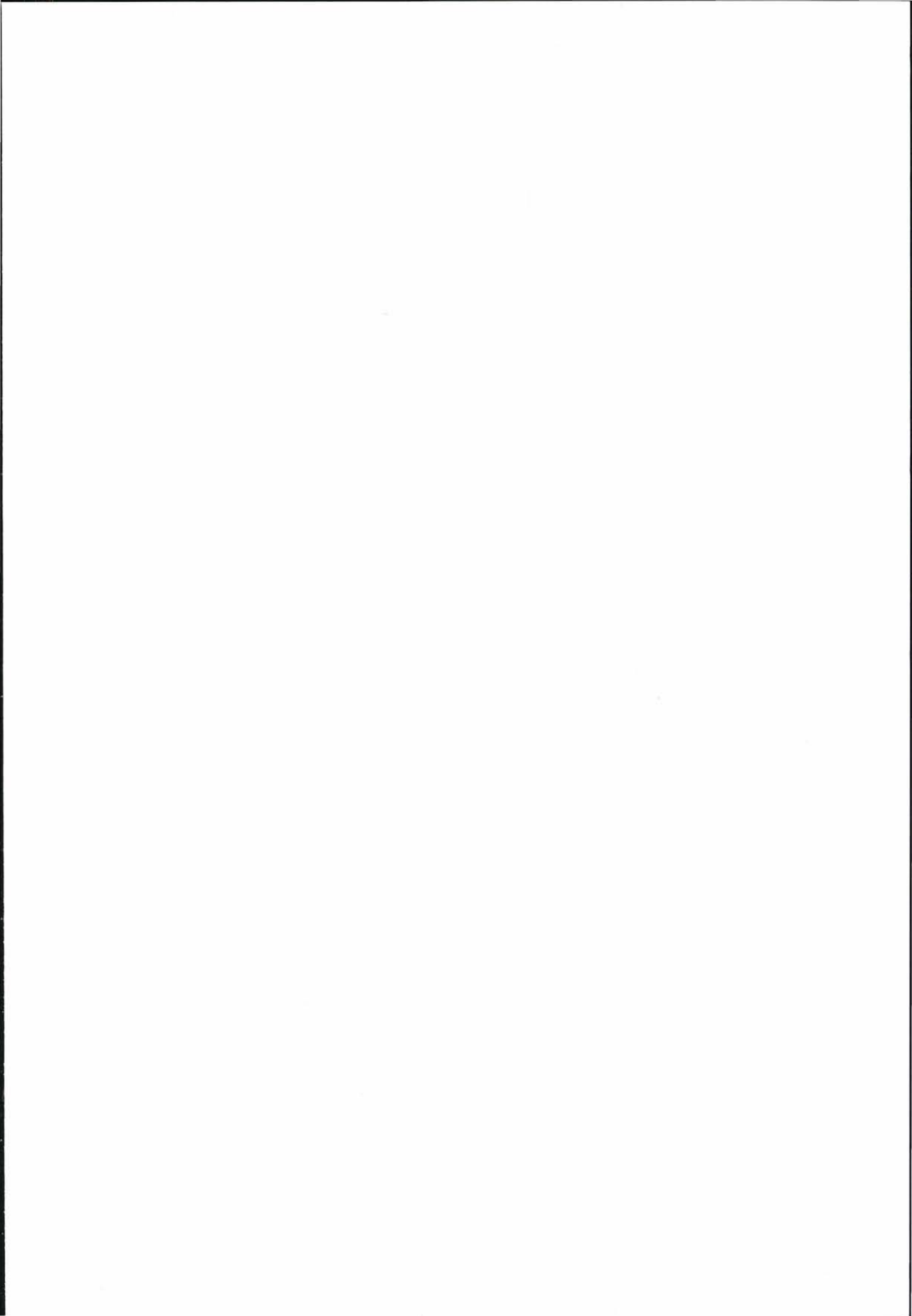


Figur 0-2 Belastningsstrøm fra Lunner sørlige avgang for momentan (øverst), 1-minutt (midten) og 6-minutters og 1-timesperiode (nederst).



Figur 0-3 Belastningsstrøm fra Lunner nordlige avgang for momentan (øverst), 1-minutt (midten) og 6-minutters og 1-timesperiode (nederst).





JERNBANEVERKET
BIBLIOTEKET



10TU00764

103970