



RAPPORT 13/3-96

STRØMFORSYNING PÅ GARDERMOBANEN.

NSB BANE INGENIØRTJENESTEN

Blks  
Rune Øverås  
Per Bærø

**NSB Bane  
Ingeniørtjenesten**

## INNHold

Innholdsfortegnelse	Side 2
0 Innledning/Forutsetninger	Side 3
1 Sammendrag/Konklusjon	Side 5
2 Analyse av simuleringer	Side 8
3 Diskusjon	Side 16
Vedleggsliste	Side 19

## **0 INNLEDNING/FORUTSETNINGER**

Etter avtale med NSB Gardermobanen har Ingeniørtjenesten utført simuleringer m.h.p. trafikk og belastning på banestrømforsyningen på Gardermobanen spesielt og Oslo-området generelt.

### **SIMULERINGSPROGRAM.**

Simuleringene er utført i simuleringsprogrammet OSLO-VISION som simulerer hvordan strømmene varierer i strømforsyningsnettet ved en gitt ruteplan.

### **RUTEPLAN.**

Simuleringene og rapporten er basert på tidligere studier av behovet for forsterket strømforsyning i Oslo-området som er basis for hovedplan for strømforsyningen i Oslo-området. Simuleringsmodellen for trafikken i Oslo-området er derfor basert på en rutetabell datert 22/6-94. (Vedlegg1). Det er på et senere tidspunkt utarbeidet en nyere rutetabell datert 21/11-94, (Vedlegg2) og er den p.t. gjeldende rutetabellen for Gardermobanen fra høsten 1998.

Rutetabellen dat. 22/6-94 som er benyttet i denne rapporten avviker fra den aktuelle dat. 21/11-94 ved at det er noe flere tog i den første. Forskjellene ansees imidlertid ikke å ha betydning for de maksimale belastningene p.g.a. de totale usikkerhetene som en slik simulering innebærer.

### **DOBLE TOGSETT PÅ GARDERMOTOGENE.**

Denne modellen er utvidet med doble togsett på Gardermobanen i rushtrafikken som viser seg å ha store konsekvenser for strømbelastningene på de enkelte omformerne.

## **SIMULERINGMODELLENS OG -PROGRAMMETS USIKKERHETER.**

Usikkerheten m.h.p. de beregnede laststrømmer ut av omformerne ansees å være +15% og -30% i forhold til de beregnede toppverdier. Årsakene til dette ligger i at simuleringsprogrammet akselererer flere tog til samme tidspunkt enn det som i praksis vil oppstå og dermed fås flere sammenfallende lastuttak enn det som vil oppstå i praksis med denne ruteplanen.

## **ØVRIGE USIKKERHETER.**

Varigheten av denne ruteplanen kan vi imidlertid regne som kort og små omlegginger av ruteplanen kan føre til store endringer i maksimalt strømuttak på de enkelte omformerne.

Simuleringene har heller ikke tatt høyde for den massive utskiftingen av lokomotiver som er planlagt i forbindelse med Effekt 600. Dette vil føre til en økning i bruken av kraftige lok som E118, E114 og noen E116 totalt sett. Det vil også bli benyttet krengetog i ekspresstogene ifølge samme plan med antatt høy akselerasjonsevne og hyppige avganger. Godstrafikken med ovenfornevnte lokomotiver er også antatt å øke.

Konsekvensene med fire spor til Asker og Ski er ikke vurdert.

## **1 SAMMENDRAG/KONKLUSJON**

Simuleringene som er utført er som nevnt å betrakte som retningsgivende og er beheftet med endel usikkerheter.

På denne bakgrunnen må man gjøre visse analyser av de beregnede belastningene på de enkelte omformerstasjonene. De effektene som er nevnt i denne rapporten er konsekvent beregnet ut fra strømmens toppverdier p.g.a. at det er disse som er dimensjonerende for utfall av omformeraggregater og dermed sammenbrudd i strømforsyningen i Oslo-gryta på kort sikt.

### **INNSTALLERT EFFEKT I LILLESTRØM**

Simuleringene viser et klart behov for en installert effekt på 3x12MVA i Lillestrøm p.g.a. at den installerte effekten i de tilliggende områdene rundt Gardermobanen ikke har vesentlig overkapasitet.

### **INNSTALLERT EFFEKT FORØVRIG**

Simuleringene viser at alle aggregater i Alnabru, Holmlia og Asker bør være intakte for at det ikke skal risikeres utfall av hele strømforsyningen i Oslo-området i rush-trafikken.

Dette vil kreve en enorm kvalitetssikrings-/driftsinnsats fra NSB Bane/NSB

Gardermobanen for å heve anleggene utover dagens standard.

Dette er etter vår mening ikke realistisk. Det er derfor behov for ytterligere tiltak i strømforsyningen i Oslo-området. Hovedplanen for Oslo-gryta anbefaler å bygge SVC-anlegg på Holmlia. Dette mener vi er for dyrt i forhold til nytten og anbefaler følgende tiltak:

## **KORTSIKTIGE TILTAK**

### **REGULATORER OG VERN FOR ROTERENDE OMFORMERE**

Det utvikles regulatorer for Holmlia, Alnabru og Asker omformere som styrer ned effekten når omformerstasjonene nærmer seg nominell last. I praksis vil dette tiltaket bety at disse roterende omformerne får samme karakteristikk som statiske omformere elektrisk sett.

Det er dessuten et klart behov for å se på vernefilosofien på de eksisterende roterende omformerne i NSB. Som vedleggene viser er det ingen overvåkning av omformerne m.h.p. termisk overbelastning. Dette er spesielt kritisk når omformerne får mer konstant belastning slik Gardermobanen representerer. Konsekvensene kan være overoppheting, nedbryting av isolasjon og havari av omformerens motor eller generator og videre utfall i flere måneder og reparasjoner i størrelse flere millioner avhengig av omfang.

## LANGSIKTIGE TILTAK

### STØRRE OMFORMERKAPASITET I OSLO-OMRÅDET

En videre forsterkning er å bygge større matekapasitet i Oslo-området, etter vår mening i form av en statisk omformer til erstatning for Holmlia (ikke nødvendigvis plassert i Holmlia) hvilket er en fleksibel løsning for NSB m.h.p. gjenbruk av de roterende aggregatene som er plassert der. Forøvrig er behov for omformerkapasitet kommentert senere i dette kapitlet.

Videre anbefales det at fasevinklene på omformeren på Jessheim stilles inn slik at den overtar en større del av lasten fra Lillestrøm omformer.

Det bør på samme måte vurderes om tilsvarende tiltak bør gjøres i Lillestrøm omformer for å avlaste Alnabru og Holmlia omformere i større grad. Dette er punkter som kan klarlegges bl.a. gjennom den pågående systemstudien som ABB gjennomfører.

### UTARBEIDELSE AV NY HOVEDPLAN FOR STRØMFORSYNINGEN

Det bør etter vår mening lages en ny hovedplan for strømforsyningen i Oslo-området der de faktiske kriterier for banestrømforsyningens begrensninger vurderes på samme måte som i denne rapporten. Kriteriet med 100% overkapasitet i hver enkelt omformerstasjon utviklet av Btk (Vedlegg7), er et riktig kriterie under forutsetning at den refererer seg til den overlast-verdien som rent faktisk løser ut omformerstasjonen dersom bare et av to aggregater i enhver omformerstasjon i Oslo-området er i drift. (Se 3.6) Avviket mellom konklusjonen i denne rapporten i forhold til den utarbeidede hovedplanen for Oslo-gryta baserer seg på dette i kombinasjon med det økte antallet Gardermotog. } 2

Det må dessuten tas hensyn til de termiske belastningene på spesielt roterende omformere p.g.a. at den gjennomsnittlige belastningen på banestrømforsyningen er såpass øket i forhold til topplasten.

Vi har på neste side laget en sammenstilling av hva vi mener er en fornuftig overkapasitet for strømforsyningen på sikt. I parentes er det tatt med hvilke omformer-størrelser vi må operere med dersom Btk's kriterier for overkapasitet (vedlegg7) skal oppfylles i praksis, d.v.s. ved utfall av halve omformerstasjonen og samtidig unngå overbelastning. Belastningene er relatert til tilfelle 2.5 som er nominell drift uten utfall.

**MULIG BEHOV FOR INNSTALLERT EFFEKT I OSLO-OMRÅDET:**

	<b>Last</b>	<b>Anbefalt innstallasjon</b>	<b>Kommentar</b>
-Alnabru:	18,2MVA	10 + 10 + 5,8MVA: (2x10 + 2x5,8MVA)	Stasjonen kan betjene en last på inntil 22MVA i 6 minutter dersom et aggregat er ute av drift.
-Holmlia:	23,1MVA	3x10 MVA roterende evt.3x14MVA statisk (4x10 eller 4x14)	Stasjonen kan betjene en last på inntil 28MVA i 6 minutter dersom 1 aggr. er ute av drift.
-Lillestrøm:	32,2MVA	4x12MVA statisk (6x12)	Stasjonen kan betjene inntil 42MW last i 5 min. dersom et aggregat faller ut.
-Jessheim:	16,5MVA	2x12MVA statisk (4x12MVA)	Stasjonen kan betjene inntil 14MVA i 5 minutter ved utfall av et aggregat. Etter vår mening har Lillestrøm tilstrekkelig kapasitet til å takle de korte overbelastningene på Jessheim.
-Asker	22,8MVA	3x10MVA roterende 3x14MVA statisk	Omformerstasjonen vil kunne levere inntil 28MVA i 6 min ved utfall av et omformeraggregat.
-Smørbekk	19MVA	2x14 MVA statisk	Stasjonen kan betjene inntil 17,5MVA i 5 minutter. I korte perioder kan den øvrige kapasiteten hentes fra omformerer i Sarpsborg.

Det må i tillegg selvfølgelig gjøres vurderinger av de termiske forholdene i omformeraggregatene.

## 2 ANALYSE AV SIMULERINGENE

Simuleringene tar utgangspunkt i en rekke utfall av enkelte aggregater i strømforsyningen i Oslo-området.

Enkelte utfallssituasjoner kan synes noe omfattende, men Ingeniørtjenesten i samarbeid med Gardermobanen mener at de simulerte situasjonene er realistiske på bakgrunn av muligheten for sammenfallende tidspunkt for planlagt revisjon i en omformerstasjon og feilsituasjon i et annet anlegg.

I utgangspunktet har simuleringmodellen følgende omformerbestykning for de mest vesentlige omformerstasjonene m.h.p. Gardermobanen:

Lillestrøm	3x12MVA	Statisk omformer
Jessheim	2x12MVA	Statisk omformer
Holmlia	2x10MVA	Mobile roterende omformer
Alnabru	10 + 5,8MVA	Permanent (10) og mobilt (5,8) aggregat

De angitte belastningene er toppverdier av strømmen som alle vil ha en varighet på mer enn 2 sekunder og dermed eventuelt høye nok forårsake at en roterende omformer faller ut p.g.a. overbelastning.

Karakteristikken til omformerne er forklart i vedlegg med kurver for verninnstillinger for de enkelte aggregat-typer.

Kort sammenfattet har de enkelte aggregat-typer følgende egenskaper:

**12MVA statisk omformer:** Kan belastes kontinuerlig med 12MVA = 750A. Den kan dessuten overbelastes til 14MVA = 875A i inntil 5 min. pr 30 min. En statisk omformer er regulert slik at den ikke overbelastes. Dersom den belastes med mer enn den nominelt kan klare, reguleres utmatet spenning ned til strømmen er innenfor de ovenfornevnte verdier.

**10MVA roterende omformer:** Denne kan belastes kontinuerlig med 10MVA = 625A. I tillegg kan den overbelastes til inntil 14MVA = 875A i inntil 6 min. Dette er imidlertid under forutsetning av at forutgående grunnlast ikke har vært høyere enn 7MVA før overlastperioden starter.(Se vedlegg5). Etter overlastperioden skal grunnlasten være lavere enn 7MVA. En roterende omformer har ingen mekanisme som regulerer ned spenningen ved overlast av omformeren. En 10 MVAomformer kobler seg ut med et overstrømsrele ved 1180A(se vedlegg 4.1). Den har ingen overvåking av termisk belastning m.h.p. de ovenstående tidsperioder.



**5,8MVA roterende omformer:** Denne har lignende karakteristik som en 10MVA roterende omformer. Omformeren kan overlastes til 8MVA = 500A i 6 min under forutsetning av at forutgående grunnlast ikke har vært høyere enn 4MVA = 250A og at etterfølgende belastning er lavere enn 250A. I praksis kobles omformeren ut ved overlast til 625A i mer enn 3 sek. 5,8MVA omformeren har heller ingen termisk overvåking m.h.p. overlast innenfor de ovenforstående tidsrammer.

## 2.1 UTFALL: 1 AGGR LILLESTRØM

Den vesentlige forskjellen i forhold til "normalsituasjonen" er at Alnabru vil levere mer effekt enn den ville gjort når Lillestrøm har alle aggregatene i drift. Den reduserte effekten i Lillestrøm gjør at Alnabru må levere den ekstra effekten som behøves hver gang Lillestrøm når sin toppstrøm. Dette ekstra effektuttaket fører til ekstra overbelastning på Alnabru og Holmlia.

	Strøm	Syneffekt	Innstallert effekt
Alnabru	1200A	19,8MVA	15,8MVA
Holmlia	1400A	23,1MVA	20MVA
Lillestrøm	1450A	23,9MVA	24MVA
Jessheim	1080A	17,8MVA	24MVA
Asker	1400A	23,1MVA	20MVA

Alnabru er tiltenkt å ha installert 15,8MVA = 957A.

Som vedleggene viser kan en omformerstasjon med 10MVA + 5,8MVA inninstallert effekt yte maksimalt 875A + 500A = 1375A i 6 minutter. Belastninger utover denne verdien fører til termisk overbelastning. Dette er dessuten under forutsetning av at omformeraggregatene deler lasten perfekt mellom seg hvilket sjelden er tilfelle. Den angitte usikkerheten i beregningene ansees derfor å være "oppbrukt".

Ved en ideell deling av last mellom omformerne vil utfall p.g.a. overstrøm skje ved 1700A i 2 sek. Utfall p.g.a. termiske belastninger er ikke ivaretatt.

**Vår anbefaling:** Alnabru bør ha installert effekt på 2 x 10 MVA.  
Lillestrøm bør ha installert effekt på 3x12MVA.

## 2.2 UTFALL: 1 AGGR LILLESTRØM, 2 AGGR ALNABRU

Denne simuleringen viser hva som skjer når Alnabru eventuelt faller ut i den ovenstående driftssituasjonen.

Klokken 07.15 vil Holmlia omformer ha en belastning på 1700A. Som vedlagte kurver for overbelastning av omformeraggregater viser vil ikke Holmlia kjøres ut så lenge begge aggregatene holder seg i drift. Hvis derimot et av aggregatene i enten Holmlia eller Asker har driftsstans vil både Holmlia og Asker med stor sannsynlighet falle ut for overbelastning. (Et omformeraggregat vil kjøres ut ved 1180A på 10MVA omformerne med dagens verninnstillinger).

Oslo-området vil da bli matet fra Lillestrøm og Smørbekk. Hvilke driftsforhold dette vil resultere i er ikke klarlagt men det kan definitivt ikke avvikles ordinær trafikk.

Belastningene i Oslo-området er i de enkelte stasjonene:

	Strøm	Syneffekt	Innstallert effekt
Holmlia	1700A	28,1MVA	20MVA
Lillestrøm	1500A	24,8MVA	24MVA
Jessheim	1500A	24,8MVA	24MVA
Asker	1550A	25,6MVA	20MVA

### 2.3 UTFALL: 1 AGGR LILLESTRØM, 2 AGGR HOLMLIA

Klokken 07.10 er Alnabru omformer belastet med 1900 A (31,3MVA) og er kjørt ut. Konsekvensene er de samme som ved alternativ 2.

Oslo-området mates fra Smørbekk og Lillestrøm.

Belastningene i de forskjellige omformerstasjonene er like før utkjøringen på Alnabru:

	Strøm	Synergieffekt	Innstallert effekt
Alnabru	1900A	31,4MVA	15,8MVA
Lillestrøm	1500A	24,8MVA	24MVA
Jessheim	1200A	19,8MVA	24MVA
Asker	1550A	25,6MVA	20MVA
Smørbekk	1550A	25,6MVA	28MVA

### 2.4 UTFALL: 2 AGGR ALNABRU, 1 AGGR HOLMLIA

**NB: DETTE ALTERNATIVET HAR INNLAGT BEGRENSNING I UTMATET SPENNING.**

Denne matesituasjonen er litt spesiell fordi det er forutsatt at alle omformerstasjonene (også de roterende omformerne ) har innlagt regulator som senker spenningen når omformerbelastningen nærmer seg nominell strøm.

I praksis resulterer dette i at ved store belastninger vil omformerene ikke mate ut 16,5kV men senke spenningen til minimum 15kV i Holmlia i denne relativt dramatiske utfallssituasjonen. Dette fører til at de store termiske belastningene overføres til de statiske omformerne som tåler denne bedre. Man unngår dessuten direkte utfall av omformerstasjoner.

Den maksimale beregnede strømmen og effekten er:

	Strøm	Synergieffekt	Innstallert effekt
Holmlia	900A	14,9MVA	10MVA
Lillestrøm	2250A	37,1MVA	36MVA
Jessheim	1300A	21,5MVA	24MVA

Det gjøres oppmerksom på at EI18 og Gardermotogene er meget robuste m.h.p. lav spenning og yter meget høy effekt ved lav kontaktledningsspenning. (X2000 gir nominell effekt ned til 12kV kontaktledningsspenning). Det kan ikke sees at spenningene på ethvert punkt på Gardermobanen underskriver 14kV ved denne simuleringen.

**Vår anbefaling:** Det utvikles nye regulatorer for roterende omformere i Oslo-området (Alnabru, Holmlia og Asker).

## 2.5 UTFALL: INGEN UTFALL

De vedlagte kurvene viser hvordan lastflyten ut av omformerne er ved vanlig drift med den nye belastningssituasjonen.

Maksimal utmatet strøm og effekt fra de enkelte omformerne er:

	Strøm	Synergieffekt	Innstallert effekt
Alnabru	1100A	18,2MVA	15,8MVA
Holmlia	1400A	23,1MVA	20MVA
Lillestrøm	1950A	32,2MVA	36MVA
Jessheim	1000A	16,5MVA	24MVA
Asker	1380A	22,8MVA	20MVA
Smørbekk	1150A	19,0MVA	28MVA

Som disse verdiene viser er effektbehovet ved Lillestrøm omformerstasjon langt større enn det 2x12MVA omformere klarer å levere.

Det er også verdt å merke seg at grunnlasten for de enkelte omformerne er langt større enn det et omformeraggregat kan klare å levere og samtidig være overlastbart. Dette viser at en normal driftssituasjon med et aggregat ute av drift i Oslo-området vil belaste det andre aggregatet langt utover det produsenten har spesifisert. Dersom denne typen termiske overbelastninger ikke blir detektert av omformeraggregatenes vernutrustning kan dette resultere i omfattende omformerhavarier.

**Vår anbefaling:** Denne simuleringen viser at den nødvendige effekten i normaldrift på Lillestrøm er 32MVA, d.v.s. det må innstalleres 3x12MVA. Den viser videre at det er behov for ny vernutrustning på eksisterende roterende omformeraggregater p.g.a. høyt gjennomsnittlig lastuttak og dermed termiske belastninger. Eventuell termisk overlast blir ikke detektert av den eksisterende vernutrustningen.

## 2.6 UTFALL: 1 AGGR LILLESTRØM, 2 AGGR ALNABRU, 1 AGGR HOLMLIA

Denne situasjonen resulterer i en maks belastning i Holmlia på 1500A og faller ut for overstrøm (ved 1180A). Dersom Asker har 2x10 MVA installert vil dette føre til utkjøring av Asker og matingen til Oslo-området vil også i denne situasjonen ivaretas av Lillestrøm og Smørbekk.

	Strøm	Syneffekt	Innstallert effekt
Holmlia	1500A	24,8MVA	10MVA
Lillestrøm	1500A	24,8MVA	24MVA
Jessheim	1550A	25,6MVA	24MVA
Asker	1600A	26,4MVA	20MVA
Smørbekk	1350A	22,3MVA	28MVA

## 2.7 UTFALL: 3 AGGR LILLESTRØM

I denne driftssituasjonen vil vi ha følgende belastninger:

	Strøm	Syneffekt	Innstallert effekt
Alnabru	2100A	34,7MVA	15,8MVA
Holmlia	1500A	24,8MVA	20MVA
Jessheim	1450A	23,9MVA	24MVA
Asker	1400A	23,1MVA	20MVA

Denne driftssituasjonen vil føre til at Alnabru faller ut for overstrøm (ved 1700A), umiddelbart etterpå vil Holmlia kjøres ut (ved 2360A) og deretter vil all last overføres til Asker som faller ut ved last på 2360A.

Denne situasjonen kunne muligens vært reddet ved å ha regulatorer på de enkelte aggregatene som begrenser utmatet strøm. Dette vil uansett resultere i store termiske belastninger og viser behovet for ytterligere innstallert effekt som reserve i tilfelle utfall av Lillestrøm omformer.

**Vår anbefaling:** Større innstallert effekt i Oslo-området.

## 2.8 UTFALL: 2 AGGR LILLESTRØM

Denne driftssituasjonen resulterer i en toppbelastning på:

	Strøm	Syneffekt	Innstallert effekt
Alnabru	1550A	25,6MVA	15,8MVA
Holmlia	1450A	23,9MVA	20MVA
Lillestrøm	750A	12,4MVA	12MVA
Jessheim	1300A	21,5MVA	28MVA
Asker	1400A	23,1MVA	20MVA

Denne driftssituasjonen vil føre til at Alnabru balanserer helt på grensen for utfall p.g.a. overstrøm. Det videre scenariet er referert i tidligere eksempler.

I dette tilfellet er det realistisk at større del av lasten kan tilføres fra Jessheim ved å styre vinklene på den utmatede spenningen. Dette vil i praksis avlaste Alnabru og Holmlia noe.

**Vår anbefaling:** Jessheim omformes utstyres med muligheter for automatisk fasedreining ved utfall av et eller flere aggregater i Lillestrøm eller i ekstrem tunglast.

## 2.9 UTFALL: 1 AGGR LILLESTRØM, 1 AGGR JESSHEIM

Denne driftssituasjonen gir følgende belastninger:

	Strøm	Syneffekt	Innstallert effekt
Alnabru	1350A	22,3MVA	15,8MVA
Holmlia	1400A	23,1MVA	20MVA
Lillestrøm	1500A	24,8MVA	24MVA
Jessheim	750A	12,4MVA	12MVA

Som tidligere nevnt er en redusert installert effekt på Lillestrøm en stor termisk belastning for Alnabru spesielt men også Holmlia omformer.

## 2.10 UTFALL: 2 AGGR ALNABRU, 1 AGGR HOLMLIA

Denne driftssituasjonen er tilsvarende 2.4, men i dette tilfellet er det ikke benyttet regulatorer som senker spenningen når strømmen går mot nominell last.

	Strøm	Syeffekt	Innstallert effekt
Holmlia	1350A	22,3MVA	10MVA
Lillestrøm	2250A	37,1MVA	36MVA
Jessheim	1200A	19,8MVA	28MVA
Asker	1500A	24,8MVA	20MVA
Smørbekk	1400A	23,1MVA	28MVA

I dette tilfellet vil Holmlia falle for overstrøm (ved 1180A) og deretter vil Asker falle ut tilsvarende (ved 2360A).

### 3 DISKUSJON

De tidligere kapitlene er en oppsummering av simuleringer som i svært stor grad peker mot at den installerte effekten i Oslo-området ikke er stor nok.

Dette baseres på at de tre stasjonene Alnabru, Holmlia og Asker i tunglastsituasjoner ikke har overkapasitet i tråd med hva som behøves for sikker fremføring av tog. NSB opererer med overlastkrav på 100% i Oslo-området, men disse kravene er for lite presisert for å kunne brukes som dimensjoneringskriterier. I alle tilfelle er overkapasiteten i praksis langt under den nevnte verdien.

Dette betyr etter vår mening at med dagens anlegg og de planlagte (bevilgede) anlegg i Oslo-området inkludert Gardermobanen er matekapasiteten for svak.

Dette kan løses på flere måter:

#### 3.1 BEHOLDE KAPASITETEN PÅ LILLESTRØM

Å redusere installert effekt på Lillestrøm til 2x12MVA gir altfor lav overkapasitet i Strømforsyningen i Oslo-området.

En begrensning i utmatet strøm fra Lillestrøm gir en vesentlig øket belastning på Alnabru omformer.

Vi ser det derfor som en absolutt nødvendighet å beholde en installert effekt på 3x12MVA på Lillestrøm.

#### 3.2 STØRRE KAPASITET PÅ ALNABRU

Simuleringene viser helt klart at den planlagte installerte effekten på Alnabru på 10 + 5,8MVA er for liten. Det planlagt mobile aggregatet på 5,8MVA på Alnabru bør byttes ut med et 10MVA aggregat. Det vil gi en langt større sikkerhet for stabil strømforsyning.

Tidligere utarbeidede rapporter fra Ingeniørtjenesten viser at 10MVA aggregater finnes tilgjengelig i NSB når Gardermobanen settes i drift.



### **3.3 STØRRE KAPASITET PÅ HOLMLIA**

Simuleringene viser at kapasiteten på Holmlia bør forsterkes for å få mer stabil strømforsyning. Dette kan gjøres på to måter:

- Bygge SVC-anlegg i Holmlia.
- Bygge statisk omformer i Holmlia.

#### **3.3.1 BYGGE SVC-ANLEGG**

NSB Bane Region Øst har utarbeidet en hovedplan for strømforsyningen i Oslo-gryta som konkluderer med å forsterke strømforsyningen på Holmlia med et SVC-anlegg (Automatisk regulerbart parallellkondensatorbatteri). Dette vil forsterke Holmlia omformer relativt kraftig p.g.a. som simuleringene viser er en stor del av utmatet strøm reaktiv effekt i tunglast. Dette alternativet anbefaler vi imidlertid ikke p.g.a. kortsiktigheten.

#### **3.3.2 BYGGE STATISK OMFORMER**

Det er mer optimalt å bygge en statisk omformer i Holmlia av flere årsaker.

- Det er behov for mer effekt i Holmlia på sikt.
- Traseen for nytt dobbeltspor til Ski vil med stor sannsynlighet kreve at Holmlia omformer flyttes.
- Eksisterende roterende omformere på Holmlia har meget høy gjenbruksverdi i øvrige deler av NSBs banestrømforsyning som kan benytte ledige aggregater i forsterkningen. (Anslagsvis 50 mill.kr).

### **3.4 UTVIKLING AV REGULATORER**

Som et kortsiktig tiltak for å bedre strømforsyningen er det av stor viktighet at det utvikles nye regulatorer for NSBs roterende omformere generelt.

Som en av simuleringene våre viser vil strømforsyningen i Oslo-området ha meget god sikkerhet dersom det utvikles regulatorer som regulerer ned utmatet spenning etter en f.eks lineær karakteristikk når utmatet strøm f.eks nærmer seg 95% av aggregatets nominelle strøm. Dette vil føre til at en omformer som nærmer seg overlast vil redusere spenningen når strømmen øker og dermed forskyve last til de nærliggende omformerne.

Dette kan resultere i kortere perioder med lav spenning p.g.a. at lasten er så høy at alle omformerne i området regulerer ned spenningen på samme måte. Vår antagelse er at dette bare vil skje i meget korte perioder.

Utviklingen av denne type regulering er etter vår mening det klart minst kostnadskrevende tiltaket og det vil dessuten være behov for dette i alle deler av NSBs nett der utkjøringer forekommer.

### **3.5 REGULERING AV FASEVINKLER**

I visse driftssituasjoner kan det være en fordel at spesielt Jessheim omformer har mulighet til automatisk å regulere den utmatete spenningsvinkelen noe slik at den overtar en større del av den lasten som naturlig burde mates ut fra Lillestrøm omformer når denne enten er tungt belastet eller et av aggregatene er ute av drift.

Dette kan realiseres ved et signal som overføres til Jessheim omformer på basis av målinger av Lillestrøm omformer via fjernkontrollanlegget som gir signal til kontrollanlegget på Jessheim omformer om å endre utmatet spenningsvinkel. Dette signalet kan være tidsregulert, basert på lastmålinger, antall aggregater i drift o.s.v.

### **3.6 ANGÅENDE KRAV TIL OVERKAPASITET**

Som brevet i vedlegg 7 viser er kravene til overkapasitet i NSBs omformerstasjoner basert på 100% overkapasitet basert på gjennomsnittlig last over en time. P.g.a. at dette kravet ikke tar hensyn til de tekniske begrensningene til omformerne på en god nok måte etter vår mening. I konklusjonen har vi gjort beregninger på at enhver stasjon må tåle at et aggregat faller ut uten at det overfører vesentlig belastning over til nabomformeren.

## **VEDLEGGSLISTE**

### **FORUTSETNINGER**

#### ***RUTEPLANER***

Vedlegg 1 : Benyttet ruteplan i simuleringer og rapport. (22/6-94)

Vedlegg 2 : Ruteplan ved ordinær drift på Gardermobanen. (21/11-94)

#### ***OMFORMERYTELSER OG -DATA***

Vedlegg 3 : Tabell for overlast i de forskjellige typer omformere.

Vedlegg 4: Vern for omformerstasjoner.

Vedlegg 5: Overlastkurver for omformeraggregater.

Vedlegg 6: Øvrige forutsetninger.

Vedlegg 7: Krav om overkapasitet i strømforsyningen i Oslo-området.

#### ***KURVER FRA SIMULERINGER***

Vedlegg 8 : Spennings-, effekt- og strømkurver for de enkelte lasttilfeller.

- 2.1: UTFALL 1 AGGR LILLESTRØM
- 2.2: UTFALL 1 AGGR LILLESTRØM OG 2 AGGR ALNABRU
- 2.3: UTFALL 1 AGGR LILLESTRØM OG 2 AGGR HOLMLIA
- 2.4: UTFALL 2 AGGR ALNABRU OG 1 AGGR HOLMLIA MED  
SPENNINGSBEGRENSNING
- 2.5: INGEN UTFALL
- 2.6: UTFALL AV 2 AGGR ALNABRU, 1 AGGR HOLMLIA, 1 AGGR LILLESTR.
- 2.7: UTFALL AV 3 AGGR LILLESTRØM
- 2.8: UTFALL AV 2 AGGR LILLESTRØM
- 2.9: UTFALL AV 1 AGGR LILLESTRØM OG 1 AGGR JESSHEIM
- 2.10: UTFALL AV 2 AGGR ALNABRU OG 1 AGGR HOLMLIA

Bygget	1215	3103	1217	1221	7823	3603	7707	1223	3703	3001	3105	1227	6510	7825	3521	7105	1229	7827	2403	7709
NSB nr	1215	2103	1217	1221	2823	1603	2707	1223	1703	1001	2105	1227	510	2825	1521	1105	1229	2827	403	2709
Kilde	PGT	PGT	PGTE	PGT	R94	PGT	R94	PGTE	PGT	PGT	PGT	PGT	R94	R94E	PGTE	R94	PGT	R94	PGT	R94
Fic/hil	Gm	Lstr	Gm	Gm	Skl	Elds	Skl	Gm	Elds	Ames	Lstr	Gm	Hokk	Kolb	Lstr	Moss	Gm	Skl	Lhm	Skl
Grunnrute	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	V/V			x	x	(42)	x	x
Sevtab	A	E	A	A		B	(1)	A	C	F	E	A			(1)		A	A(I/C)		(1)
Kongsberg						04:54							05:46							
Hokksund			2			05:24						06:04								
Drammen						05:41							06:04							
Spilkestad		05:18																		
A.sker		05:34	05:42			05:54	06:01	06:01	06:04	06:04	06:04	06:17	06:17	06:21	06:21	06:24	06:24	06:27	06:27	F7704
Sandvika		05:47	05:50			06:02	06:08	06:11	06:17	06:17	06:26	06:32	06:32	06:29	06:29	06:32	06:32			06:38
Lysaker		05:56	05:59			06:08	06:15	06:18	06:26	06:26	06:35	06:35	06:35	06:35	06:35	06:38	06:38			06:45
Skøyen		05:59				06:11	06:18		06:29	06:29	06:39	06:42	06:42	06:42	06:42	06:45	06:45			06:48
Nationaltheatret		06:04	06:07			06:15	06:22	06:25	06:34	06:34	06:40	06:40	06:44	06:44	06:44	06:47	06:50	06:52	06:55	06:56
Oslo S ank		06:06	06:09			06:18	06:24	06:27	06:36	06:36	06:40	06:40	06:44	06:44	06:44	06:47	06:50	06:52	06:55	06:56
Ludalen	F1202			F1206	F3002				F7152	F7152	F1210	F1210	F6510	F6510	F3502			F3554		
Oslo S ank	05:52		06:12	06:12	05:48				06:26	06:19	06:32	06:32	06:42	06:42	06:35			06:43		
Oslo S avg	06:00	06:08	06:10	06:20	06:20	06:22	06:26	06:30	06:33	06:36	06:38	06:40	06:44	06:44	06:44	06:47	06:50	06:52	06:55	06:56
Oslo S avg												17825	17825							
Lodalen																				
Holmlia					06:29		06:38						06:52	06:52		06:55		07:00		07:08
Kolbotn							06:42						06:55	06:55		07:08		07:13		07:12
Ski					06:41		06:56									07:18		07:26		07:26
Verby							7									07:42				
Moss																07:42				
Stor-Oslo S	14	9	13	14	17	10	9	13	15	16	9	14	10	10	1	9	13	16	11	9





Tognr.	1251	3053	3111	4203	1253	7091	6804	3527	3957	6204	7163	1257	3607	6080	7715	1259	3707	3005	3113	1263	7109	1265	2407	7717
NSB-nr.	1251	1053	2111	203	1253	91	804	1527	57	2204	163	1257	1607	80	2715	1259	1707	1005	2113	1263	1109	1265	407	2717
Klode	PGT	PGT	PGT	PGT	PGTE	R94	R94	PGTE	PGTE	R94E	R94E	PGT	PGT	R94	R94	PGTE	PGT	PGT	PGT	PGT	R94	PGT	PGT	R94
Fra/fll	Gm	Kngsv	Lstr	GJB	Gm	Gøt	Skien	Lstr	Kngsv	Spikk	Mysen	Gm	Elds	Skier	Ski	Gm	Elds	Arnes	Lstr	Gm	Moss	Gm	Lhm	Ski
Grunnute	x	x	x	x	x	x					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Servrab	A	F	E	J	A							A	B		A	C	F	E	A	A		A	A(1C)	
Kongsberg													06:54	07:24	07:41	07:57	08:01	08:26	08:04	08:04	08:21	08:24	08:27	08:13
Hokksund													07:24	07:41	07:57	08:01	08:26	08:04	08:04	08:21	08:24	08:27	08:13	08:38
Drammen													07:41	07:57	08:01	08:26	08:04	08:04	08:21	08:24	08:27	08:13	08:38	08:45
Spilkestad													07:41	07:57	08:01	08:26	08:04	08:04	08:21	08:24	08:27	08:13	08:38	08:45
Asker													07:41	07:57	08:01	08:26	08:04	08:04	08:21	08:24	08:27	08:13	08:38	08:45
Sandvika													07:41	07:57	08:01	08:26	08:04	08:04	08:21	08:24	08:27	08:13	08:38	08:45
Lysaker													07:41	07:57	08:01	08:26	08:04	08:04	08:21	08:24	08:27	08:13	08:38	08:45
Skøyen													07:41	07:57	08:01	08:26	08:04	08:04	08:21	08:24	08:27	08:13	08:38	08:45
Nationaltheatret													07:41	07:57	08:01	08:26	08:04	08:04	08:21	08:24	08:27	08:13	08:38	08:45
Oslo S ank													07:41	07:57	08:01	08:26	08:04	08:04	08:21	08:24	08:27	08:13	08:38	08:45
Lodalen	F1234	07:45		F4206		F7904		F3508	07:55	F6204	F1240						F3706			F1246				
Oslo S ank	07:52	07:48		07:54		07:52		08:05	07:58	08:15	08:12						08:26			08:32				
Oslo S avg	08:00	08:05	08:08	08:08	08:10	08:10	08:15	08:14	08:15	08:20	08:20	08:22	08:22	08:24	08:26	08:30	08:33	08:36	08:38	08:40	08:47	08:50	08:55	08:56
Oslo S avg																								
Lodalen																								
Halmilla																								
Kolbotn																								
Ski																								
Vestby																								
Moss																								
Mysen																								
Grefsen																								
Roa																								
Jaren																								
Gjøvik																								
Bryn																								
Strømmen																								
Lillestrøm	08:10	08:16	08:35					08:45	08:27			08:30	08:33				08:45	08:47	09:05	08:50			09:05	
Gardemoen	08:22		13:512		08:29			13:118				08:42	08:55		08:49				13:120	09:02			09:20	
Eidsvoll	11:252				11:256							11:258	09:07		11:262		09:20			11:264				09:32
Arnes		08:40																09:25						
Kongsvinger		09:10							09:24															09:39
Minnesund																								
Spor Oslo S	14	17	9	15	13	19	12	1	16	9	9	14	10	11	9	13	15	10	9	14	9	13	11	9

Tognr.	1267	3055	3115	4205	1269	7903	6082	1271	3609	7719	1273	3709	3007	3117	1275	7111	1277	2409	7721
NSB-nr.	1267	1055	2115	205	1269	103	82	1271	1609	2719	1273	1709	1007	2117	1275	1111	1277	409	2721
Klode	PGT	PGT	PGT	PGT	PGTE	R94	R94	PGT	PGT	R94	PGTE	PGT	PGT	PGT	PGT	R94	PGT	PGT	R94
Fra/fill	Gm	Kngsv	Lstr	GJB	Gm	Hald	Skien	Gm	Eds	Ski	Gm	Elds	Arnes	Lstr	Gm	Moss	Gm	Lhm	Ski
Grunnute	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Servtab	A	F	E	J	A			A	B		A	C	F	E	A		A	A(C)	
Kongsberg									07:54										
Hokksund									08:24										
Drammen									08:41										
Spikkestad																			
Asker																			
Sandvika																			
Lysaker																			
Skøyen																			
Nationaltheater																			
Oslo S ank																			
Lodalen	F1252	08:45		F4208		F7012		F1258				F3708			F1264				
Oslo S ank	08:52	08:48		08:54		08:52		09:12				09:26			09:32				
Oslo S avg	09:00	09:05	09:08	09:08	09:10	09:10	09:15	09:20	09:22	09:26	09:30	09:33	09:36	09:38	09:40	09:47	09:50	09:55	09:56
Oslo S avg																			
Lodalen																			
Holmlia																			
Kolbotn																			
Ski																			
Vestby																			
Moss																			
Mysen																			
Grefsen																			
Roa																			
Jaren																			
Gjøvik																			
Byn																			
Strømmen																			
Lillestrøm	09:10	09:16	09:35					09:30	09:33			09:45	09:47	10:05	09:50				
Gardermoen	09:22		T3122	09:29				09:42	09:55		09:49				10:02	10:09	10:20		
Eidsvoll	T1268								10:07			10:20					10:32		
Arnes		09:40										10:25							
Kongsvinger																			
Minnesund									10:14									10:39	
Spør Oslo S	14	17	9	15	13	18	11	14	10	9	13	15	10	9	14	9	13	11	9

Tognr.	1341	3551	3067	7905	3139	4217	1343	7805	2491	6791	7177	1345	3621	3503	7743	1347	3721	3019	3141	7019	1351	7807	4293	7125	1353	7179	3505	2421	7745	
NSB-nr.	1341	1551	1067	105	2139	217	1343	2805	491	4291	177	1345	1621	1503	2743	1347	1721	1019	2141	19	1351	2807	293	1125	1353	179	1505	421	2745	
Kode	PGT	PGT	PGT	R94	PGT	PGT	PGTE	R94	PGT	PGT	R94E	PGT	PGT	PGT	R94	PGTE	PGT	PGT	PGT	R94	PGT	R94	PGT	R94	PGT	R94	PGT	PGT	R94	
Fra/til	Gm	Elds	Kngsv	Hald	Lstr	GJB	Gm	Vestb	Ltrn	GJB	Myseu	Gm	Elds	Lstr	Sk	Gm	Elds	Arnes	Lstr	Hald	Gm	Sk	GJB	Moss	Gm	Myseu	Lstr	Ltrn	Sk	
Grunnrute	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Senrute	A	D	F		E	J	A					A	B	E		A	C	F	E		A			A			E	A(C)		
Kongberg												13.54	13.54																	
Hokstund												14.24	14.24																	
Drammen												14.41	14.41																	
Spikkestad												14.54	14.54																	
Asker					14.34		14.42					15.02	15.02		15.01									15.05						
Sandvika					14.47		14.50					15.08	15.08		15.08									15.21						
Lysaker					14.56		14.59					15.11	15.11		15.15									15.29						
Støyen					14.59				15.05	15.08		15.11	15.11		15.18							15.32		15.35						
Nationaltheater					15.04		15.07		15.10	15.13		15.16	15.16		15.22							15.37		15.43						
Oslo S ank					15.06		15.09		15.12	15.15		15.18	15.18		15.24							15.39		15.45						
Lodalen	F1328		14.45			F4220		14.55						15.06		F3720	15.15	15.18	15.18	15.18	F1336	15.27	15.27	15.27	15.27	15.39	F3522			
Oslo S ank	14.52	15.00	14.48	15.00	14.54	15.08	15.10	15.11	15.15	15.17	15.20	15.20	15.22	15.23	15.26	15.30	15.33	15.36	15.38	15.38	15.40	15.41	15.42	15.47	15.50	15.52	15.53	15.55	15.56	
Oslo S avg	15.00	15.02	15.05	15.07	15.08	15.08	15.10	15.11	15.15	15.17	15.20	15.20	15.22	15.23	15.26	15.30	15.33	15.36	15.38	15.38	15.40	15.41	15.42	15.47	15.50	15.52	15.53	15.55	15.56	
Oslo S avg																														
Lodalen																														
Holmlia											15.28				15.38					15.46		15.49		15.55		16.00				16.08
Kelbolm											15.31				15.42							15.54		15.59						16.12
Sk											15.41				15.56							16.06		16.11						16.26
Vestby																														
Moss																				16.29										
Myseu											16.22																			
Grieten										15.23																				
Roa										16.06																				
Jaren																														
Gjevik																														
Byn																														
Strømmen																														
Lillestrøm																														
Gardemoen	15.10	15.13	15.16		15.35			15.25				15.30	15.33	15.50			15.45	15.47	16.05	15.50										
Eidsvoll	15.22				13524		15.29	15.40				15.42	15.55	13146	15.49				13526	16.02				16.09						
Ånes	11342	15.57					11346	15.52				11348	16.07		11352	16.20				11354				11358						
Kongvinger																														
Milnesund																														
Spør Oslo S	13	16	17	19	9	15	13	18	12	11	9	14	10	2	9	13	15	16	9	19	14	10	11	9	13	18	2	11	9	



Tognt.	1357	3553	3069	7907	3143	4219	1359	7809	2493	7127	7181	1363	3623	3507	7747	4295	1365	3723	3021	7095	3145	1369	7811	4297	7129	1371	3509	2423	7749									
NSB-nr.	1357	1553	1069	107	2143	219	1359	2809	493	1127	181	1363	1623	1507	2747	295	1365	1723	1021	95	2145	1369	2811	297	1129	1371	1509	423	2749									
Kilde	PGT	PGT	PGT	R94	PGT	PGT	PGTE	R94	PGT	R94	R94E	PGT	PGT	PGT	R94	PGT	PGTE	PGT	PGT	R94	PGT	PGT	R94	PGT	R94	PGT	PGT	PGT	PGT									
Fra/til	Gm	Eids	Knyv	Hold	Lfr	GJB	Gm	Ski	Lhm	Mass	Myeen	Gm	Eids	Lfr	Ski	GJB	Gm	Eids	Arnes	Glb	Lfr	Gm	Ski	GJB	Mass	Gm	Lfr	Lhm	Ski									
Grunnide	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x									
Servrab	A	D	F	E	E	J	A	A	A	B	B	A	B	E	E	A	A	C	F	F	E	A	A	A	E	A	E	E	P(K)									
Kongsberg																																						
Hokksund																																						
Drammen																																						
Spikkestad							F1330																															
Aster							15:42																															
Sandvika							15:50																															
Lysaker							15:59																															
Støyen		15:53																																				
Nationaltheatret		16:58					16:07																															
Oslo S ansk		16:00					16:09																															
Lodalen	F1342		15:45	F7020		F4222		15:51	15:54	15:57		F1348																										
Oslo S ansk	15:52		15:48	15:52		15:54		15:54	15:57	16:00		16:12																										
Oslo S avg	16:00	16:02	16:05	16:07	16:08	16:08	16:10	16:11	16:15	16:17	16:20	16:20	16:22	16:23	16:26	16:28	16:30	16:33	16:36	16:37	16:38	16:40	16:41	16:42	16:47	16:50	16:53	16:55	16:56									
Oslo S avg																																						
Lodalen																																						
Holmlia																																						
Kolbotn																																						
Ski																																						
Vestby																																						
Mass																																						
Myeen																																						
Grethen																																						
Roa																																						
Jaren																																						
Gjevik																																						
Byn																																						
Stemmen																																						
Liljestern	16:10	16:13	16:16																																			
Gardemoen	16:22																																					
Eidsvoll	11360	16:57																																				
Arnes			16:40																																			
Kongsvinger			17:10																																			
Minnesund																																						
Spør Oslo S	13	10	17	19	9	15	13	16	12	18	9	14	10	2	9	11	13	15	16	19	9	14	10	17	9	13	2	11	9									

Tognr.	1357	3555	3071	3147	4221	1377	7909	2495	4299	7183	1381	3625	3511	7751	1383	3725	3023	3149	1387	7131	1389	2425	7753	6602	
NSB-nr.	1375	1555	1071	2147	221	1377	109	495	299	183	1381	1625	1511	2751	1383	1725	1023	2149	1387	1311	1389	425	2753	602	
Kilde	PGT	PGT	PGT	PGT	PGT	PGTE	R94	PGT	PGT	R94E	PGT	PGT	PGT	R94	PGTE	PGT	PGT	PGT	PGT	R94	PGT	PGT	R94	R94	
Fra/til	Gm	Elds	Kingsv	Lstr	GJB	Gm	Hald	Lhm	GJB	Mysen	Gm	Elds	Lstr	Ski	Gm	Elds	Arnes	Lstr	Gm	Moss	Gm	Lhm	Ski	Berg	
Grunnrute	x		x	x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Servtab	A	D	F	E	J	A					A	B	E		A	C	F	E	A		A	P(IC)			
Kongsberg											15:54														
Hokksund											16:24														
Drammen											16:41														
Spikkestad						F1346									F1352			F3146		17:05	F1358				
Asker				16:34		16:42					16:54		F7746	17:01	17:01	17:04		17:04		17:21	17:24	17:27	F7748	17:31	
Saravika				16:47		16:50					17:02		17:08	17:11	17:11	17:17		17:17		17:29	17:32		17:38		
Lysaker				16:56		16:59					17:08		17:15	17:18	17:18			17:26		17:35	17:38	17:41	17:45	17:48	
Skøyen				16:59					17:06	17:08		17:11		17:18			17:29		17:38		17:38		17:48		
Nationaltheatret				17:04		17:07			17:10	17:13		17:15		17:22	17:25		17:34		17:42		17:45	17:48	17:51		
Oslo S ankk				17:06		17:09			17:12	17:15		17:18		17:24	17:27		17:36		17:45		17:48	17:51	17:54	17:57	
Lodalen	F1360	F3558	16:45		F4224		16:48	16:51			F1366					F3724	17:15		F1372						
Oslo S ankk	16:52	16:50	16:48		16:54		16:51	16:54			17:12		F3528			17:26	17:18		17:32						
Oslo S avg	17:00	17:02	17:05	17:08	17:08	17:10	17:10	17:15	17:17	17:20	17:20	17:22	17:23	17:26	17:30	17:33	17:36	17:38	17:40	17:47	17:50	17:55	17:56	18:00	
Oslo S avg																									
Lodalen																									
Holmlia										17:28				17:38							17:55			18:08	
Kalbotn										17:31				17:42							17:58			18:12	
Ski										17:41				17:56							18:08			18:26	
Vestby																					18:18				
Moss																					18:42				
Mysen										18:22															
Grefsen					17:14				17:23																
Roa					17:57																				
Jaren					18:12																				
Gjøvik					18:57																				
Byn					17:12																				
Strømmen					17:30																				
Lillestrøm	17:10	17:13	17:16	17:35							17:30	17:33	17:45			17:45	17:47	18:05	17:50			18:05			
Gardemoen	17:22					17:29					17:42	17:55	17:50		17:49				18:02		18:09	18:20			
Eidsvoll	11380	17:57										18:07				18:20							18:32		
Arnes																18:25									
Kongsvinger																									
Minnesund										18:14													18:39		
Spor Oslo S	13	16	17	9	15	13	18	12	11	9	14	10	2	9	13	15	16	9	14	9	13	11	9	12	

Tognr.	1204	7704	7102	1206	6801	1208	7152	3106	3702	1210	7706	3502	7104	1214	3554	4292	6299	3004	7154	7900	3108	1216	4204	3486	
NSB-nr.	1204	2704	1102	1206	801	1208	152	2106	1702	1210	2706	1502	1104	1214	1554	292	2299	1004	154	100	2108	1216	204	486	
Klode	PGT	R94	R94	PGT	R94E	PGT	R94	PGT	PGT	PGT	R94	PGT	R94	PGT	PGTE	R94E	PGT	R94	R94	R94	PGT	PGT	PGT	R94E	
Fra/fli	Gm	Skf	Moss	Gm	Skfkn	Gm	Myssen	Lstr	Elds	Gm	Skf	Lstr	Moss	Gm	Elds	GJB	Splikk	Arnes	Myssen	Hold	Lstr	Gm	GJB	Elds	
Grunnute	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Ser/Tab	P			P		P		T.	R	P		T										P	Y		
Kongsvinger																									
Arnes																									
Eidsvoll																									
Gardemoen	05:40			05:50		06:00				06:10															
Lillestrøm	05:51			06:02		06:11		05:55	06:16	06:22		06:10		06:31	06:33			06:38							
Strømmen								05:59				06:14									06:25				
Byn								06:18				06:33									06:29				
Gjøvik																					06:48				
Jarer.																									
Roa																									
Grefsen																									
Myssen																									
Moss																									
Vestby																									
Skf																									
Kolbotn																									
Holmlia																									
Lodalen																									
Oslo S																									
Oslo S	05:59	06:04	06:12	06:12	06:16	06:19	06:19	06:22	06:26	06:32	06:34	06:35	06:39	06:39	06:43	06:46	06:45	06:48	06:49	06:52	06:52	06:52	06:54	06:55	
Oslo S																									
Lodalen																									
Oslo S	06:03	06:06	06:15		06:18	06:21		06:24			06:36		06:42				06:48		06:51		06:54				
Nationaltheatr	06:05	06:08	06:17		06:20	06:23		06:26			06:38		06:44				06:50		06:53		06:56				
Skøyen																									
Lysaker	06:13	06:16	06:25		06:28	06:31		06:34			06:43		06:52				06:55		06:58		07:01				
Sandvika	06:19	06:22	06:31		06:37	06:43		06:43			06:46		06:58						06:58		07:04				
Asker	06:27	17709	06:39		06:44	06:46		06:56			17711		07:06				07:19		06:58		07:13				
Splikkestad	11235		06:58			11241		13109					11247				07:35				13111				
Drammen																									
Hokksund																									
Kongsberg																									
Spor Oslo S	6	8	8	14	5	6	16	7	15	14	8	1	8	6	16	17	8	1	7	19	8	14	15	2	



Lognr.	1220	3062	7708	3602	3504	2402	3306	7106	1222	6071	7802	1226	7156	3110	4794	7902	3704	7804	1228	7710	2492	4796	7382	3506	1232	7108	6061	3556	7806	3006	7156	7904	3112	1234	4706		
NSB-nr.	1220	1062	2708	1602	1504	402	366	1106	1222	2802	1226	1226	156	2110	294	102	1704	2804	1228	2710	492	296	382	1506	1232	1108	61	1556	2806	1006	158	104	2112	1234	206		
Kode	PGI	PGI	RM	PGI	PGI	RM	RM	RM	PGI	RM	RM	PGI	RM	PGI	PGI	RM	RM	RM	PGI	RM	RM	PGI	RM	RM	RM	RM	RM	RM	RM	RM	RM	RM	RM	RM	RM	RM	
Frø/ll	Gm	Kg	Sk	Blk	Lth	Lth	Lth	Mystn	Gm	Sk	Sk	Gm	Mystn	Lth	GJB	Hckd	Eld	Kob	Gm	Sk	Uhm	GJB	Kbh	Lth	Gm	Most	Bgrt	Eld	Sk	Arnes	Mystn	Hdd	Lth	Gm	G-B		
Guernulle	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Service																																					
Kongstinger																																					
Arnes																																					
Edval																																					
Garlemoen																																					
Ullentem																																					
Stemmen																																					
Byn																																					
Gjerk																																					
Jaren																																					
Roa																																					
Grefsen																																					
Myten																																					
Moss																																					
Vesby																																					
Sj																																					
Kaboth																																					
Helmia																																					
Lodden																																					
Olo S																																					
Olo S																																					
Lodden																																					
Lodden																																					
Nakkentveit																																					
Steyn																																					
Lyaker																																					
Sandvik																																					
Aker																																					
Sakrestad																																					
Drammen																																					
Hokkand																																					
Kongberg																																					
Spør Olo S																																					



Tognr.	1256	3056	7716	3606	3512	2406	7114	1268	1262	3118	3708	1264	7718	2496	1266	3010	7164	3120	1268	4210
NSB-nr.	1256	1056	2716	1606	1512	406	1114	1258	1262	2118	1708	1264	2718	496	1266	1010	164	2120	1268	210
Klasse	PGT	PGT	R94	PGT	PGT	PGT	R94	PGT	PGT	PGT	PGT	PGT	R94	PGT	PGT	PGT	R94	PGT	PGT	PGT
Fra/til	Gm	Kingsv	Skl	Eids	Lstr	Lhmr	Moss	Gm	Gm	Lstr	Eids	Gm	Skl	Lhmr	Gm	Arnes	Mysen	Lstr	Gm	GJB
Grunnute	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Servtab	P	U170	Q	T	T	P(I)	P	P	P	T	R	P	P	PIE(I)	P	U	T	T	P	Y
Kongsvinger	(11)	07:57	(17)	(17)	(17)	(17)	(17)	(17)	(17)	(17)	(17)	(17)	(17)	(17)	(17)	(17)	(17)	(17)	(17)	(17)
Arnes	F1253	07:27	08:17	08:17	08:32	08:32	F1257	F1259	F1259	08:38	F1263	F1263	08:54	F1265	F1265	09:00	09:00	F1267	09:30	
Eidsvoll	08:40	08:40	08:32	08:32	08:44	08:44	08:50	09:00	09:00	09:10	09:10	09:10	09:05	09:20	09:20	09:38	09:38	09:25	09:42	
Gardemoen	08:51	08:53	08:56	08:56	08:40	08:59	09:02	09:11	09:11	08:55	09:16	09:22	09:20	09:31	09:31	09:29	09:29	09:25	09:42	
Lillestrøm					08:44					08:59										
Strømmen					09:03					09:18										
Bryn																				08:04
Gjøvik																				08:49
Jaren																				09:04
Roa																				09:47
Grefsen																	08:46			
Mysen																				
Moss							08:16													
Vestby							08:38													
Skl			08:34				08:50						09:04				09:27			
Kolbotn			08:48				09:00						09:18				09:37			
Holmlia			08:52				09:03						09:22				09:40			
Lodalen			(23)																	
Oslo S			09:04	09:07	09:05	09:09	09:12	09:12	09:19	09:22	09:26	09:32	09:34	09:30	09:39	09:48	09:49	09:52	09:52	09:54
Oslo S	08:59	09:03	09:04	09:07	09:05	09:09	09:12	09:12	09:19	09:22	09:26	09:32	09:34	09:30	09:39	09:48	09:49	09:52	09:52	09:54
Oslo S					09:15			09:20			09:33	09:40		09:54		10:00			10:00	10:08
Lodalen					09:18			T1271			T3709	T1275		09:57		10:03			T1279	T4207
Oslo S	09:03		09:06	09:09		09:12	09:15	09:21	09:21	09:24			09:36		09:42	09:51	09:54			
Nationaltheatret	09:05		09:08	09:11		09:14	09:17	09:23	09:23	09:26			09:38		09:44	09:53	09:56			
Skøyen			09:13	09:16			09:22			09:31			09:43			09:58	10:01			
Lysaker	09:13		09:16	09:19		09:22	09:25	09:31	09:31	09:34			09:46		09:52		10:04			
Sandvika	09:19		09:22	09:25			09:31	09:37	09:37	09:43			09:52		09:58		10:13			
Aster	09:27		T7721	09:34		09:37	09:39	09:46	09:46	09:56			09:52		09:06		10:26			
Spikkestad							09:58													
Drammen				09:47		09:51														
Hokksund				10:14																
Kongsberg				10:37-																
Spor Oslo S	6	3	8	4	1	6	8	14	6	7	15	14	8	3	6	1	7	8	14	15



Tognr.	6523	1330	3068	7740	3618	2418	7126	1332	1334	3142	3720	1336	7742	6073	1340	7020	6081	3522	3022	7176	3144	1342	4222
NSB-nr.	523	1330	1068	2740	1618	418	1126	1332	1334	2142	1720	1336	2742	73	1340	20	81	1522	1022	176	2144	1342	222
Klode	R94E	PGT	PGT	R94	PGT	PGT	R94	PGT	PGT	PGT	PGT	PGT	R94	R94	PGT	R94	R94E	PGIE	PGT	R94	PGT	PGT	PGT
Fra/fill	Vestf	Gm	Kngsv	Skl	Elds	Lhmr	Moss	Gm	Gm	Lstr	Elds	Gm	Skl	Sivg	Gm	Hald	Skien	Lstr	Arnes	Mysen	Lstr	Gm	GJB
Grunnrute		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x				x	x	x	x	x
Servtab		P	U	U	Q	P(C)		P	P	T	R	P			P			U			T	P	Y
Kongsvinger			13:57																15:00				
Arnes			14:27																				
Eidsvoll				14:17	14:32						14:38											F1341	
Gardermoen		14:40		14:32	14:44			14:50	15:00			15:10			15:20	14:54		F3137			F3501	15:30	
Lillestrøm		14:51	14:53	14:56	14:59			15:02	15:11	14:55	15:16	15:22			15:31			15:15	15:38		15:25	15:42	
Strømmen										14:59												15:29	
Byn										15:18								15:41			15:48		
Gjøvik																							14:04
Jaren																							14:49
Roa																							15:04
Grefsen																							15:47
Mysen																							
Moss							14:16																
Vestby							14:38																
Ski				14:34			14:50						15:04										
Kolbotn				14:48			15:00						15:18										
Holmlia				14:52			15:03						15:22										
Lodalen																							
Oslo S																							
Oslo S		14:59	15:03	15:04	15:07	15:09	15:12	15:12	15:19	15:22	15:26	15:32	15:34	15:36	15:39	15:40	15:45	15:45	15:48	15:49	15:52	15:52	15:54
Oslo S			15:21					15:20			15:34	15:40				16:07		15:53	16:00	15:54		16:00	16:08
Lodalen			15:24					11345			13721	11351				17909		13505	16:03	18180		11357	14219
Oslo S	15:00	15:03		15:06	15:09	15:12	15:15		15:21	15:24		15:36	15:39	15:42			15:48				15:54		
Nationaltheatr	15:02	15:05		15:08	15:11	15:14	15:17		15:23	15:26		15:38		15:44			15:51				15:56		
Skøyen	15:07			15:13	15:16		15:22			15:31		15:43									16:01		
Lysaker	15:10	15:13		15:16	15:19	15:22	15:25		15:31	15:34		15:46	15:49	15:52							16:04		
Sandvika	15:16	15:19		15:22	15:25		15:31		15:37	15:43		15:52		16:13							16:13		
Asker	15:24	15:27		17745	15:34	15:37	15:39		15:46	15:56		17747	16:03	16:06			16:16				16:26		
Spikkestad		11359					15:58		11365	13145					11371						13147		
Drammen	15:40				15:47	15:51						16:20					16:30						
Hokksund					16:14																		
Kongsberg					16:37																		
Spor Oslo S	2	6	3	8	4	6	8	14	6	8	15	14	8	4	6	19	5	2	1	17	8	14	15

Tognr.	1346	3070	7744	3620	6063	7178	6527	2420	7128	1348	3524	1352	3146	3722	1354	7746	7824	6221	1358	6083	3526	3024	3558	3148	1360	7092	4224
NSB-nr.	1346	1070	2744	1620	63	178	527	420	1128	1348	1524	1352	2146	1722	1354	2746	2824	2221	1358	83	1526	1024	1558	2148	1360	92	224
Kilde	PGT	PGT	R94	PGT	R94	R94	R94E	PGT	R94	PGT	PGTE	PGT	PGT	PGT	PGT	R94	R94	R94E	PGT	R94	PGTE	PGT	PGTE	PGT	PGT	R94	PGT
Fra/fill	Gm	Kngsv	Ski	Elds	Berg	Mysen	Vestf	Lhmr	Moss	Gm	Lstr	Gm	Lstr	Elds	Gm	Ski	Vestf	Spikk	Gm	Sklen	Lstr	Ams	Elds	Lstr	Gm	Gst	GJB
Grunnute	x	x	x	x				x	x	x		x	x	x	x	x			x			x		x	x	x	x
Senytab	P	U		Q			P(C)			P		P	T	R	P				P			U		T	P	Y	
Kongsvinger		14:57																			16:00	F3551					
Ams		15:27								F1345		F1347		15:38	F1351				F1353								
Eldsvoll	F1343			15:17			15:32			15:50	F3139	16:00	F3503		16:10				16:20		F3141				F3505	16:30	
Gardemoen	15:40			15:32			15:44			16:02	15:45	16:11	15:55	16:16	16:22			16:31		16:15	16:38	16:33	16:25	16:42			
Lillestrøm	15:51	15:53		15:56			15:59																				
Stemmen																											
Byn																											15:04
Gjøvik																											15:49
Jaren																											16:04
Roa																											16:47
Griksen																											
Mysen						15:04																					
Moss									15:16																		
Vestby									15:38								16:02										
Ski			15:34						15:50							16:04	16:13										16:30
Kalbotn			15:48						16:00							16:18											
Holmlia			15:52						16:03							16:22	16:28										16:43
Lodalen							17:18											17:24									
Oslo S																											
Oslo S	15:59	16:03	16:04	16:07	15:57	16:07	16:07	16:09	16:12	16:12	16:15	16:19	16:22	16:26	16:32	16:34	16:37	16:37	16:39	16:45	16:45	16:48	16:52	16:52	16:52	16:54	
Oslo S		16:21				16:18				16:20	16:23			16:34	16:40						16:53	17:00	17:02	17:00	17:12	17:08	
Lodalen		16:24				16:527				11363	13507			13723	11369		16:221				13509	17:03	13555		11375	17:15	14221
Oslo S	16:03		16:06	16:09	16:00		16:18	16:12	16:15			16:21	16:24			16:36		16:39	16:42	16:48				16:54			
Nationaltheatr	16:05		16:08	16:11			16:20	16:14	16:17			16:23	16:26			16:38		16:41	16:44	16:51				16:56			
Skøyen			16:13	16:16			16:25		16:22				16:31			16:43		16:46						17:01			
Lysaker	16:13		16:16	16:19	16:10		16:28	16:22	16:25			16:31	16:34			16:46		16:49	16:52	16:59				17:04			
Sandvika	16:19		16:22	16:25			16:34		16:31			16:37	16:43			16:52		16:55	16:58					17:13			
Asker	16:27		17:49	16:34			16:42	16:37	16:39			16:46	16:56			17:51		17:03	17:06	17:16				17:26			
Spikkestad	11:377								16:55			11383	13149					17:20	11389					13151			
Drammen				16:47	16:38		16:56	16:51																			
Hokstund				17:14																							
Kongsberg				17:37																							
Spor Oslo S	6	3	8	4	5	7	7	6	8	14	2	6	7	15	14	8	7	7	6	4	2	1	16	8	14	19	15



Tognr.	1364	3072	7748	3622	7826	2422	7130	1366	3528	6703	1370	3150	3724	1372	7750	1376	3026	7180	3152	1380	4226	
NSB-nr.	1364	1072	2748	1622	2826	422	1130	1366	1528	703	1370	2150	1724	1372	2750	1376	1026	180	2152	1380	226	
Klode		PGT	R94	PGT	R94	PGT	R94	PGT	PGTE	R94	PGT	PGT	PGT	PGT	R94	PGT	PGT	R94	PGT	PGT	PGT	
Fra/til		Gm	Kngsv	Skl	Elds	Skl	Uhmir	Moss	R94	Kr.sand	Gm	Lstr	Elds	Gm	Skl	Gm	Arnes	Mysen	Lstr	Gm	GJB	
Grunnrute	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Senrute	P	U		Q		P(C)		P			P	T	R	P		P	U		T	P	Y	
Kongsvinger		15:57																				
Arnes		16:27														17:00						
Eldsvoll	F1359	I		16:17		16:32		F1363		F1365			16:38	F1369		F1371	I			F1375		
Gardermoen	16:40	I		16:32		16:44		16:50	F3143	17:00	F3507	I	17:10		17:20	I	F3509	I		17:30		
Liljestrøm	16:51	16:53		16:56		16:59		17:02	16:45	17:11	16:55	17:16	17:22		17:31	17:38			17:25	17:42		
Strømmen	I	I		I		I		I	I	I	16:59	I	I	I	I	I	I		17:29	I		
Bryn	I	I		I		I		I	17:11	I	17:18	I	I	I	I	I	I		17:48	I		
Gjøvik	I	I		I		I		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		I	I	16:04	
Jaren	I	I		I		I		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		I	I	16:49	
Roa	I	I		I		I		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		I	I	17:04	
Greifsen	I	I		I		I		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		I	I	17:47	
Mysen	I	I		I		I		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	16:51	I	I	I	
Moss	I	I		I		I		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Vestby	I	I		I		I		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Skl	I	I		16:34	I	16:45		I	I	I	I	I	I	I	17:04	I	I	I	I	I	I	
Kolbotn	I	I		16:48	I	I		I	I	I	I	I	I	I	17:18	I	I	I	I	I	I	
Holmlia	I	I		16:52	I	16:58		I	I	I	I	I	I	I	17:22	I	I	I	I	I	I	
Lodalen	I	I		I		I		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Oslo S.	I	I		I		I		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Oslo S	16:59	17:03	17:04	17:07	17:07	17:07	17:09	17:12	17:15	17:16	17:19	17:22	17:26	17:32	17:34	17:39	17:48	17:50	17:52	17:52	17:54	
Oslo S	I	17:21	I	I	17:18	I	I	17:20	17:23	I	I	I	17:34	17:40	I	I	18:00	I	I	18:00	18:08	
Lodalen	I	17:24	I	I	17:21	I	I	11381	13511	I	I	I	13725	11387	I	I	18:03	I	I	11391	14223	
Oslo S	17:03		17:06	17:09		17:12	17:15			17:18	17:21	17:24		17:36	17:42			17:51	17:54			
Nationaltheater	17:05		17:08	17:11		17:14	17:17			I	17:23	17:26		17:38	17:44			17:53	17:56			
Skøyen	I		17:13	17:16		I	17:22			I	I	17:31		17:43	I			17:58	18:01			
Lysaker	17:13		17:16	17:19		17:22	17:25			17:28	17:31	17:34		17:46	17:52			18:04	18:04			
Sandvika	17:19		17:22	17:25		I	17:31			I	17:37	17:43		17:52	17:58			18:13	18:13			
Asker	17:27		17:53	17:34		17:37	17:39			17:43	17:46	17:56			18:06			18:26	18:26			
Spikkestad				I		I	17:55			I												
Drammen				17:47		17:51				17:59												
Hokstund				18:14						18:15												
Kongsberg				18:37						18:40												
Spor Oslo S	6	3	8	4	17	6	8	14	2	5	6	7	15	14	8	6	1	7	8	14	15	

### VEDLEGG 3

#### OVERLAST AV OMFORMER:

De forskjellige aggregattypene tåler å bli overbelastet innenfor følgende kriterier:

	5,8MVA Aggregat	7 MVA Aggregat	10MVA Aggregat
<b>Kontinuerlig</b>	strøm 363A effekt 5,8MVA	438A 7MVA	625A 10MVA
<b>6 Min. overlast</b>	strøm 500A(137%) effekt 8MVA	688A(157%) 11MVA	875A(140%) 14MVA
<b>1 Min overlast</b>	strøm - effekt	-	1185A(189,6%) 18,96MVA
<b>2 Sek overlast</b>	strøm 625A(172,2%) effekt 10MVA	825A(188%) 13,2MVA	1250A(200%)

Generatorens vern er praksis det vernet som løser ut omformeren først (når vi ser bort fra utgående linjebrytere).

Disse vernene er stilt slik kurvene på de påfølgende sidene viser.

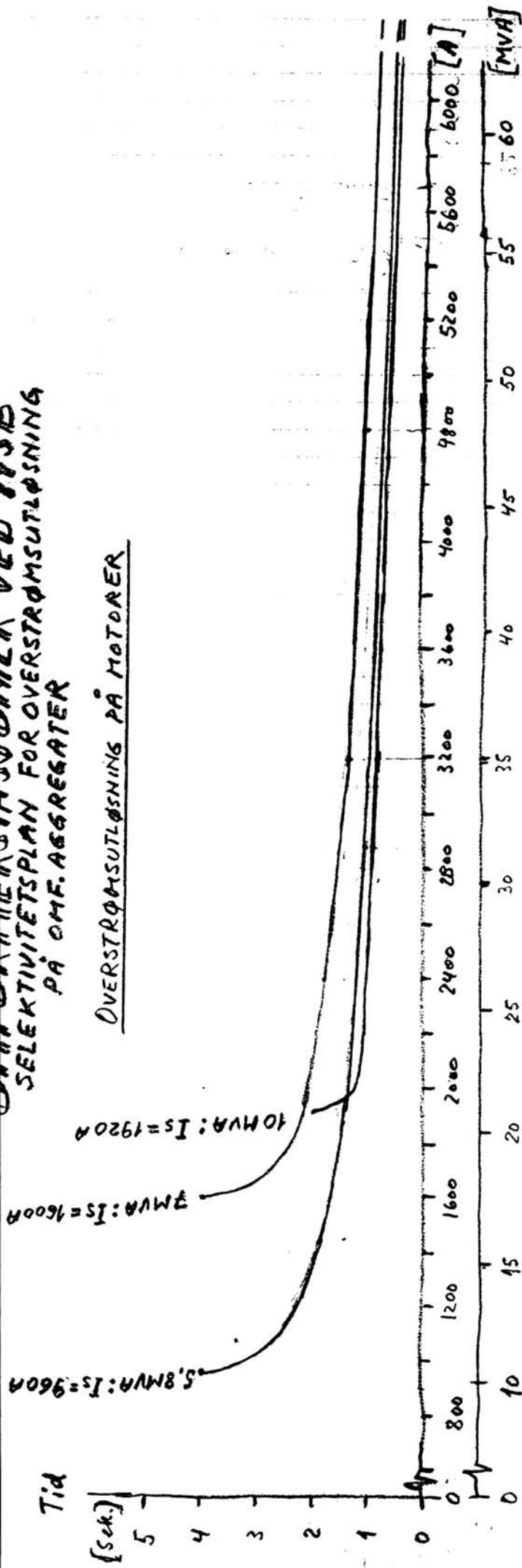
Grunnlaget for disse verninnstillingene er imidlertid at omformerne skal ha en relativt lav grunnlast før en eventuell periode med lastuttak som overskrider nominell last.

Konkret viser VEDLEGG 5 at grunnlasten på en 10MVA-omformer ikke skal overstige 7MVA før omformeren kan overlastes med 40% i forhold til nominell effekt i 6 minutter. Deretter skal belastningen på omformeren være **lavere** enn 7MVA i en lang periode.

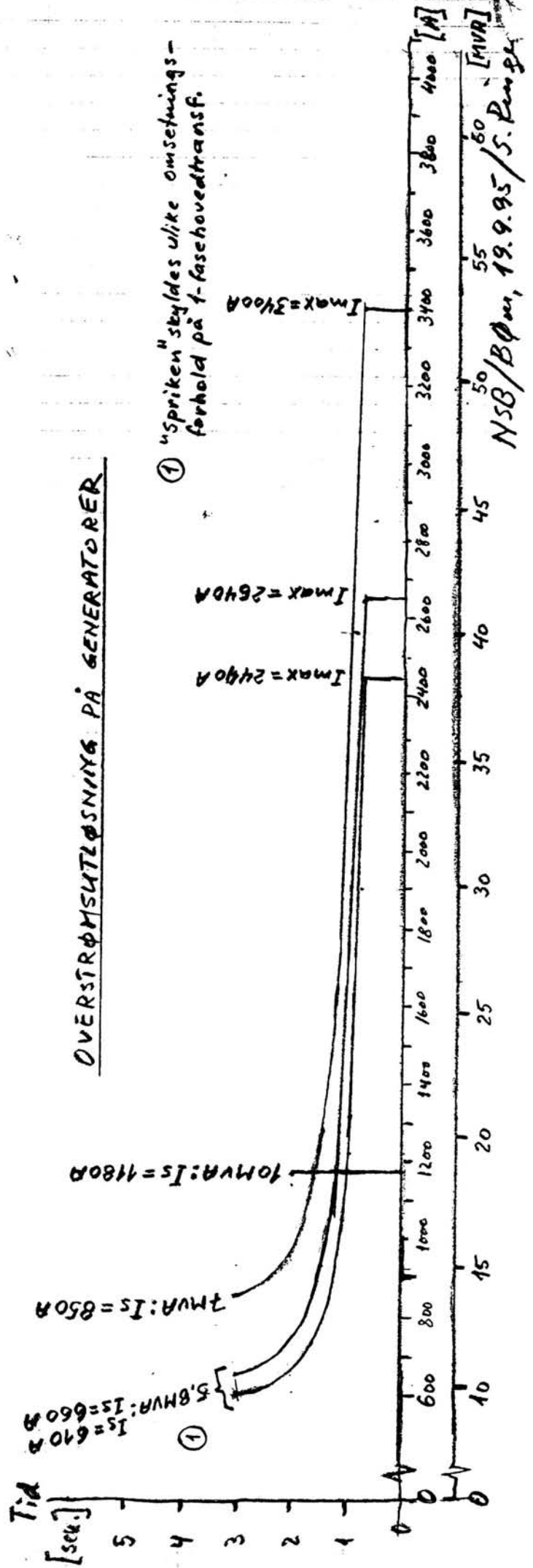
Kurvene for flere av omformerstasjonene viser en langt høyere belastning enn det produsenten av omformeraggregatene har garantert. Konsekvensene ved dette på lengre sikt er meget usikre.

SELEKTIVITETSPLAN FOR OVERSTRØMSUTLØSNING PÅ OMF. AGGREGATER

OVERSTRØMSUTLØSNING PÅ MOTORER



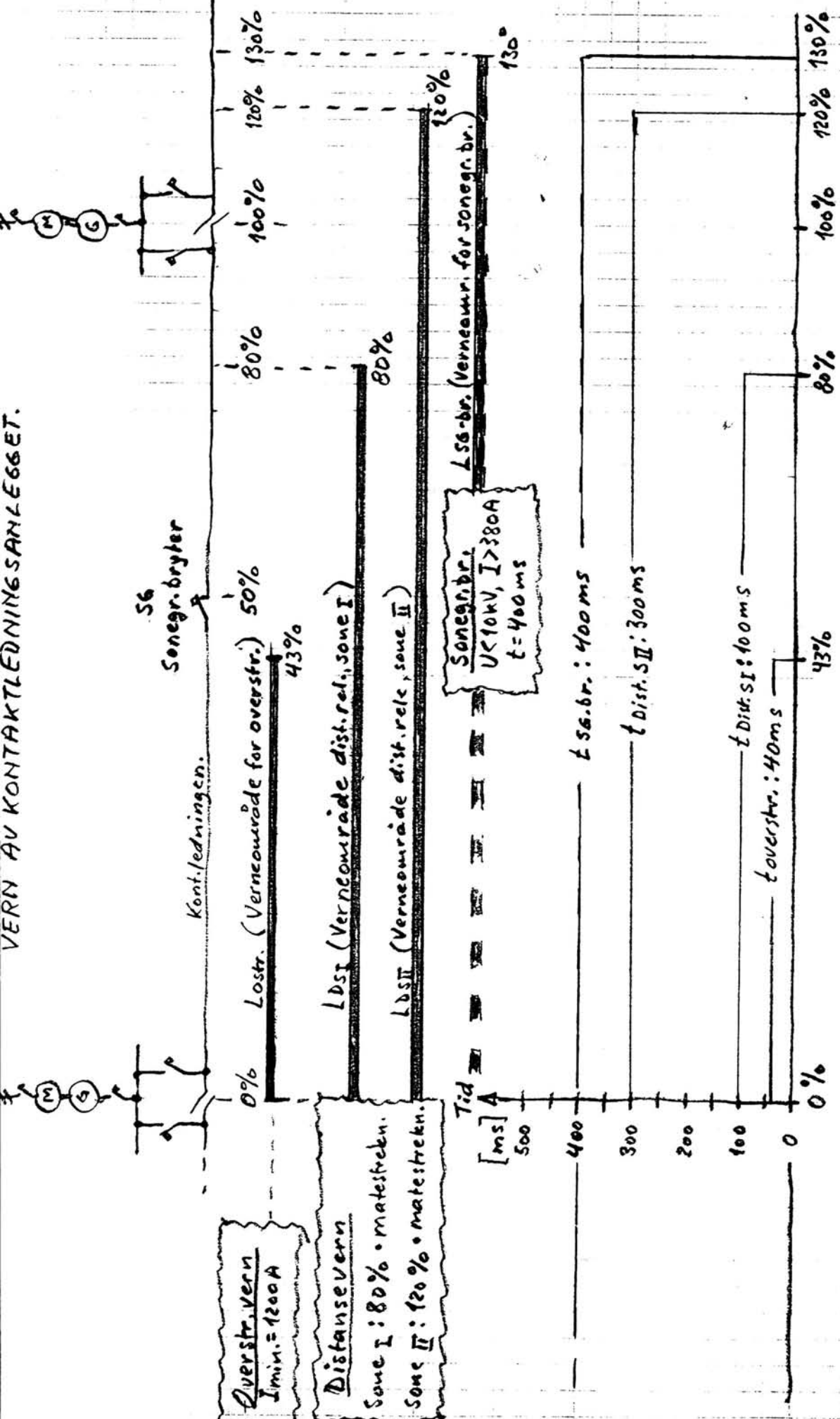
OVERSTRØMSUTLØSNING PÅ GENERATORER



NSB/BØm, 19.9.95 / S. Ringe

VERN AV KONTAKTLEDNINGSSANLEGGET.

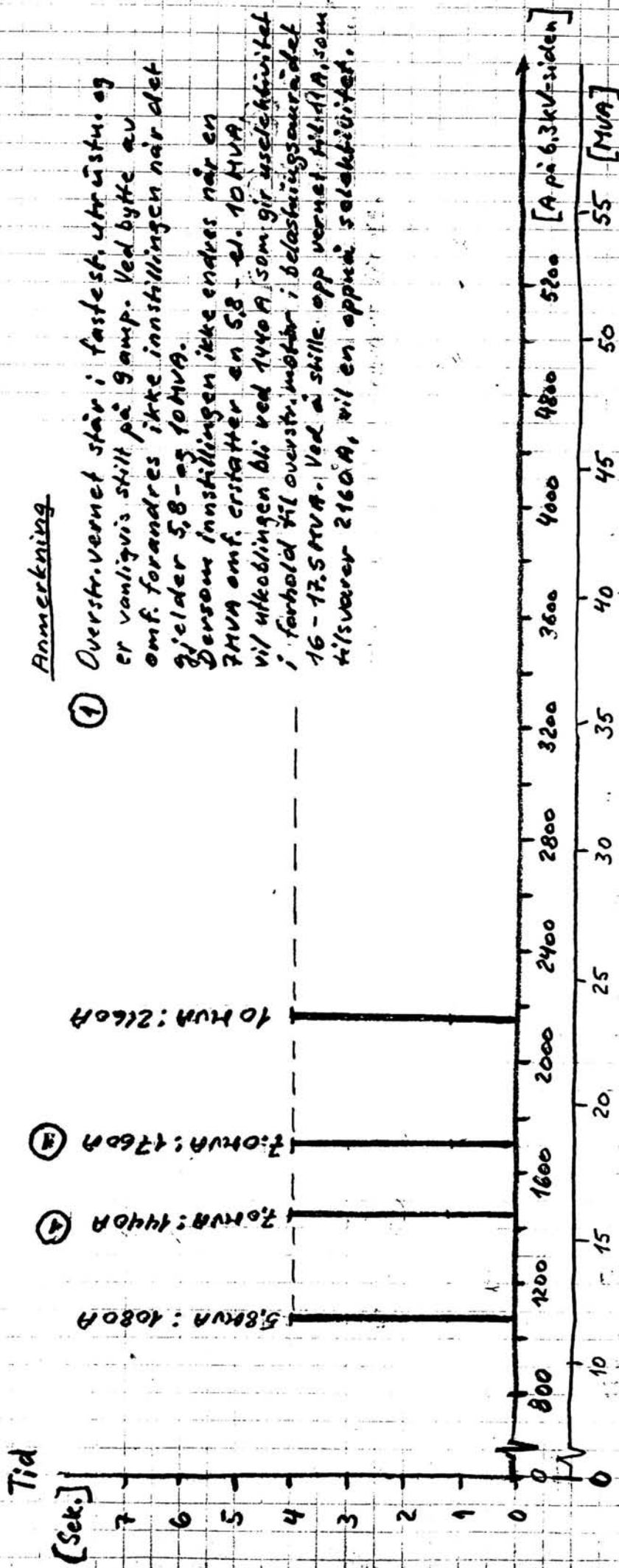
VIEDL E642



Karakteristiske kl-data:  
 Imp. pr. km  $Z_{kl} = 0,31 \Omega/km$ , kortsl.vinkel  $\phi_k = 45^\circ$

NSB/BØm, 12.9.95/S. Ringen

OVERSTRØMSUTLØSNING PÅ 3-FASETRANSFORMATORER.



Anmerkning

① Overstr.vernet står i fastest, utstrøst, og er vanligvis stillt på 9 amp. Ved bytte av omf. forandres ikke innstillingen når det gjelder 5,8- og 10kVA. Densom innstillingen ikke endres når en 7kVA omf. erstatter en 5,8- el. 10kVA, vil utkoblingen bli ved 1440A som gir uselktilitet i forhold til overstr. møter i belastingsområdet 16-17,5kVA. Ved å stille opp vernet til 11A, som tilsvarer 2160A, vil en oppnå selktilitet.

Transformatorens primærstrøm (innk. linjestrøm) fåes ved å dividere sekundærstrømmen med 3-fasetransformatorens omsetningsfall.

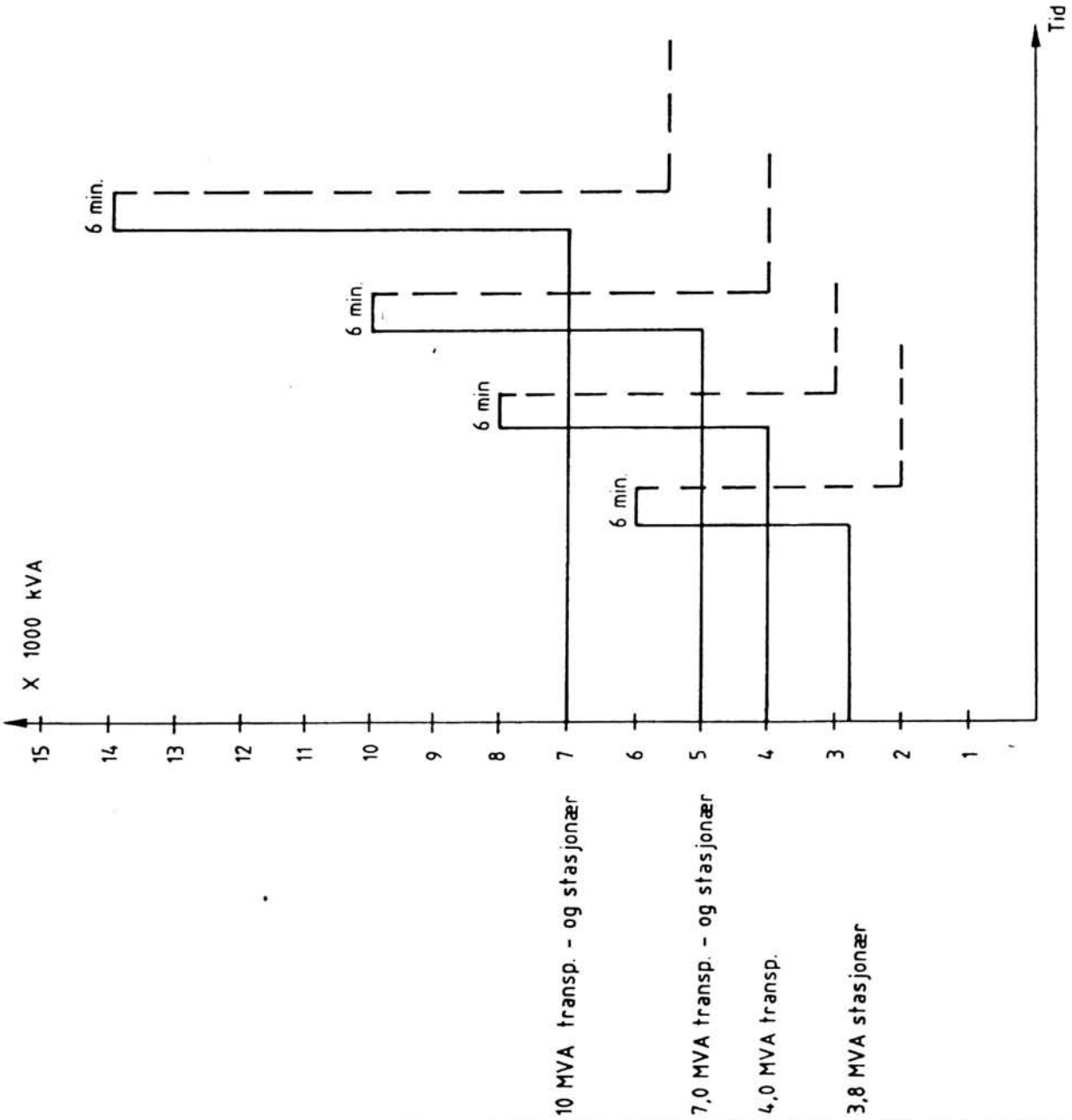
NSB/BØm, 19.9.96/5. Ringen  
 ... m.a.s. l.a.

# VEDLEGG 5

## TRANSP. - OG STASJONÆRE OMFOKTERE

Nominell yfelse og overlastbarhet

Generator data 1 16 2/3 Hz



Støttekurs for masinister Bilag 1.2



## VEDLEGG 6

### ØVRIGE FORUTSETNINGER

#### 1. UTFALL AV UTGÅENDE LINJER

Rapporten berører ikke hvorvidt det kan bli driftsavbrudd p.g.a. at utgående linjefelter ikke tåler belastningsstrømmens størrelse og løser ut p.g.a. for høy strøm.

Stabiliteten til utgående linjefelter er i stor grad avhengig av kvaliteten og utløsekriteriene for distanse-vernene for utgående linjer, samt hvordan disse stilles inn.

#### 2. KONSEKVENSER VED 100 Hz VERN

Rapporten tar ikke hensyn til hvorvidt 100Hz vernene på omformerene vil føre til driftsavbrudd for strømforsyningen.

Vi anser imidlertid ikke dette som uvesentlig.

Vår oppfatning er at slik vernene planlegges idag kan de i praksis resultere i driftsavbrudd samt. at de kan føre til at mengden 100Hz-strøm produseres på en fjerntliggende omformerstasjon og overføres over lengre avstander i strømforsyningsnettet med tilhørende problematikk for signalanlegg.

#### 3. FLYPLASSTOGENES EFFEKT VED LAVE SPENNINGER.

I simuleringene er det forutsatt at flyplasstogene vil ha et lineært avtagende effektuttak fra 14kV og nedover til 10,5kV (der effekten var forutsatt 50% av nominell effekt) som er forutsatt laveste spenning.

Den reelle oppførselen til flyplasstogene er at de trekker nominell effekt ned til 12kV kontaktledningsspenning.

Vi anser imidlertid **ikke** at dette har betydning for konklusjonene i rapporten i vesentlig grad p.g.a. at kontaktledningsspenningen i de aller fleste driftstilfeller i simuleringene er høyere enn 14kV.



Gj. part: Bt, Bts, BrE, JPH, B's forv., saken

NSB Bane  
Region Øst  
Oslo City

VIM

NORGES STATSBANER	
28 FEB. 1995	
Saksnr.	95/241
Arkivbet.	Bø 762

Henvendelse til  
J.P. Haugli  
67154

Deres referanse  
95/241  
Bø 762

Saksreferanse  
92/872  
B 760

Dato

24. FEB. 1995

### RESERVEKAPASITET I OMFORMERSTASJONER

Viser BrØs brev av 16.01.95 og telefonsamtale med Vidar Martiniussen 1.02.95 vedrørende reservekapasitet i omformerstasjoner i Oslo-området.

Bortfall av omformere i Oslo-området har ved flere tilfeller vist seg å få store konsekvenser for trafikkavviklingen. Det er derfor viktig at man ved utarbeidelse av hovedplaner for strømforsyningen i Oslo-området opererer med stor nok reservekapasitet. Bts anser at man bør beregne en overkapasitet på 100% av timelasten i hver stasjon.

Med hilsen

Ingolv Pedersen  
Tekn. sjef



# NSB Bane Ingeniørtjenesten

Et ledende senter for kunnskap og erfaring i jernbaneteknikk

Ingeniørtjenesten er en egen resultatenheter i Bane.

Vi tilbyr rådgivende ingeniørtjenester innenfor et vidt spekter av fagfelt knyttet til infrastruktur.

Dyktige medarbeidere som «kjenner NSB», gjør at vi framstår som en attraktiv og konkurransedyktig samarbeidspartner, både ved begrensede oppgaver med krav til spesialkompetanse og ved store tverrfaglige prosjekter.

Vi anvender databaserte hjelpemidler for beregning/tegning/ tekstbehandling/prosjektstyring og prosjektrettet arbeidsform med interne kvalitetssikringsrutiner.

Vår hovedoppdragsgiver er NSB Bane, men vi selger tjenester til øvrige enheter i NSB og påtar oss også oppgaver for eksterne oppdragsgivere.

Ingeniørtjenesten har ca. 115 ansatte. Ved større prosjekter inngår vi samarbeidsavtaler med underleverandører etter behov.

Jernbaneverket  
Biblioteket

JBV



09TU04490

71594422



Tognr.	1204	7704	3702	3500	2400	3306	7106	1206	7102	1206	1210	4292	7152	3106	7902	3004	3004	1216	5803	7104	3+56	2452	7154	1218	7900	3108	4204	
gnr.	07-08	07-08	3704	3504	2404	3306	7106	1206	7106	1206	1210	4292	7152	3106	7902	3004	3004	1216	5803	7104	3+56	2452	7154	1218	7900	3108	4204	
gnr.	08-09	08-09	3705	3508	2404	3306	7110	1240	7110	1240	1244	4298	7160	3114	7906	3008	3008	1250	5873	7112	3398	7806	2454	7158	1236	7904	3112	4206
gnr.	09-10	09-10	3708	3508	2406	3306	7114	1258	7114	1258	1262	4298	7160	3118	7906	3010	3010	1268	5873	7112	3398	7814	2456	7162	1254	7012	3116	4208
Tognr.	15-16	15-16	3720	3508	2418	3306	7126	1332	7126	1332	1336	4342	3142	6073	7906	3022	3022	1342	6073	7112	3398	7814	2458	7164	1266	3120	4210	
Tognr.	16-17	16-17	3722	3508	2422	3306	7128	1348	7128	1348	1352	4346	3146	6073	7906	3024	3024	1358	6073	7112	3398	7814	2458	7164	1266	3120	4210	
Tognr.	17-18	17-18	3724	3508	2422	3306	7130	1366	7130	1366	1370	4350	3150	6073	7906	3026	3026	1376	6073	7112	3398	7814	2458	7164	1266	3120	4210	
Tognr.	21-22	21-22	3724	3508	2430	3306	7130	1366	7130	1366	1370	4350	3150	6073	7906	3026	3026	1376	6073	7112	3398	7814	2458	7164	1266	3120	4210	
Tognr.	22-23	22-23	3724	3508	2430	3306	7130	1366	7130	1366	1370	4350	3150	6073	7906	3026	3026	1376	6073	7112	3398	7814	2458	7164	1266	3120	4210	
Tognr.	23-24	23-24	3724	3508	2430	3306	7130	1366	7130	1366	1370	4350	3150	6073	7906	3026	3026	1376	6073	7112	3398	7814	2458	7164	1266	3120	4210	
Fj/Gt																												
Siv/Be																												
Grunnrute																												
Gavik																												
Jaren																												
Roa																												
Griksen																												
Mylsten																												
Moss																												
Vesby																												
Ski																												
Kalborn																												
Holmlia																												
Kongsvinger																												
Enges																												
Tromsø																												
Oslo S																												
Lodalen																												
Oslo S Avg.																												
Nationaltheatret																												
Lysaker																												
Sandvika																												
Åsker																												
Solkestad																												
Drammen																												
Hokksund																												
Kongsberg																												
Oslo S																												
Sluttetellen:																												
Jrannute																												
+6-7																												
+7-8																												
+8-9																												
+9-10																												
+15-16																												
+16-17																												
-17-18																												
SUM:																												

\* Grefsen - Oslo  
 \* Lillestrøm - Asker  
 \* Moss - Oslo  
 \* Gmb  
 \* Myran - Oslo  
 \* Eidsvoll - Drammen  
 \* Ski - Skøyen  
 \* Kongsvinger - Oslo  
  
 \* Moss - Oslo  
 \* Bygdøy - Drammen  
 \* Gmb  
 \* Jernheim - Skøyen  
 \* Ski - Sundvika  
 \* Gmb  
 \* Kolbotn - Lodalen  
 \* Eidsvoll - Kongsberg  
 \* Kongsvinger - Skøyen  
  
 \* Moss - Oslo  
 \* Lillestrøm - Asker  
 \* Myran - Oslo  
 \* Grefsen - Ledsen  
 \* Vestby - Oslo  
 \* Gmb  
 \* Moss - Spikkestad  
 \* Jernheim - Oslo  
 \* Bidrvoll - Drammen  
 \* Arnes - Skøyen  
  
 \* Eidsvoll - Oslo  
 \* Ski - Lysaker  
 \* Gmb  
 \* Myran - Drammen